



DEUTSCHE WERFT WZ 1/66

Das Bau-Programm der DW

In der Ausrüstung liegen:

S. 781 TT „Marina“ (Shell) . geplante Probefahrt: 14. 4. 1966
S. 812 MS (Globus) geplante Probefahrt: 2. 6. 1966

Auf den Helgen liegen:

S. 811 TT (Shell) geplanter Stapellauf: 29. 4. 1966
S. 813 MS (Laeisz) geplanter Stapellauf: 10. 6. 1966

Mit Werkstattarbeiten begonnen:

S. 816 MS (Russ) geplante Kiellegung: 3. 5. 1966

* * *

Dr. Paul Voltz 60 Jahre



Am 11. Januar feierte Dr. Voltz seinen sechzigsten Geburtstag. Aus diesem Anlaß wollen wir unserer Belegschaft einen kurzen Überblick über den bisherigen Lebensweg des Mannes geben, der die Deutsche Werft seit 1962 leitet. Paul Voltz wurde in Köln geboren, studierte an der technischen Hochschule Aachen Elektrotechnik und war anschließend vier Jahre Hochschulassistent im In- und Ausland. 1934 trat er beim Dortmund-Hörder Hüttenverein als Betriebsassistent ein und kam 1940 als Betriebsdirektor für Schiffbau und Maschinenbau zur Nordseewerke GmbH nach Emden.

1946 wurde Dr. Voltz in die eisenschaffende Industrie zurückberufen. Er wurde mit der Leitung der Maschinen- und einer weiterverarbeitenden Betriebe im Werk Hörde der jetzigen Dortmund-Hörder Hüttenunion beauftragt.

Mit Neugründung der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute übernahm Dr. Voltz 1948 den Vorsitz im Maschinenausschuß. Diese ehrenamtliche Tätigkeit übte er sieben Jahre aus. Dann wurde er 1961 zum Ehrenmitglied dieses Ausschusses ernannt.

1955 trat Dr. Voltz als technischer Geschäftsführer bei den Rhein Stahl Nordseewerken in Emden ein. Diese Tätigkeit beendete er 1959, um einem Ruf als ordentliches Vorstandsmitglied der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG. nach Augsburg zu folgen.

Im Jahre 1962 berief ihn die Konzernleitung der Gutehoffnungshütte von der M.A.N. zur Deutschen Werft AG. nach Hamburg.

Neben dem großen täglichen Arbeitsumfang seiner Tätigkeit als Vorsitzender des Vorstandes der DW wirkt Dr. Voltz noch an den Aufgaben zahlreicher Gremien mit. Er ist Mitglied im Beirat des Verbandes Deutscher Schiffswerften, im Vorstandsrat der Schiffbautechnischen Gesellschaft und im Vorstand des Verbandes der Metallindustriellen in Hamburg.

In den Technischen Committees von Lloyd's Register of Shipping und American Bureau of Shipping ist er zum Teil federführend tätig. Er gehört dem Verwaltungsrat des Deutschen Museums in München an und wurde kürzlich in das Präsidium des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik gewählt. Die lokalen Interessen vertritt er im Industrie-Ausschuß der Handelskammer Hamburg und in mehreren anderen Institutionen.

Wir möchten Herrn Dr. Paul Voltz an dieser Stelle unsere Glückwünsche aussprechen und der Hoffnung Ausdruck geben, daß es ihm vergönnt sein möge, noch viele Jahre in ungebrochener Schaffenskraft die Geschicke unseres Unternehmens zu lenken.

Titelbild: Kavitationsblasen am rotierenden Propeller.
(Zu den Beiträgen „Kavitationsschäden an Propellern“ und „Grenzen der Fotografie?“)



WERKZEITUNG DEUTSCHE WERFT

24. Jahrgang · 23. 2. 1966 · Heft 1



TT 'DRUPA' abgeliefert

Die Drupa war das letzte Schiff des Jahres 1965. Leider lag der Redaktionsschluß unseres vorigen Heftes vor dem Probefahrtsdatum; deshalb können wir erst heute Bilder von dem fertigen Schiff zeigen, das inzwischen irgendwo auf den Weltmeeren schwimmt. Dem einfachen Äußeren des Schiffsbildes entspricht die sachlich-großzügige Inneneinrichtung. Die Fotos zeigen Kommando-
brücke und Mannschaftsmesse.





V. l. n. r.: Die Taufpatin Frau Dr. Frey, Dr. Voltz, Prof. Dr. Stödter, Dr. Knappertsbusch



Stapellauf „Tugelaland“

Am Mittwoch, den 2. Februar, lief das Motorschiff „Tugelaland“ vom Stapel. Bis wenige Tage vor dem Stapellauf blockierten Eisberge die Ablaufbahn, bis wenige Stunden vor dem Stapellauf war es so dick, daß man kaum eine Schiffslänge weit sehen konnte, und der Wasserstand war ziemlich weit unter normal. So hätten also drei ganz verschiedene Gründe uns etwas in den Weg legen können . . . Doch als es soweit war schien die Sonne, das Eis war weg, genug Wasser da, und das Schiff lief ab comme il faut.

Bereits zwei Schiffe dieser Bauart haben wir vor nicht langer Zeit fertiggestellt: die „Tabora“ und die „Talana“, beide für die Deutschen Afrika Linien. Auch die „Tugelaland“ ist für den Afrikadienst bestimmt, wie ja die gleiche Bauweise schon vermuten läßt. Das Schiff wird im Auftrag der **Globus Reederei GmbH Hamburg** gebaut und soll im Südafrikadienst der **South African Lines Ltd.** Kapstadt eingesetzt werden, die ja, wie bekannt, im Gemeinschaftsdienst mit den Deutschen Afrika Linien fahren.

Die wesentlichen Merkmale dieses Motor-Schiffstyps sind folgende: Die „Tugelaland“ wird ein Einschraubenfracht-



schiff vom Volldeckertyp mit Einrichtungen für zwölf Fahrgäste. Sieben wasserdichte Schotten teilen den Rumpf in fünf Laderäume. Die Maschine liegt zwischen Raum 4 und Raum 5. Das Schiff hat eine über den Laderaum 1 sich erstreckende lange Back und eine an das Brückenhaus anschließende Poop.

Drei freistehende Masten und zwei paar Ladepfosten mit dem dazugehörigen Ladegeschrir bilden die bordeigenen Umschlageinrichtungen. Zu dem Ladegeschrir gehören 22 Ladebäume, von denen der stärkste Schwergut bis zu 150 t tragen kann, ein anderer 25 t hebt. Alle anderen sind für 5/10 t bzw. 3/5 t Tragkraft dimensioniert.

Der Gesamtladerauminhalt einschließlich der Ladekühlräume und Ladeöltanks beträgt etwa 21 000 m³ bzw. 747 000 cu.ft.

Das Schiff erhält einen direkten Diesel-Motoren-Antrieb durch einen einfachwirkenden Zweitakt-Kreuzkopf-Dieselmotor mit Abgasturbo-Aufladung, Bauart Original MAN,

Type K 6 Z 78/155 mit einer Leistung von 9 600 PSe bei 118 Umdrehungen pro Minute. Der Motor ist für Schweröl eingerichtet. Die Probefahrtsgeschwindigkeit des Schiffes beträgt 19 kn.

Die Hauptabmessungen sind:

Länge über alles	156,10 m
Länge zwischen den Loten	144,67 m
Breite auf Spanten	20,50 m
Seitenhöhe 1. Deck	12,10 m
Seitenhöhe 2. Deck	8,90 m
Tragfähigkeit	13 400 tdw

Das Schiff erhält die Klasse „Germanischer Lloyd“ + 100 A 4 E und wird unter Aufsicht dieser Klassifikationsgesellschaft gebaut.

Die Kühlanlage soll außerdem auch nach Lloyd's Register of Shipping + RMC und nach Germanischer Lloyd + KAZ klassifiziert werden.

* * *



Auf unserer Großhelling wächst der dritte Shelltanker heran.



Gleich nach Ablauf der „Tugeland“ wurde ein neues Schiff auf Kiel gelegt: das 6000 tdw Kühl-Motorschiff S. 813 für die Reederei Laeisz.



kleine chronik der weltsechiffahrt...

Werftfrangliste 1965

Mitsubishi, Nagasaki	618 226 BRT
Ishikawajima-Harima, Aioi	487 906 "
Hitach, Inoshima	422 500 "
Götaverke, Göteborg	416 407 "
Mitsui, Tamano	349 310 "
Kure-Werft, Kure	319 450 "
Kawasaki, Kobe	302 530 "
Ishikawajima-Harima, Yokohama	298 568 "
Mitsubishi, Kobe	267 298 "
Eriksberg, Göteborg	248 347 "
Kieler Howaldtswerke, Kiel	228 700 "
Kockums, Malmö	228 059 "

UPI

Der Norddeutsche Lloyd hat wieder eine „Europa“. Am 18. Januar traf das 21 511 BRT große Schiff mit 340 Passagieren an Bord in New York ein. Schon vier Tage später lief es zur ersten der geplanten sieben Kreuzfahrten in die Karibische See aus. Der Norddeutsche Lloyd hatte das Schiff von den Svenska Amerika Linien gekauft und umgebaut. Es wurde 1953 gebaut und fuhr früher unter dem Namen „Kungsholm“. Inzwischen haben die Schweden eine neue „Kungsholm“ in Dienst gestellt.

*

Immer fragt man zu Beginn eines neuen Jahres: Wie sieht die Bauleistung des vergangenen Jahres aus, in welcher Reihenfolge rangieren die Handelsflotten, die Werften der Nationen im internationalen Wettbewerb?

Die amtlichen Zahlen von Lloyds liegen inzwischen vor und einige uns wichtig erscheinende sollen hier mitgeteilt werden. Die Bauleistungen sind insgesamt, um es vorwegzunehmen, trotz der Sorgen, die die einzelnen Unternehmen haben, gewaltig. Der 1965 abgelieferte Schiffsraum war im ganzen fast viermal so hoch wie der des guten Vorkriegsjahres 1938! Die Tatsache, daß die Bauleistung der Deutschen Werft 1938 höher lag als 1965, kennzeichnet die deutsche Situation. Eine kolossale Verschiebung hat stattgefunden, über die wir ja schon oft berichtet haben. (Vergl. z. B. Heft 5/65 S. 14 ff.) Wieder tritt Japans führende Position deutlich in Erscheinung: es liegt mit 41,5% mit Abstand an der Spitze. Unter den 1965 führenden zehn Werften befinden sich acht japanische! An vierter und an zehnter Stelle stehen schwedische, an elfter Howaldt Kiel, ganz dicht gefolgt von einer weiteren schwedischen Werft.

Der deutsche Anteil beträgt 8,8%, und damit liegt die Bundesrepublik an vierter Stelle. Hier zum Vergleich die Ablieferungsergebnisse von 1965 und 1964:

Ablieferungen im Weltsechiffbau

	1965		1964	
	Schiffe	BRT	Schiffe	BRT
Japan	699	4 885 605	699	3 763 932
Großbritannien und Nordirland	176	1 281 538	152	808 066
Schweden	77	1 265 763	73	1 034 394
BR Deutschland	212	1 035 099	184	826 779
Frankreich	103	485 638	95	529 825
Norwegen	110	459 532	110	369 472
Italien	44	399 177	55	461 620
Polen	55	316 843	47	238 138
Jugoslawien	29	229 763	23	177 843
Spanien	151	225 091	139	235 505
USA	116	218 345	68	249 826
Dänemark	58	209 245	46	277 961

Insgesamt wurden in der ganzen Welt im verflossenen Jahr 2202 Schiffe mit 11,76 Mill. BRT gebaut. Das ist das höchste Ergebnis seit dem Kriegsjahr 1943, in welchem die Sorge um den Nachschub ganze Transportflotten buchstäblich aus dem Boden stampfen ließ. Nimmt man die neu in Dienst gestellten Schiffe einmal unter die Lupe, so zeigt sich, daß der Tonnageanteil im Vergleich zum Vorjahr bei

den Tankern etwas zurückgegangen, bei Trockenfrachtern und Bulk-Carriern beträchtlich gestiegen ist:

	Tanker		Trockenfrachter usw.	
	Anzahl	BRT	Anzahl	BRT
1964	296	5 621 945	1 736	4 461 880
1965	323	5 245 286	1 879	6 517 965

Betrachtet man schließlich die Baubestände der einzelnen Länder am Jahresende, so ergibt sich das folgende Bild, das die Bundesrepublik auf dem 3. Platz zeigt. Doch ob dritter oder vierter, das will nicht viel besagen, wenn die Abstände so gering sind, daß ein einziges Schiff ein Platztausch bewirken kann. Im großen und ganzen haben wir unsere Stellung behauptet:

Weltsechiffbaubestände am 31. 12. 1965

	Schiffe	BRT	Welt-Anteil in %	Veränderung
				gegen 30. 9. 1965
Japan	199	3 299 422	30,10	+ 113 413
Großbritannien	184	1 388 327	12,67	— 220 748
Bundesrepublik	116	820 517	7,48	+ 31 155
Schweden	44	766 850	7,00	— 237 401
Italien	79	693 494	6,33	+ 219 243
Spanien	218	561 197	5,12	+ 39 921
Frankreich	84	441 863	4,03	— 9 564
Norwegen	91	406 442	3,71	— 102 997
Polen	58	397 739	3,63	— 16 791
Niederlande	96	374 876	3,42	+ 10 669
Jugoslawien	39	338 978	3,09	— 9 793
USA	50	337 977	3,08	+ 11 671

*

Einen schweren Verlust erlitt die Ister Reederei GmbH Bremen. Der erst 1962 auf der Werft AG Weser gebaute 18 816 tdw Massengutfrachter „Kremsertor“ sank am 20. Januar im Sturm, nachdem seine Erzladung verrutscht war und das Schiff soviel Schlagseite bekam, daß es — vermutlich durch Lüfter — langsam vollief. Die Besatzung wurde dank des entschlossenen Einsatzes der britischen Küstenwacht, die mit Flugzeugen Schlauchboote abgeworfen hatte, vollständig gerettet.

*

Atavistische Reste eingefleischter Strandräubermoral oder Schildbürgerstreich, das ist die Frage, die sich einem aufdrängt, wenn man von der „Bergung“ des Mittelschiffs des zu verlängernden Massengutfrachters „Carl Trautwein“ durch die Langeooger erfährt. — Auf der Überführungsfahrt war die Schlepptrasse gebrochen, und behutsam setzte die See das Stück Schiff auf den flachen Strand. Die Langeooger haben zur Bergung lediglich den Versuch beigetragen, mit allen Mitteln zu verhindern, daß die Eigentümer den Kolob wieder abschleppen konnten — was diesen dann doch gelang, nachdem sie die schikanösen Ankerketten bemerkten. Man möchte den armen Insulanern wirklich mal was Gutes gönnen; aber in diesem Falle ist ihnen zu wünschen, daß sie die Prozeßkosten bezahlen. cl.

Bohrinseln

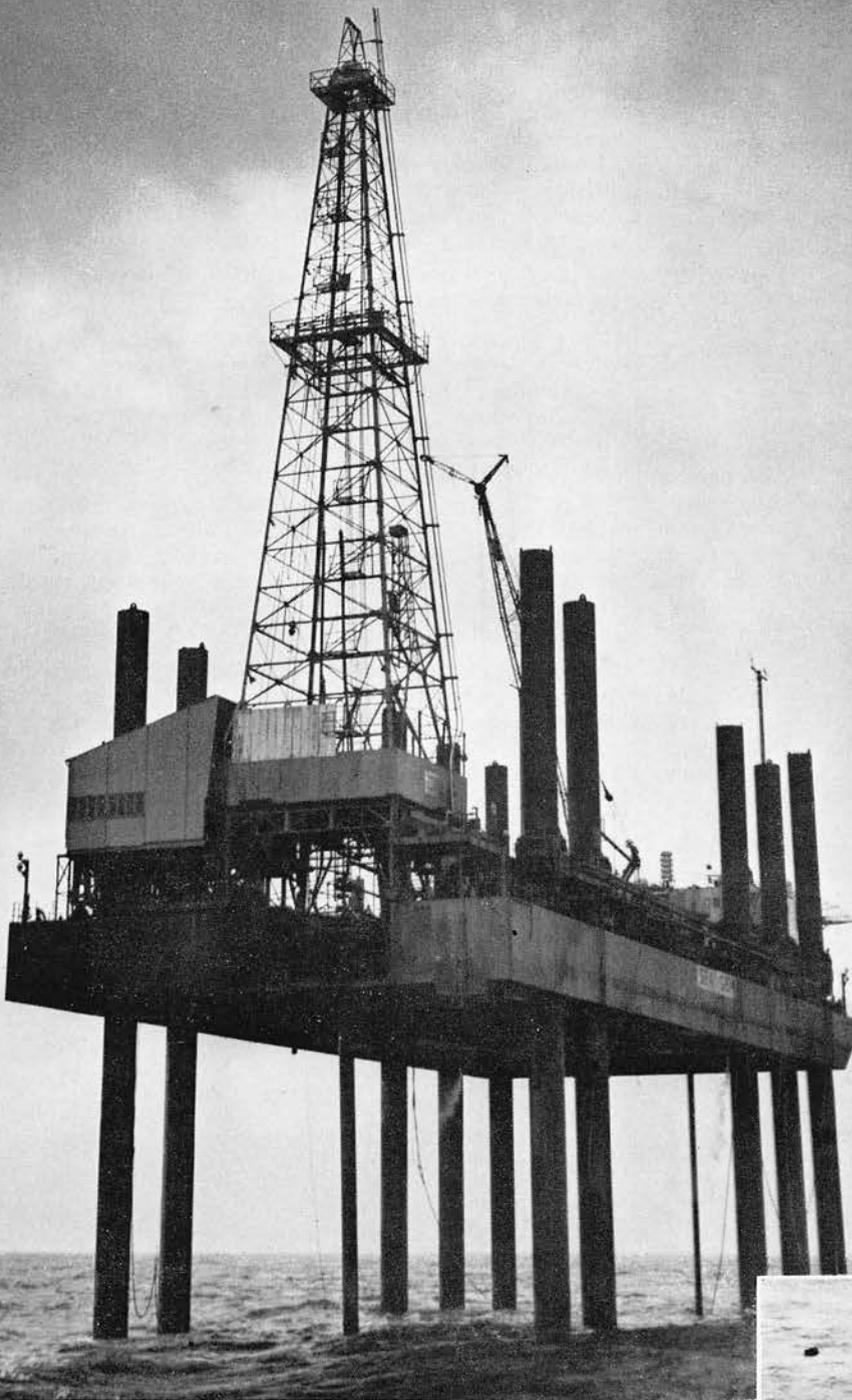
Am 27. Dezember sank 35 Seemeilen ostwärts der Humber-Mündung die Bohrinsel „Sea Gem“. Dreizehn Tote sind zu beklagen und 28 Millionen Mark beträgt der verlorene Sachwert. Man hatte, wie es in der Tagespresse hieß, bereits fündig Erdgas erhoben und die Insel sollte verholt werden. Dabei haben sich anscheinend Schwierigkeiten beim Hochholen der Stützen ergeben. Der Schwimmkörper wurde leck und die Insel sank innerhalb einer Viertelstunde.

Dieses Ereignis ganz besonders, aber auch schon die besorgniserregenden Meldungen vom 21. November, als die Bohrinsel „Transocean No I“ bei einem Positionswechsel von einem Orkan überrascht wurde und in Seenot zu geraten drohte, rufen die Aufmerksamkeit des Schiffbauers nicht minder wach als die der Bohrgesellschaften. Wir erinnern uns auch der 87tägigen Atlantiküberquerung der Bohrinsel „Mr. Louie“ im Frühjahr 1964. Bohrinseln sind keine Schiffe, aber man verlangt von ihnen auch Eigenschaften wie von einem Seeschiff, vor allem was Schwimmfähigkeit und Stabilität anbetrifft. Der zunehmende Einsatz von Bohrinseln soll uns veranlassen, einmal etwas über das „Offshore-Bohren“, — das Bohren vor der Küste — zu berichten. Herr Burkant von der DEA stellte uns liebenswürdigerweise die nachfolgenden Ausführungen zur Verfügung.

1. Die Bohrinsel „Sea Gem“ auf Position im Betrieb.

*

2. Mit Bojen markiert ist die Stelle, wo sie heute liegt.



UPI

Im Jahre 1964 hat mit der ersten Bohrung in der Nordsee ein neuer Abschnitt der Bohrtechnik in Deutschland begonnen. Durch seismische Untersuchungen hat sich bestätigt, was unsere Geologen schon lange vermutet haben, daß nämlich im Untergrund der Nordsee in etwa 4000 bis 5000 m Tiefe Strukturen vorhanden sind, die auf Erdgaslagerstätten hoffen lassen.

Es ist verständlich, daß sich die Geologen und Lagerstätten-Fachleute schon früher darüber Gedanken machten, ob ein in der Nähe einer Küste befindliches Öl- oder



Gasvorkommen sich bis in den See-Untergrund erstreckt und dort eventuell neue Felder gefunden werden können. Dem Bohrtechniker wurde damit die Aufgabe gestellt, Mittel und Wege zu finden, diese vermuteten Lagerstätten anbohren zu können.

Zunächst ging man daran, in bereits bekannten küstennahen Feldern Bohrungen unmittelbar am Strand abzuteufen, die dann mit Richtkeilen so abgelenkt wurden, daß sie bei Erreichen ihres Zieles möglichst weit in den See-Untergrund vorgestoßen waren. Dieser Methode waren aber dadurch Grenzen gesetzt, daß Bohrungen nur bis maximal 40° Neigung noch sicher und wirtschaftlich abgeteuft werden konnten. Außerdem wurde die zu bohrende Strecke natürlich erheblich größer und damit die Bohrung teurer. Der nächste Schritt war, daß man Bohranlagen auf kleinen Plattformen oder Stegen im Wattenmeer so aufbaute, daß sie immer etwas über dem höchsten Wasser standen. So wurde die erste bekannte Offshore-Bohrung der Welt im Jahre 1896 von einem hölzernen Steg aus — der die Pazifikbrandung überbrückte — vor der Küste von Summerland/Californien abgeteuft. Es ist nicht bekannt, in welche Tiefen die Bohrung vorstoßen konnte und welchen Erfolg sie hatte. Es ist anzunehmen, daß das Experiment mißlang, da es weitere 15 Jahre dauerte, bis 1911 von der Guffey Petroleum (später Gulf Oil) im Caddo-See an der Grenze zwischen Louisiana und Texas von einer durch Pfähle gestützten Plattform eine Bohrung niedergebracht wurde, die vermutlich ihr Ziel erreichte.

Damit waren die ersten „Schritte auf das Wasser“ getan; es begann nun eine rege Tätigkeit. Vor allem in den Jahren 1923 bis 1933 wurden in den Binnengewässern der USA an der Golfküste zahlreiche neue Verfahren entwickelt und ausprobiert. So gab es Bohranlagen umgeben von Deichen oder Spundwänden aus Holzmatten, Anlagen

auf Plattformen, oder Kombinationen von Plattformen und künstlichen Erdinseln.

1930 wurde das erste Bohrschiff eingesetzt und im Jahre 1933 wurde die erste versenkbare Bohrbarge konstruiert, die später noch näher beschrieben werden soll. In den Jahren 1928/1929 wurden erstmals Betonpfähle für den Bau von Plattformen verwendet, da in den salzigen Gewässern die Holz- und Stahlgerüste sehr schnell unbrauchbar wurden. 1933 brachte man das erste Bohrloch im Golf von Mexiko in etwa 3,5 m Wassertiefe und 900 m von der Küste entfernt von einer Holzplattform aus nieder. 1937 errichteten Pure und Superior 1¼ Meilen von der Küste entfernt die bis dahin größte Plattform mit 30×90 m Grundfläche und etwa 4,5 m über mittlerem Hochwasser.

Standard Oil Texas bohrte 1938 erstmals in der Galvestone Bay etwa eine Meile von Cedar Point.

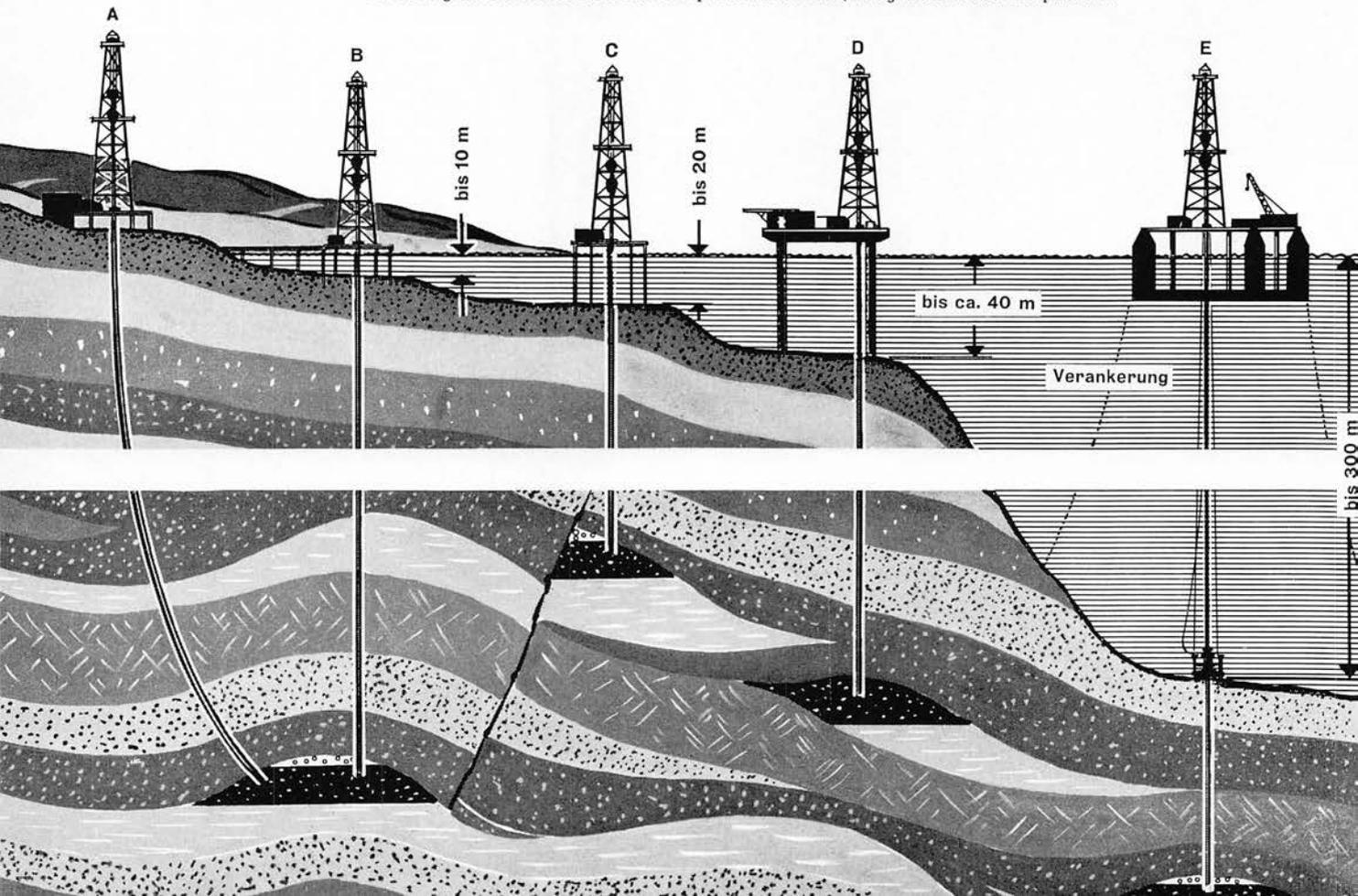
1940 entdeckte British American etwa 8 Meilen südwestlich von Sabine Pass in 3050 m Tiefe ein Olivorkommen. Die Bohrung wurde von einer festen Plattform, die von 232 Holzpfählen getragen wurde, abgeteuft und war wohl die tiefste Offshore-Bohrung bis zu jener Zeit, die zudem noch fündig wurde.

Um die Tilbury-Gasfelder von Süd-Ontario zu erweitern, wurde 1943 im Eriesee von der Consolidated Weste eine Bohrung angesetzt. Der früh einsetzende Frost zwang, die Bohrung einzustellen. Die hölzerne Plattform wurde von Eisschollen gerammt und der Bohrlochskopf abgerissen.

Diese Niederlage im Kampf gegen die Natur nahmen die Techniker aber nicht ohne weiteres hin. Es wurden neue und verbesserte Methoden entwickelt, um auf dem Wasser auch unter schlechten Bedingungen wie Seegang, Wind, Eis und Strömung bohren zu können.

Abb. 3 Entwicklung der Schelibohrtechnik:

- A Schrägbohrung vom Küstenvorland (unter bestimmten Voraussetzungen auch heute noch üblich)
- B Bohrung von einer Stegplattform (etwa bis 1930)
- C Bohrung von fest eingebauter Plattform (bei geringen Wassertiefen heute noch üblich)
- D Bohrung von Schwimmplattform mit ausfahrbaren Stützbeinen (etwa ab 1940)
- E Bohrung mit fernmontiertem Bohrlochkopf von verankerter, halbgetauchter Schwimmplattform



1946 wurde die letzte Plattform auf Holzpfählen (383 Stück) südöstlich der Eugene-Inseln etwa 6 Meilen von Land entfernt errichtet. Hier kamen aber schon die ersten Stahlträger (52 Doppel-U-Träger) zur Versteifung hinzu. Die in der Folgezeit gebauten Plattformen waren dann nur noch Ganzstahlkonstruktionen.

Je weiter man mit den Plattformen in tiefes Wasser weit vor die Küste hinaus ging, desto vielfältiger wurden die zu lösenden Probleme. Der Transport von Material und Menschen über die immer größer werdenden Entfernungen machte Schwierigkeiten. Die Inseln mußten größer gebaut werden, um Lagermöglichkeiten und Unterkünfte zu haben. Außerdem stellten die größeren Wassertiefen, Seegang und Wind höhere Anforderungen an die Festigkeit der Bauwerke. Das Rammen der vielen Standpfähle erforderte viel Zeit und Material und war entsprechend teuer. Die Forderung an die Ingenieure war also: Möglichst kleine, standfeste Inseln, die aber genügend Lagerplatz hatten und schnell von einer Lokation zur anderen umgebaut werden konnten.

1947 baute das Konsortium Kerr-McGee-Philipps und Stanolind eine kleine Plattform, auf der nur der Bohrturm, die Maschinenanlagen und die Spülungstanks standen. Alle anderen Geräte sowie Lager für Gestänge und Rohre und die Unterkünfte befanden sich auf einem schwimmenden Tender, der neben der Insel verankert lag. Über eine schiefe Ebene konnte das Material in den Bohrturm gezogen werden. Das erste Experiment mit dieser kombinierten Anlage war ein voller Erfolg und ließ diese Methode auf lange Jahre hinaus zur vorherrschenden für Offshore-Bohrungen im Golf von Mexiko werden. 1950 griff die Union Oil das alte System der Bohrschiffe wieder auf und entwickelte es weiter. Wie schon erwähnt, wurde 1933 das erste versenkbare Bohrschiff für das flache Wasser im Maracaibosee in Venezuela gebaut, der Gedanke aber vorerst nicht weiter verfolgt, da der Weltkrieg und Grenzschwierigkeiten die Erschließung des schon 1930 entdeckten Feldes verhinderten. 1955 endlich begann dann die Entwicklung des Feldes und in den Jahren 1958/1959 entstand ein Wald von Bohrtürmen in dem Binnensee Venezuelas.

Die weiter entwickelten Bohrschiffe trugen auf hohen Aufbauten den Bohrturm und die Maschinenanlagen, wurden zur Lokation geschleppt und dort durch Fluten des Schiffskörpers auf den Seegrund abgesenkt. Die Bohranlage stand dann knapp über dem Wasserspiegel der relativ ruhigen See und bohrte durch den Schiffsboden hindurch das Bohrloch. Waren die Bohrarbeiten beendet und die Lokation sollte verlassen werden, so pumpte man das Wasser aus dem Schiffsrumpf oder verdrängte es durch Prelluft. Das Schiff hob sich mit der Bohranlage und konnte dann abgeschleppt werden. Hier gelang es erstmals, die Vorarbeiten und den Umbau zur nächsten Lokation erheblich zu verkürzen. Diese Methode konnte aber natürlich nur in sehr niedrigem Wasser angewendet werden.

Die 1949 erstmalig eingesetzten schwimmenden Bohrschiffe mußten die Bohranlage und alle zusätzlichen Einrichtungen tragen und an der Lokation so verankert werden, daß der Bohrturm immer genau über dem Bohrloch stand.

Das Bohren von Schiffen aus hat sich gut bewährt, wenn es auch nur in relativ ruhigem Wasser möglich ist. Auch heute noch sind Bohrschiffe an den Küsten der verschiedensten Länder tätig. So bringt die „Nola III“ für ein Konsortium, an dem auch die DEA beteiligt ist, eine Bohrung im Persischen Golf bei Dubai an der Piratenküste nieder.

Bei der „Nola III“ steht der Bohrturm seitlich an einer Bordwand, während es andere Schiffe gibt, wo die Türme mittschiffs oder zwischen zwei Schwimmkörpern (Cata-maran-Typ) stehen. Nach 1950 ist eine Vielzahl von neu-konstruierten Bohrschiffen gebaut und eingesetzt worden.

Hier ein Überblick über die modernen Bohranlagen, die heute in fast allen Weltmeeren zu finden sind.

Einer der größten Vertreter moderner Hubinseln ist die neuerbaute „Transocean No. I“, die am 2. 2. 1965 mit den Bohrarbeiten in der Nordsee begonnen hat. (Abb. 5)

Die Hubinsel kann man als eine Weiterentwicklung der früheren festen Plattform bezeichnen. Die Beine der festen Plattform mußten in den Meeresboden gerammt, das Deck errichtet und darauf die Bohranlage aufgebaut werden.

Dies erforderte viel Zeit und Geld. Die Hubinsel besteht aus einem großen Schwimmkörper, in dessen Bauch viele technische Einrichtungen wie Lagerhallen, Tanks usw. sowie die Mannschaftsunterkünfte mit Schlaf- und Wohnräumen, Küche und Duschen Platz haben. Dieser Schwimmkörper ist also fast ein Schiff, zwar rechteckig und etwas plump, aber er schwimmt und nimmt dazu noch eine Menge sperriger Güter an Bord. Dieser Schwimmkörper hat nun mehr oder weniger viele Durchlässe für die Beine, durch die die Beine gehoben und gesenkt werden können.

„Transocean No. I“ z. B. hat sechs Beine an seinen beiden Längsseiten. Diese Beine sind Stahlrohre von 3,66 m Durchmesser und etwa 71 m Länge, auf die Zahnstangen geschweißt werden. Auf dem Schwimmkörper steht an jedem Bein ein Hubwerk mit einer Hubkraft von etwa 1200 t. Die Hubwerke greifen mit Zahnrädern in die Zahnstangen der Beine und können diese so auf- und abwärts bewegen.

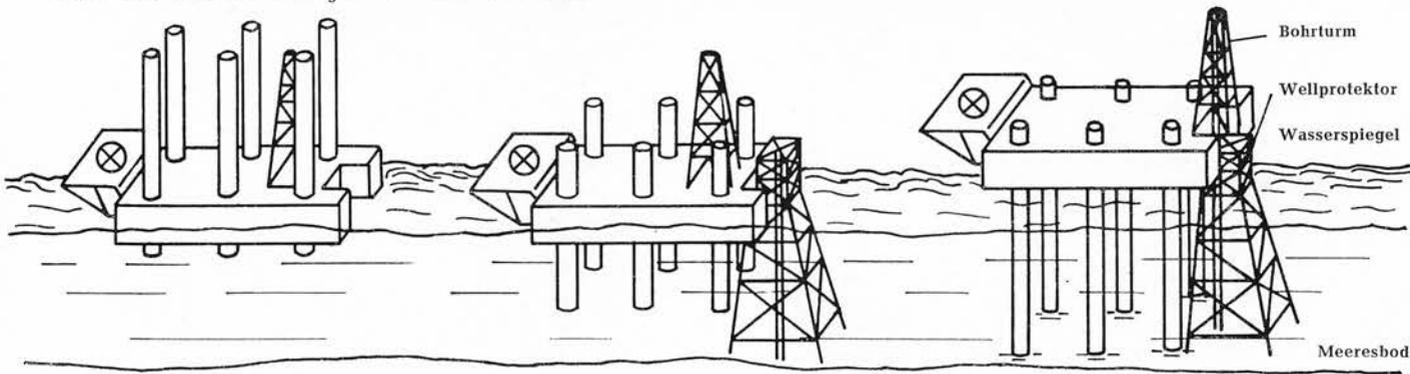
Das Absetzen geschieht folgendermaßen: Die Hubinsel wird von vier bis fünf Schleppern zur Lokation geschleppt, an der schon der „Well-Protector“ steht, ein Stützgerüst für den Bohrlochskopf. Schon auf dem Transport werden die Beine so weit herabgelassen, wie es die Wassertiefe erlaubt. Langsam schiebt sich die Hubinsel dann mit ihrem Einschnitt um den Well-Protector, die Beine werden bis zum Meeresboden herabgelassen und finden dort einen festen Stand. Jetzt kommt der kritische Moment. Die Anlage schwimmt nicht mehr, sie steht aber auch noch nicht sicher, da sie tief ins Wasser eintaucht und starke Wellen sie anheben können. Sie ist — für einen kurzen Moment nur — ein gestrandetes Schiff. Doch die Hubwerke arbeiten weiter und heben den Schwimmkörper bald aus dem Wasser so hoch heraus, daß auch die größte Welle ihn nicht mehr erreichen kann. Dieser Absetzvorgang erfordert viel Geschicklichkeit und großes Können, sowohl von der Besatzung der Schlepper, die die Hubinsel genau auf Position halten müssen solange sie schwimmt, als auch von der Besatzung der Insel, die die Hubwerke bedient.

Es ist darum verständlich, daß diese Arbeiten nur bei relativ ruhiger See durchgeführt werden können. Nach dem Absetzen wird der Bohrturm, der zum Transport nach mittschiffs verschoben wurde, wieder hydraulisch über den Einschnitt und damit über den Well-Protector und das Standrohr geschoben. Damit sind die Vorbereitungen getroffen, und ein neues Bohrloch kann abgeteuft werden. Abbildung 4 zeigt eine schematische Darstellung des Absetzvorganges.

Die Abbildung 5 zeigt eine moderne Hubinsel mit drei Gittergerüstbeinen. Nach dem Absetzen auf dem Meeresgrund werden die Beine dieser Anlage zur Bohrplattform hin angewinkelt und geben so dem Gerät einen überaus sicheren Stand.

Außerdem wird auf diesem Bild eine weitere technische Einrichtung sichtbar, die speziell für das Offshore-Bohren entwickelt wurde. Bei den bisherigen Nordsee-Bohrungen führte die Verrohrung bis über den Meeresspiegel, wurde durch einen Well-Protector abgestützt und erst hoch über dem Wasser wurden die Absperrorgane, die sog. Preventer, montiert. Die neue Einrichtung erlaubt es, die Preventer auf dem Meeresgrund abzusetzen. Die Einzel- und Austauschteile der Garnitur werden an Führungsseilen

Abb. 4 Schematische Darstellung des Absetzens einer Hubinsel



Schwimmend, auf dem Wege zur Lokation

schwimmend, an der Lokation mit teilweise abgesenkten Beinen

über dem Wasser aufgerichtet

hinabgelassen und durch automatische Kupplungen dicht und fest miteinander verbunden. Alle Absperr- und Steuerungsvorgänge werden von der Bohranlage hydraulisch gesteuert. Die „Underwater Completion“ — wie die Einrichtung genannt wird — ist in der Abbildung 6 vergrößert gezeichnet.

Oben beschrieben wir die Entwicklung der versenkbaren Bohrschiffe. Eine Weiterentwicklung der versenkbaren Bohrschiffe, als Schiff aber kaum noch zu erkennen, ist die „Rig 54“.

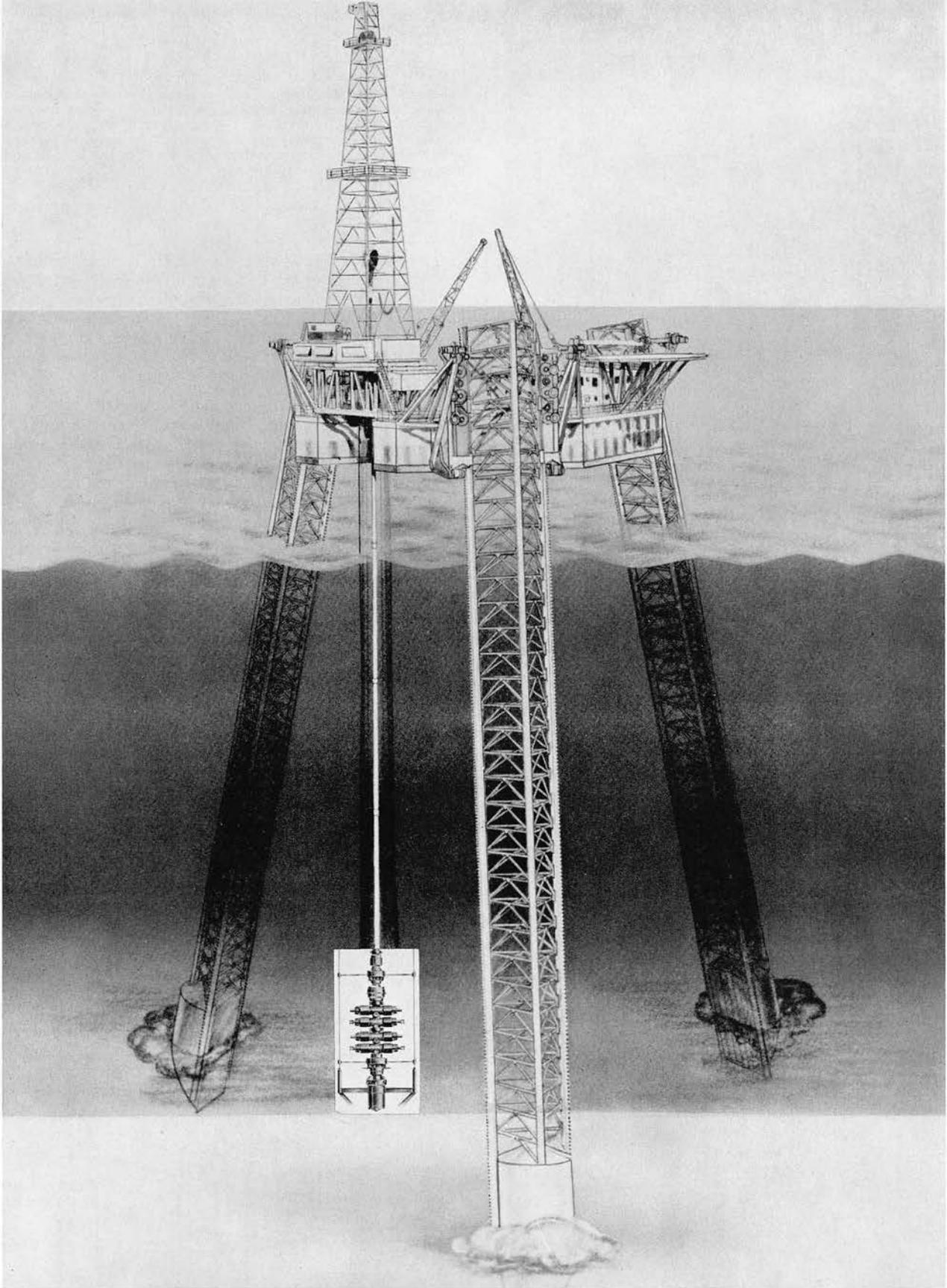
Die Bohrplattform hat eine dreieckige Grundfläche, die von drei feststehenden Stahlrohrbeinen getragen wird. Die Stahlrohrbeine haben mehrere Meter Durchmesser, tragen am unteren Ende ebenfalls hohle Standflächen und laufen

nach oben hin konisch an. Diese hohlen Standflächen und Beine sind die Schwimmkörper der Anlage. An der neuen Lokation angekommen, werden die Schwimmkörper geflutet, und die Insel taucht langsam tiefer, bis die Standflächen den Meeresboden erreicht haben. In diesem Zustand ragt die Bohrplattform mit dem Bohrturm und den Unterkünften noch so weit aus dem Wasser, daß auch stärkerer Wellengang sie nicht erreichen kann. Vorteile dieses Anlagentyps sind das rasche Aufsteigen und Absenken und die große Standfestigkeit. Als Nachteil verzeichnet man den festen Abstand der Schwimmkörper zur Plattform, wodurch sie nur in einem beschränkten Wassertiefenbereich eingesetzt werden kann. Die älteste Anlage dieses Typs, gebaut 1950, ist heute noch im Einsatz und für

Hauptabmessungen der bei den Kieler Howaldtswerken AG gebauten „Transocean No. 1“

Länge über alles	84,962 m	Höhe des Wohndecks	10,312 m
Breite über alles	45,646 m	Höhe der Hubschrauber-Plattform	13,360 m
Länge des Pontons	68,808 m	Länge der Beine	69,776 m
Breite des Pontons	42,671 m	Durchmesser der Beine	3,661 m
Seitenhöhe	5,436 m		





5

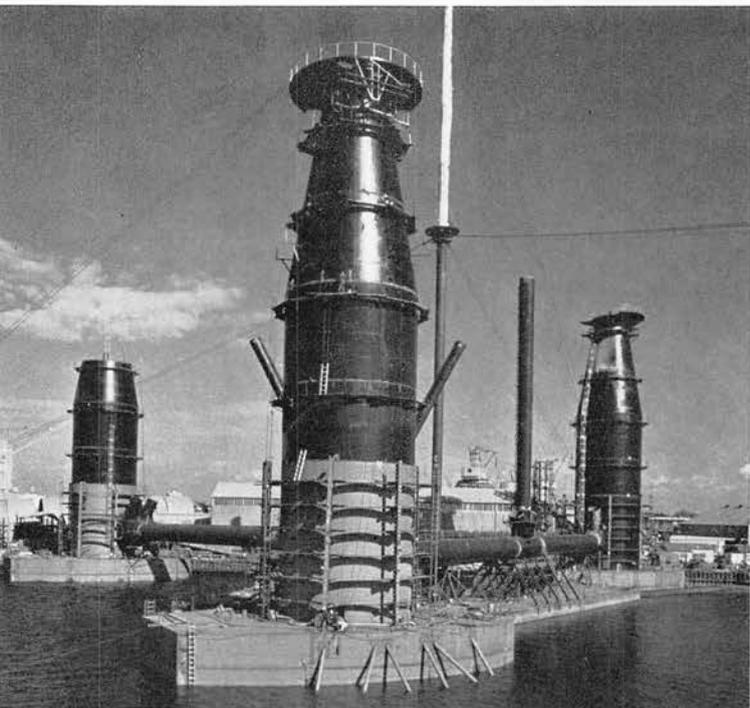
6 m Wassertiefe konstruiert. Neueste Anlagen können bei Wassertiefen bis zu 50 m eingesetzt werden. (Abb. 6) Eine andere Anlage, die wir hier vorstellen wollen, gehört ebenfalls wie die „Rig 54“ zum Typ der „submersiblen Anlagen“, wird aber meist nicht auf dem Meeresgrund abgesetzt, sondern arbeitet im halbgetauchten Zustand: Die „Oceandriller“, mit einer V-förmigen Grundform. Durch sie erreicht man eine große Stabilität und die Möglichkeit, den Bohrturm fast genau in den Schwer-

punkt zu stellen, dort, wo sich die Schlingerbewegungen der tief schwimmenden Insel kaum bemerkbar machen. Die Bohrplattformen dieser „Halbtaucher“-Typen ruhen ebenfalls auf feststehenden hohlen Standrohren, die noch durch ebenfalls hohle Stabilisatoren miteinander verbunden sind. An der Lokation werden die Hohlkörper ebenfalls geflutet. In flachen Gewässern kann die Anlage auf den Meeresgrund abgesetzt werden, ebenso wie die „Rig 54“. Der große Vorteil aber ist, daß das Gerät auch in tiefen Gewässern arbeiten kann, wo die Beine den Grund



Abb. 6—8

Die Bilder zeigen Modell und Bau einer Bohrinsel für die Southeastern Drilling Inc. Die Insel kann schwimmen, beliebig weit weggetaucht oder auch — in Tiefen bis etwa 50 m — auf Grund gesetzt werden. Die Ecksäulen sind 84 m voneinander entfernt. Das Gesamtgewicht der Insel entspricht etwa dem Leergewicht eines 24 000-t-Tankers. Abb. 8 zeigt den Stapellauf eines Schwimmfußes.



nicht erreichen. Hier wird die Anlage so weit geflutet, daß sie, ähnlich wie ein Eisberg, mit dem größten Teil der Hohlkörper unter Wasser schwimmt. Das Deck ragt soweit aus dem Wasser, daß es bei heftigem Wellengang nicht ins Wasser taucht. Die tieftauchenden wassergefüllten Hohlkörper geben der Insel eine große Stabilität und eine ruhige Lage, auch bei starkem Wellengang.

Wie wir aus der historischen Entwicklung des Offshore-Bohrens gesehen haben, dringt man bei der Suche nach Erdöl und Erdgas in immer tiefere Gewässer vor. Den „Halbtaucher“-Anlagen, die zur Zeit noch selten im Einsatz sind, wird dann in Zukunft immer mehr Bedeutung zukommen.

Für das „Mohole-Projekt“ ist ebenfalls eine „Halbtaucher“-Anlage, wie sie die Abb. 9 zeigt, in Bau.

Dieses Gerät wird in der Lage sein, in 5500 m Wassertiefe zu bohren. Bei dieser Wassertiefe ist es natürlich unmöglich, die Insel durch konventionelle Anker auf Position zu halten. Zwar ist das Bohrgestänge sehr biegsam, zumal es 5,5 km frei ohne seitlichen Halt im Wasser steht, aber trotzdem muß sichergestellt werden, daß die Anlage immer annähernd über dem Bohrloch schwimmt. Der zulässige Schwoikreis wird mit etwa 150 m Radius angegeben. Die Mohole-Bohranlage wird nicht verankert werden, sondern mit Hilfe eines eigenen Antriebs manövrierfähig sein.

Um die Bohrinsel herum sind über und unter Wasser Sender fest verankert, deren Signale von Empfängern auf der Insel aufgenommen und zu einer Rechenzentrale weitergeleitet werden. Hier werden die Signale vollautomatisch ausgewertet und, wenn nötig, der Maschinen- und Steuerungsanlage die entsprechenden Korrekturbefehle erteilt.

Es wird sicherlich noch einige Zeit vergehen, bis alle technischen Probleme des Mohole-Projekts gelöst sind. In der Geschichte des Offshore-Bohrens aber wird es ein großer Schritt nach vorne sein.

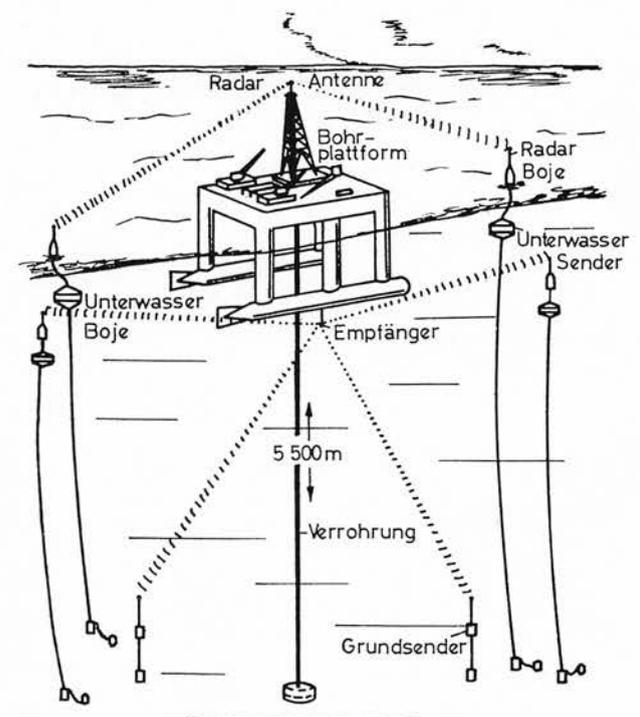
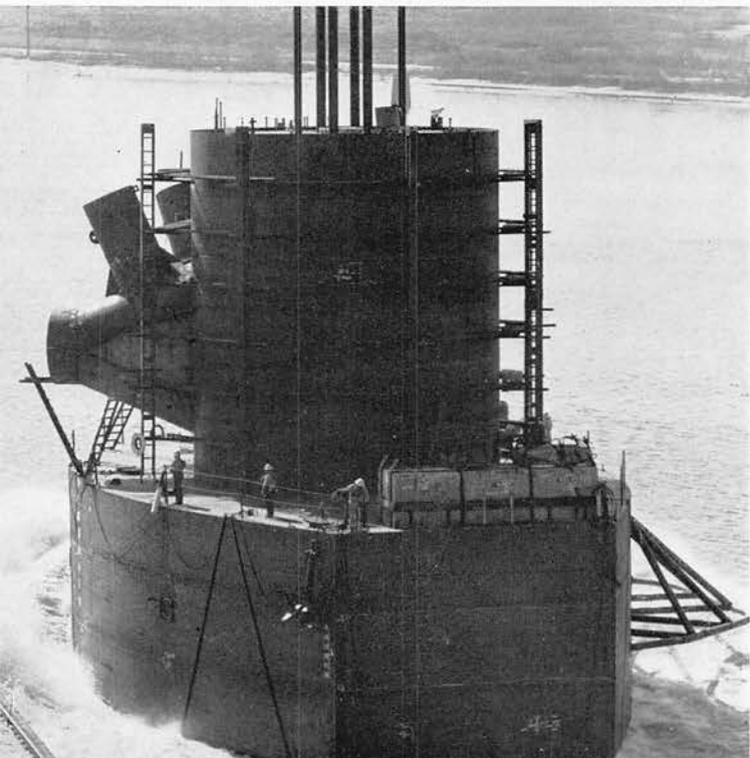


Abb. 9 Skizze der Mohole-Bohranlage mit elektronischem System zur Positionssteuerung

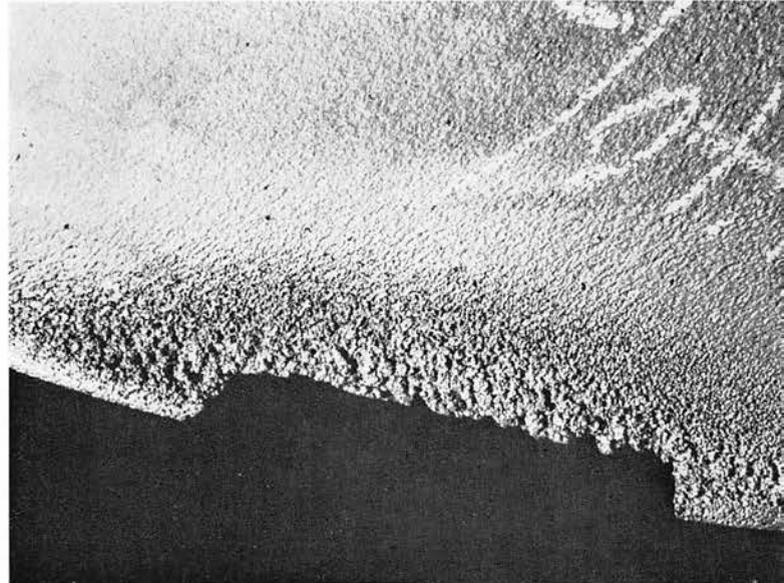
Kavitationsschäden an Schiffspropellern

Von Hans Brehme *

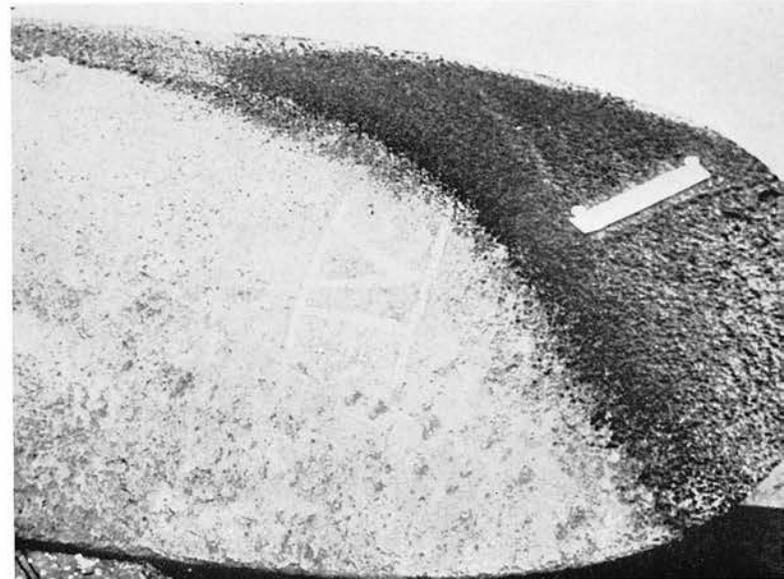
Besichtigt man den Propeller eines Schiffes, das eine Zeitlang in Dienst gewesen ist, so kann man gelegentlich in bestimmten Bereichen Zerstörungen auf der Flügelfläche beobachten. Diese Stellen sind scharf begrenzt oder mit einer weniger angegriffenen Übergangszone umgeben. Die übrige Fläche des Propellers ist jedoch glatt und sauber. Die Stärke des Angriffes kann sehr verschieden sein. Der erste Anfang zeigt sich in einer Verfärbung der schwachen Oxydschicht, die sich auf der Propelleroberfläche im Seewasser bildet. Im nächsten Stadium ist die Oxydschicht abgetragen und das blanke Metall ist sichtbar. Bei stärkerem Angriff sieht die Oberfläche gehämmert aus und zeigt beim Befühlen leichte, etwa fingerkuppengroße Dellen. Bei mikroskopischer Beobachtung ist die Oberfläche noch unzerstört und ohne Risse. Es zeigt sich, daß eine gewisse Oberflächenverfestigung und -streckung eingetreten ist. Bei weiterem Angriff treten feinste Risse auf, die allmählich zusammenwachsen, und es werden einzelne Partikel aus der Oberfläche herausgebrochen. Sodann werden größere Teile abgetragen, so daß die Oberfläche zerklüftet und außerordentlich rau aussieht. Die Tiefe der Erosionen nimmt rasch zu und beträgt bald viele Millimeter. Die weitere Zerstörung kann das gesamte Material der Flügelwandstärke erfassen, so daß durchgehende Löcher oder an den Kanten herausgebrochene Stücke festzustellen sind. Im allgemeinen werden diese Schäden im äußeren Drittel der Flügel beobachtet. Besonders die Saugseite der Flügel, das heißt die dem Schiffskörper zugewandte Seite des Propellers, ist gefährdet. Die Erosionsstellen können auf schmale, etwa handtellergroße Stellen beschränkt sein; sie können aber auch die ganze Flügelspitze von etwa 0,5 R an der eintretenden Kante bis etwa 0,7 R an der austretenden Kante erfaßt haben. Wenn Kavitations-Erosionen auf der Druckseite zu beobachten sind, so liegen sie meist in der Nähe der eintretenden Kante in der Gegend von 0,8 R und verlaufen oftmals über einen gewissen Bereich parallel zu der Eintrittskante des Flügels. Unter bestimmten Umständen kann auch eine eng begrenzte, sehr starke Kavitations-Erosion in der Hohlkehle zwischen dem Flügel und der Propellernabe auftreten. Bemerkenswert ist, daß bei sorgfältig hergestellten Propellern in den meisten Fällen die Erosionsstellen auf allen Flügeln an der gleichen Stelle in gleichem Umfang und in nahezu gleicher Stärke der Zerstörung festzustellen sind. Dies gilt auch für die Propeller von Schwesterschiffen, sofern diese nach der gleichen Entwurfszeichnung hergestellt wurden und die Schiffe unter ähnlichen Betriebsbedingungen und über eine vergleichbare Zeitdauer gefahren sind. Beim Vergleich von Propellern aus verschiedenen Werkstoffen, die nach im wesentlichen gleichen Entwürfen hergestellt wurden und unter den gleichen Betriebsbedingungen liefen, stellt man fest, daß der Grad und die Ausdehnung der Ero-



Örtlich begrenzte Kavitations-Erosion auf der Saugseite eines Flügels



Starke Kavitations-Erosionen auf der Saugseite an der Austrittskante



Stark erodierte Flügelspitze eines Stahlguß-Propellers

* Fa. Theodor Zeise, Spezialfabrik für Schiffsschrauben, Hamburg-Altona

sionsstellen in folgender Reihenfolge zunimmt: Nickel-Mangan-Aluminium-Bronzen, Sondergußmessing mit Nickelzusatz, Sondergußmessing („Mangan-Bronze“), legierter Stahlguß, unlegierter Stahlguß, Gußeisen. Betrachtet man die beiden Gruppen: Kupferlegierungen und Eisenlegierungen, so stellt man fest, daß in der angegebenen Reihenfolge sowohl die Seewasserbeständigkeit als auch die technologischen Eigenschaften (Zerreißeigenschaft, Streckgrenze, Oberflächenhärte) abnehmen. Außerdem ist festzustellen, daß von den Kupferlegierungen zu den Eisenlegierungen ein starker Sprung in der Stärke der Erosionen unter sonst gleichen Bedingungen vorhanden ist. Da der Wirkungsgrad eines Schiffspropellers u. a. wesentlich von der Oberflächenreibung abhängt und um so besser ist, je glatter die

cher Aufrauungen nicht nur im Hinblick auf die Lebensdauer des Propellers, sondern auch bezüglich seiner Eigenschaften zu studieren. Übrigens kann man ähnliche Beobachtungen, wie sie hier geschildert sind, an anderen Strömungsmaschinen, bei denen hohe Strömungsgeschwindigkeiten auftreten, wie z. B. an Wasserturbinen, Pumpenrädern, in Rohrkrümmern usw., machen.

Diese Zerstörungen der Flügeloberfläche sind auf eine mechanische Einwirkung des Wassers zurückzuführen, die die Folge einer physikalischen Erscheinung ist, der sogenannten Kavitation. Dieser mechanische Angriff kann durch chemische Korrosionseffekte des Seewassers merklich unterstützt werden, was auch aus der oben genannten Reihenfolge der Standfestigkeit verschiedener Materialien hervorgeht.

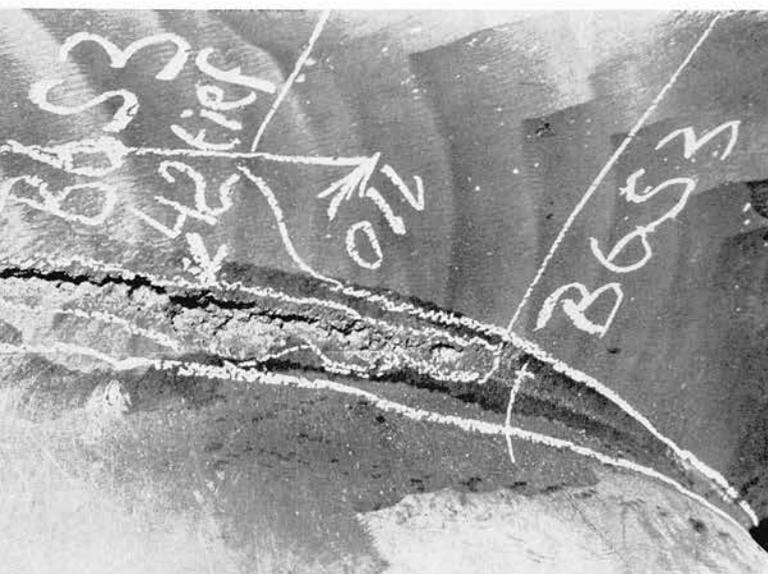
Befindet sich ein fester Körper einer bestimmten Dicke in einer Flüssigkeits-Strömung, in unserem Falle also in einer Wasserströmung, so werden die Stromfäden um den Körper herumgelenkt. Da das Wasser praktisch nicht zusammendrückbar ist, steigt die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich dieses festen Körpers, sofern man von der Grenzschicht unmittelbar an der Oberfläche, die durch die Reibung verlangsamt und verwirbelt ist, absieht. Es besteht ein physikalisches Gesetz, nach dem unter sonst gleichen Bedingungen mit einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit eine Verminderung des örtlichen Druckes verbunden ist, deren mathematische Formulierung von Daniel Bernoulli stammt. Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten ist die örtliche Druckabnahme erheblich. Erreicht sie eine bestimmte Grenze, die durch die Temperatur der Umgebung gegeben ist, so geht das Wasser von dem flüssigen in den gasförmigen Aggregat-Zustand über. Diese kritische Grenze für den Druck bezeichnet man als die Dampfspannung der Flüssigkeit. Aus der „Dampf tafel“ ist die Dampfspannung als Beziehung zwischen Druck und Temperatur zu entnehmen. Bei normalem Druck siedet das Wasser bei 100° C. Erhöht man den Druck z. B. in einem Dampfkessel, so siedet das Wasser bei höherer Temperatur. Vermindert man umgekehrt den Druck, d. h. geht man z. B. auf einen hohen Berg, so siedet das Wasser bei entsprechend niedrigerer Temperatur. Dies gilt natürlich auch für den umgekehrten Vorgang, bei dem das Wasser vom gasförmigen in den flüssigen Zustand übergeht. Diesen Vorgang nennt man Kondensation (z. B. herrscht in einem Kondensator einer Dampfturbinen-Anlage bei 30° C ein Vakuum von etwa 96 %, das einem absoluten Druck von 0,04 kp/cm² entspricht). Sinkt in einer strömenden Flüssigkeit der örtliche Druck, der sich aus dem Anteil, der aus der Geschwindigkeitserhöhung und dem Anteil, der aus der statischen Druckhöhe der darüberliegenden Wassersäule und Luftsäule zusammensetzt, auf den Wert der Dampfspannung, so geht das Wasser in seinen gasförmigen Zustand über; das heißt, es bildet sich eine Dampfblase.

Diesen Vorgang bezeichnet man als Kavitation (nach lateinisch cavus = Loch, Hohlraum). Beim Sieden wird von außen Energie in Form von Wärme zugeführt und bei der Kondensation Energie in Form von Wärme durch das Kühlwasser abgeführt. Bei der Kavitation ist ebenfalls Energie beim Übergang von dem flüssigen in den dampfförmigen Aggregatzustand erforderlich, die aber aus dem Medium selbst entnommen wird. Ebenso wird bei der Kondensation der Kavitationsbläschen Energie frei, die allerdings im wesentlichen als mechanische Energie und nur zu einem geringen Teil als Wärme abgegeben wird, wobei letztere, insbesondere wegen der außerordentlichen Kürze an Zeit nicht abgeführt werden kann. Theoretisch kann der Unterdruck, nachdem die Grenze der Dampfspannung erreicht ist, nicht mehr kleiner werden. Daher begrenzt die Kavitation in dem Bereich, in dem sie auftritt, die von dem festen Körper auf das Wasser übertragene Kraft. Dies wirkt sich dahin aus, daß bei genügend ausgedehnter Kavitation der vom Propeller an das Wasser abgegebene Schub nicht mehr im gleichen Maße zunimmt wie ohne



Kavitations-Erosionen auf der Druckseite eines Flügels

Oberfläche ist, und da dieser Reibungsverlust von dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers entlang der Oberfläche abhängt, ist es verständlich, daß eine Aufrauung der Propelleroberfläche in den Bereichen, wo die Wassergeschwindigkeit groß ist, das heißt in der Nähe der Flügelspitze, den Wirkungsgrad merklich beeinflusst. Es ist daher notwendig, das Problem der Vermeidung sol-



Kavitations-Erosionen in der Hohlkehle eines Hochleistungspropellers

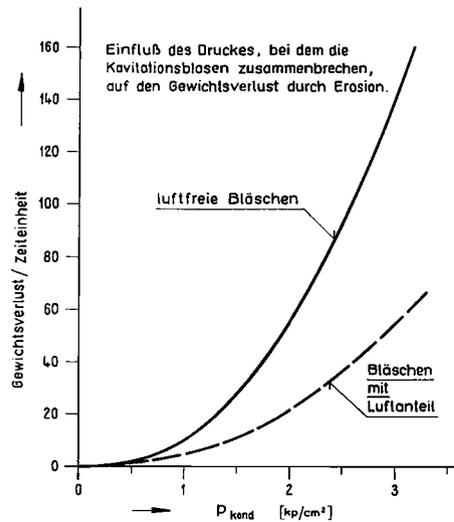
Kavitation. Damit nimmt auch die Leistungsaufnahme des Propellers nicht mehr in gleichem Maße zu, und der Propeller beginnt „durchzugehen“, d. h. eine höhere Drehzahl anzunehmen, als zu erwarten ist. Gleichzeitig sinkt auch der Umsetzungswirkungsgrad (Propellerwirkungsgrad), der Maschinenleistung in die Schubleistung des Propellers. Allerdings sind diese Einflüsse sekundärer Art, da im allgemeinen viel früher schädliche Erosionen verursacht werden.

Auch in der ruhenden Flüssigkeit ist ein ähnlicher Vorgang zu beobachten: So findet unter normalen Druckverhältnissen die Saughöhe einer Kolbenpumpe ihre Grenze bei etwa 10 m, da dann das Gleichgewicht zwischen der angesaugten Wassersäule und dem umgebenden Luftdruck erreicht ist. Zwischen Kolben und Wassersäule bildet sich eine Dampfblase in gleicher Weise, wie sie bei der Kavitation für das strömende Wasser beschrieben wurde.

In Wirklichkeit sind allerdings die Verhältnisse beim Entstehen der Kavitationsblasen wesentlich komplizierter, als sie hier dargestellt wurden. Wie beim Erreichen der Siedetemperatur eine Siede-Verzögerung eintreten kann, kann auch der kritische Druck durch eine ähnliche Verzögerung der Kavitations-Blasenbildung unterschritten werden. Versuche haben gezeigt, daß Flüssigkeiten unter bestimmten Bedingungen Scher-Spannungen aufnehmen können, die einem negativen Druck entsprechen. So tritt z. B. eine starke Verzögerung des Kavitationsbeginnes ein, wenn man vorher das Wasser weitgehend von Staubpartikelchen und gelöstem oder in feinsten Verteilung vorhandenem Gas (Luft) befreit und anschließend für längere Zeit einem sehr hohen Druck unterworfen hat. Dies deutet darauf hin, daß ähnlich wie bei der Kondensation oder der Kristallisation „Kerne“ oder, allgemeiner gesagt, Inhomogenitäten vorhanden sein müssen, an denen der Übergang von dem einen Aggregatzustand in den anderen beginnen kann. In natürlichem Wasser sind allerdings immer eine ausreichende Anzahl von Inhomogenitäten vorhanden, so daß der Verzug des Kavitationsbeginnes gering ist. Beobachtet man in einem Strömungskanal Kavitationserscheinungen an einem umströmten Körper, so treten verschiedene Formen auf. Diese hängen im wesentlichen von der Steilheit des Druckabfalles und des Druckanstieges ab, wobei diese wiederum in Zusammenhang mit der Belastung, z. B. des Propellerflügels bzw. des betrachteten Propellerflügelprofils steht. Bei langsamem Druckabfall tritt eine große zusammenhängende Kavitationsblase auf. Man bezeichnet diese als Schicht-(oder Laminar-)Kavitation. Diese endet bei langsamem Druckanstieg in einer etwas nach innen aufgerollt erscheinenden Kante. Bei schnellem Druckanstieg löst sie sich in einzelne Blasen auf, die mit der Strömung abgeführt werden. Bei schnellerem Abfall des Druckes treten sofort einzelne Blasen auf, und schließlich sind bei sehr plötzlichem Abfall des Druckes Dampf wolken, d. h. Bläschen sehr kleiner Abmessungen zu sehen. Oft sind in diesen Dampf wolken etwas größere Blasen vorhanden, so daß das Bild einen brodelnden und kochenden Eindruck macht. Auch in diesen Fällen werden beim Druckanstieg die entstandenen Blasen und Bläschen mit der Strömung abgeführt, bis sie kondensieren.

Die entstandenen Kavitationsblasen wandern mit der Strömung. Kommen sie hierbei in Gebiete, wo der Druck wieder ansteigt, so kondensieren sie nicht sofort in ähnlicher Weise, wie sie entstanden sind, sondern sie verringern ihr Volumen. Eine Änderung ihres Energie-Inhaltes findet hierbei nur unwesentlich statt, so daß die schließliche Kondensation implosionsartig geschieht, wobei auf sehr kleinem Raum sehr große Überdrücke entstehen. Die Stärke des Implosionsdruckes hängt davon ab, ob die Kondensation in der Nähe der Dampfspannung oder bei höherem Druck stattfindet, d. h. sie hängt im wesentlichen von der Steilheit des Druckanstieges ab. Außerdem wirkt ein Luftanteil in den Kavitationsblasen dämpfend. So kann

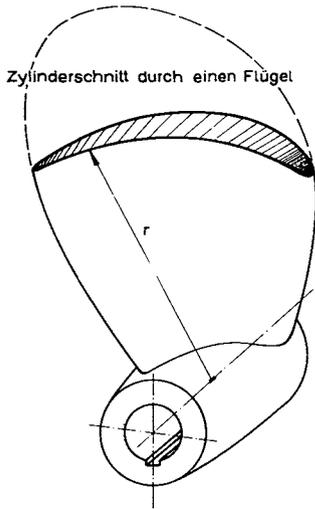
bei langsamem Druckanstieg eine Kondensation der Kavitationsbläschen erfolgen, ohne daß eine Erosion der Oberfläche erfolgt. Dies ist der Fall, wenn nur Laminar-Kavitation auftritt. Da sich die Oberfläche der meisten Werkstoffe



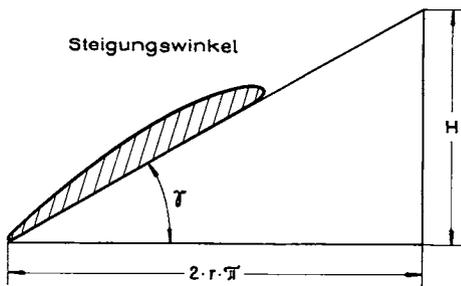
zunächst verfestigt (nicht bei Gußeisen und wenig bei Stahlguß), so hört die Beeinflussung der Oberfläche in einem bestimmten Stadium, z. B. dem „gehämmerten“ Zustand auf. Wenn jedoch ein sehr plötzlicher und steiler Druckanstieg erfolgt, wie es bei einer Druckseitenkavitation in der Nähe der eintretenden Kante der Fall ist, sind starke Erosionen die Folge. Daher muß man eine etwaige Druckseitenkavitation unter allen Umständen vermeiden! Berechnungen haben ergeben, daß die örtlichen Drücke 10 000 bis 20 000 kp/cm² betragen. Da diese Implosionen in sehr großer Zahl auftreten, entsprechen sie einer hochfrequenten Wechselbeanspruchung des Werkstoffes, wenn die Kondensation im Bereich der Oberfläche des Körpers erfolgt. Da die Streckgrenze aller bekannten Materialien unter 100 kp/mm² liegt ($\approx 10\,000\text{ kp/cm}^2$), so erklärt sich die zunächst auftretende Oberflächenstreckung des Materials, die bei kleineren Wandstärken, z. B. am Austritt mit einer Wölbung des Profils nach unten verbunden sein kann. Die Wechselfestigkeit des Materials, die niedriger als die Streckgrenze liegt, wird überschritten und es treten im weiteren Verlauf an der Oberfläche — aber auch unterhalb der Oberfläche — mikroskopische Risse auf (Ermüdungsrisse), die mit der Zeit zusammenwachsen und die Festigkeit des Werkstoffes abbauen. Zusätzlich tritt oft eine interkristalline Korrosion auf, so daß der endgültigen Zerstörung des Werkstoffes in diesem Bereich kein Widerstand mehr entgegengesetzt wird. Hieraus geht hervor, daß die Stärke der Erosionen sowohl von der Stärke der Kondensation der Bläschen (also der Steilheit des Druckanstieges), der jeweiligen Zeitdauer, während der an einer Stelle eine solche Kondensation stattfindet, als auch von den technologischen Eigenschaften des Werkstoffes, insbesondere dessen Feinstruktur, abhängt. Eingehende Versuche haben gezeigt, daß kein Werkstoff den Beanspruchungen dieser Art auf die Dauer widersteht. Man muß also versuchen, die „harte“ Kondensation von Kavitationsbläschen im Bereich der Oberfläche von Werkstoffen zu unterdrücken. Hierfür bieten sich zwei Wege an, nämlich einmal das Auftreten von Kavitation überhaupt zu vermeiden, oder wenn dies nicht möglich ist, den Zusammenbruch der Kavitationsbläschen außerhalb des Bereiches der Oberfläche des Körpers erfolgen zu lassen. Als Kompromiß gibt es dann noch die Möglichkeit, die zeitliche Dauer und die Stärke des Zusammenbruches von Kavitationsbläschen

an einer bestimmten Stelle der Oberfläche so zu beschränken, daß in einer vernünftigen Zeit keine oder nur ganz geringe Schäden auftreten, die dann in gewissen Abständen, z. B. Ausschweißen, repariert werden.

Um die Bedingungen des Auftretens von Kavitation an Propellerflügeln etwas näher beschreiben zu können, ist es notwendig, die Strömungsvorgänge am Propellerflügel zu betrachten. Da sich der Propeller um seine Achse dreht, strömt das Wasser angenähert auf einem Kreisbogen über den Propellerflügel. Man betrachtet daher zweckmäßigerweise einen sogenannten Zylinderschnitt durch den Flügel.



Hierbei stimmt die Achse des Zylinders mit der Propellerachse überein. Ein solcher Zylinderschnitt wird auch als „Flügelprofil“ bezeichnet. In die Zeichenebene abgewickelt ist das Flügelprofil um den sogenannten Steigungswinkel gegen die Propellerebene (das ist die Drehebene des Propellers, die auf der Propellerachse senkrecht steht) geneigt.

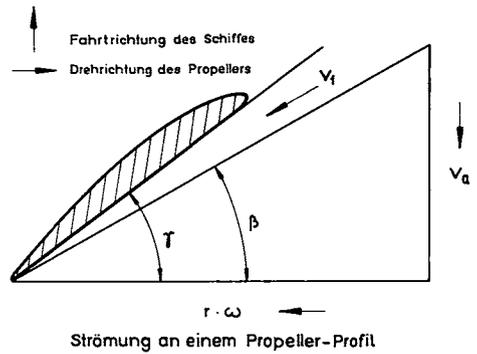


Der Steigungswinkel des Profils ist durch die Beziehung

$$\tan \gamma = H/2r\pi$$

gegeben, worin H die (örtliche) Steigung und r den Radius des Zylinderschnittes bedeuten. Unter „örtlicher Steigung“ sei bei radial variablem Steigungsverlauf die Steigung der Sehne (oder Tangente) an die Druckseite des Profils auf diesem betrachteten Radius r verstanden.

Am Propellerprofil ergibt sich eine Zuströmgeschwindigkeit, die sich aus der Anströmgeschwindigkeit des Wassers parallel zur Propellerachse und der Drehgeschwindigkeit des Propellerprofils zusammensetzt. Beide Richtungen stehen senkrecht aufeinander. Der Winkel β , unter dem

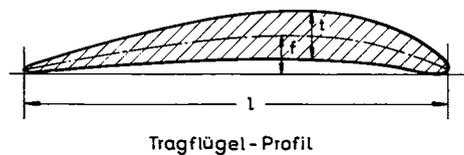


die Strömung das Flügelprofil trifft, ist durch folgende Beziehung gekennzeichnet:

$$\tan \beta = v_a/r\omega,$$

worin v_a die Anströmgeschwindigkeit in achsialer Richtung, r den Radius, auf dem das Profil liegt und $\omega = \pi n/30$ die Winkelgeschwindigkeit des Propellers, der sich mit der minutlichen Drehzahl n dreht, bedeutet. Im allgemeinen ist der Winkel β kleiner als der Steigungswinkel γ , so daß ein positiver „Anstellwinkel“ vorhanden ist (Ausnahmen ergeben sich für bestimmte unsymmetrische oder gekrümmte Profile, bei denen auch noch bei kleinen negativen Anstellwinkeln zur Basislinie ein positiver Auftrieb vorhanden ist).

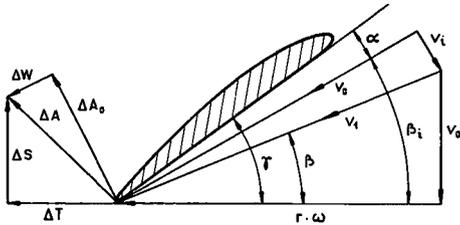
Betrachtet man zunächst die Eigenschaften eines Profils, wobei die Auswahl eines jeweils optimalen Profils außerhalb dieser Betrachtung bleiben soll, da dieses zu weit führen würde. Die wesentlichen Größen sind die Länge des Profils (auch als Profiltiefe bezeichnet) l, die größte Stärke des Profils t und die Wölbung der Profilmittellinie (Skeltellinie) f. Für jedes Profil gibt es eine Anströmrichtung,



die nicht wesentlich von der Richtung der Druckseiten-Tangente (Basislinie des Profils) abweicht, in welcher das Profil der reibungsbehafteten Strömung nur einen Widerstand W entgegensetzt. Abhängig vom Dickenverhältnis des Profils t/l erhöht sich zwar die Geschwindigkeit auf beiden Seiten des Profils, jedoch ist die Druckverminderung in ihrem Gesamtwert über die Länge des Profils auf beiden Seiten gleich groß, so daß sie sich gegenseitig aufhebt. Anders liegen die Dinge, wenn die Anströmung in einer anderen Richtung erfolgt. Hebt man z. B. das Profil mit der Eintrittskante, so daß die Anströmrichtung mit der Basislinie einen (positiven) „Anstell“-Winkel bildet, so ist die Geschwindigkeit auf der Oberseite größer als auf der Unterseite. Da nach dem Bernoullischen Gesetz zu einer größeren Geschwindigkeit ein kleinerer Druck gehört, ist an der Oberseite (daher „Saugseite“) ein Unterdruck und umgekehrt auf der Unterseite („Druckseite“) ein Überdruck vorhanden. Dabei ist abhängig von dem Dickenverhältnis die Geschwindigkeitsvergrößerung gegenüber der ungestörten Zuströmgeschwindigkeit größer als die Geschwindigkeitsverminderung auf der anderen Seite. Daher

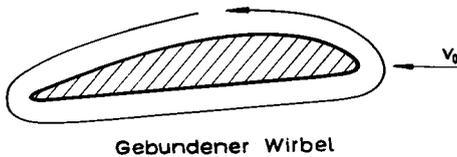
ist die Gestaltung der Saugseite des Profils im Gegensatz zu älteren Auffassungen von wesentlicher Bedeutung für seine Wirkung als „Tragflügel“. Da der Unterdruck auf der Saugseite und der Überdruck auf der Druckseite in gleicher Richtung wirken, tritt eine „Auftriebskraft“ A senkrecht zur Anströmrichtung auf. Diese setzt sich mit dem Profilwiderstand W , der in Richtung der Anströmrichtung wirkt, zusammen, so daß die resultierende Wirkung am Profil leicht nach der austretenden Kante geneigt ist. Schneidet man aus einem Propellerflügel ein Zylinderschnittelement auf dem Radius r heraus, so findet man, daß der anteilige Auftrieb ΔA von dem Anstellwinkel α , der Anströmgeschwindigkeit v_0 der Profiltiefe l und der radialen Ausdehnung Δr dieses Flügelelementes abhängt.

Kennt man diese Größen, so kann man den Anteil ΔA dieses Flügelelementes am Gesamtauftrieb des Flügels berechnen. Da der Flügel auf dem Propellerdurchmesser aufhört, tritt eine Umströmung der Flügelspitze in radialer Richtung von der Druckseite zur Saugseite ein. Sie vermindert den Auftrieb der einzelnen Flügel-Elemente. Um diesen Einfluß zu berücksichtigen, ist es das einfachste, den Anstellwinkel dadurch zu verkleinern, daß man eine Zusatzgeschwindigkeit v_i einführt, die an der Eintrittskante von oben nach unten gerichtet ist.



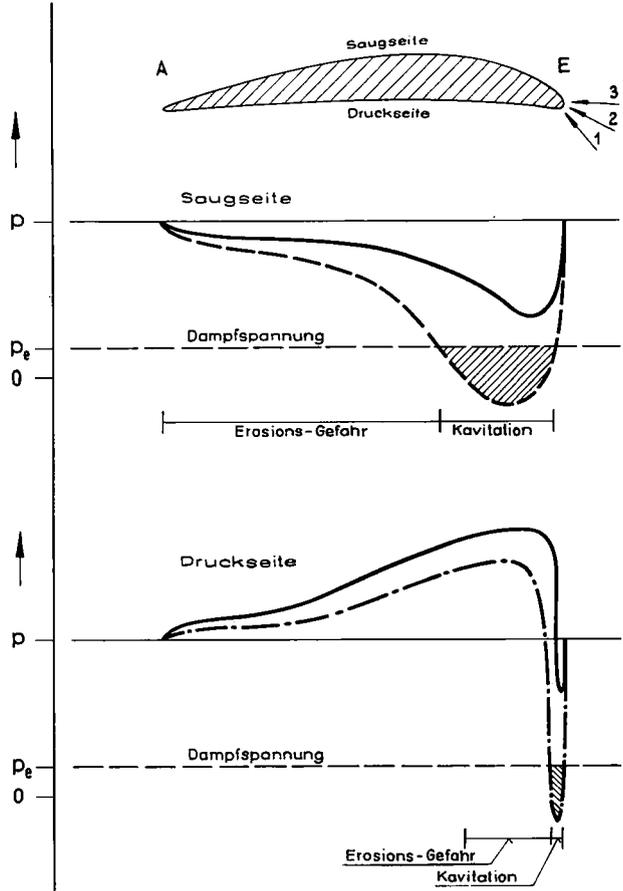
Kräfte und Geschwindigkeiten an einem Propeller-Profil

Die Erhöhung der Geschwindigkeit an der Saugseite und die Verminderung der Geschwindigkeit an der Druckseite kann man sich als eine Überlagerung eines Wirbels über die gleichförmige Zuströmung denken. Da dieser Ersatzwirbel für den Flügel an dessen Stelle gebunden ist, bezeichnet man ihn als „gebundenen Wirbel“ im Gegensatz



Gebundener Wirbel

zu den am Profilende sich ablösenden und mit der Strömung abgeführten „freien Wirbeln“ und dem an der Flügelspitze aus der Umströmung von der Druckseite zur Saugseite entstehenden „Spitzenwirbel“, der oft durch seinen hohlen „Kavitationskern“ — ebenso wie der „Nabewirbel“ — gut sichtbar ist. Die Zirkulation, d. h. die Stärke des gebundenen Wirbels, wird durch die oben erwähnte Zusatzgeschwindigkeit vermindert. Da die Zusatzgeschwindigkeit durch einen Einfluß von Flügelteilen außerhalb des betrachteten Flügelelementes herrührt, bezeichnet man sie auch als „induzierte Geschwindigkeit“. Die Berechnung dieser induzierten Geschwindigkeit und damit des wahren



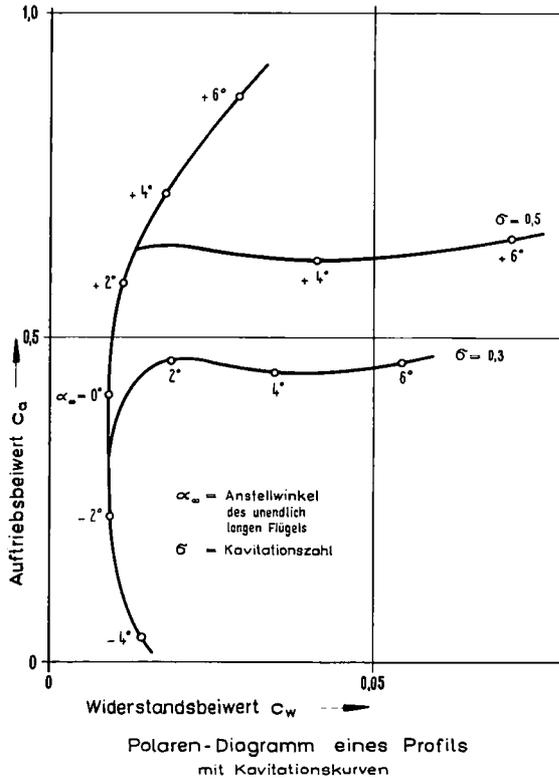
Druckverlauf an einem Profil bei verschiedenen Anstellwinkeln

Anstellwinkels α des Propellerflügel-Elementes ist die Aufgabe der Berechnung eines Propellers nach der „Wirbel“- oder „Tragflügel“-Theorie. Diese ist in den letzten 30 Jahren so weit entwickelt worden, daß ein Propeller für eine gleichförmige, achsparallele Strömung genau berechnet werden kann.

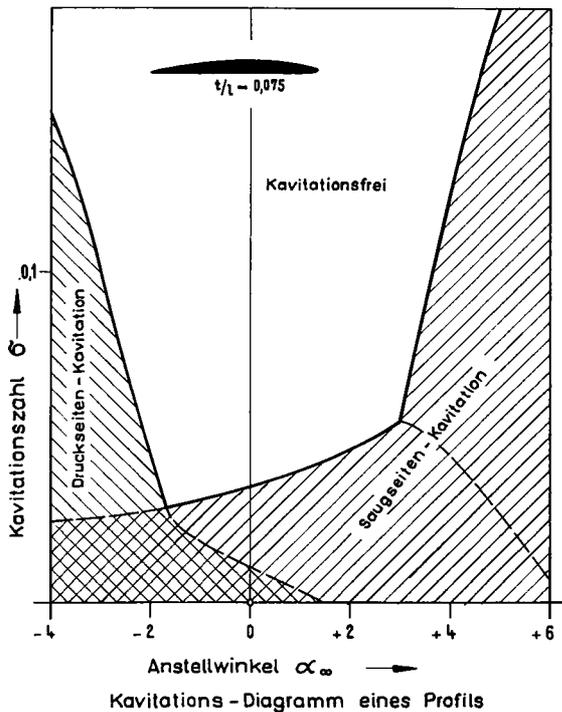
Betrachtet man die Geschwindigkeitsverteilung entlang eines Profils, so stellt sich heraus, daß diese keineswegs überall gleich groß ist. Dies wirkt sich dahingehend aus, daß der Druck entlang des Profils sehr unterschiedliche Werte aufweist. Für eine genauere Untersuchung ist es daher notwendig, den gebundenen Wirbel in eine größere Anzahl verschieden starker Wirbel zu unterteilen (Wirbelbelegung). Diese Einzelheiten würden hier zu weit führen; sie sind jedoch wichtig für die Betrachtung des Kavitationsverhaltens eines Profils. Es ergibt sich nämlich durch die unterschiedliche Geschwindigkeit entlang des Profils, daß der Unterdruck auf der Saugseite sehr verschiedene Werte aufweist, die im allgemeinen nur in einzelnen Bereichen die Kavitationsgrenze überschreiten. Für die gleichförmige, achsparallele Zuströmung kann für ein gegebenes Profil die Druckverteilung an Hand von Versuchsergebnissen und Berechnungen mit einigem Aufwand ermittelt werden. Hierfür benutzt man die sogenannte Kavitationszahl

$$\sigma = (p - p_e) / q,$$

worin p der statische Druck, p_e der Dampfdruck und $q = \rho v_0^2 / 2$ der dynamische (Stau-)Druck ist. Je kleiner σ ist, um so größer ist die Gefahr der Erreichung der Kavitationsgrenze. Andererseits gibt der Betrag von σ , der ja nur von dem Zustand der Strömung vor dem Profil abhängt, noch keinen Hinweis darauf, ob ein bestimmtes Profil tatsächlich kavitiert oder nicht. Hierzu ist es viel-



mehr erforderlich, im Modellversuch die verschiedenen Profilformen unter verschiedenen Anstellwinkeln bei verschiedenen Kavitationszahlen zu prüfen. Da die Kavitationszahl σ eine unbenannte Verhältniszahl ist, können die Modellversuchsergebnisse (unter Berücksichtigung gewisser Maßstabeinflüsse) auf die Großausführung übertragen werden. Trägt man für das betrachtete Profil die Versuchsergebnisse in einem Diagramm auf, so erhält man das sogenannte Polar-Diagramm und das Kavitations-Diagramm dieses Profils. Im Polar-Diagramm sind über dem Widerstandsbeiwert c_w die Auftriebsbeiwerte c_a für die verschie-



denen Anstellwinkel und für verschiedene Kavitationszahlen aufgetragen. Aus diesem Diagramm geht hervor, daß bei einer gegebenen Kavitationszahl der Auftriebsbeiwert auch bei Vergrößerung des Anstellwinkels über einen bestimmten Grenzwert nur noch sehr wenig zunimmt. Im Kavitations-Diagramm des Profils werden als waagerechte Achse der Anstellwinkel α und als senkrechte Achse die Kavitationszahl σ benutzt. Grenzlinien geben an, bei welchen Werten die Kavitation beginnt. Das Diagramm dient dazu, zu überprüfen, ob unter den gegebenen Betriebsbedingungen (Anstellwinkel und Kavitationszahl) Kavitation zu erwarten ist oder nicht und gegebenenfalls ein günstigeres Profil oder günstigere Bedingungen auszuwählen.

Zeigt sich, daß für ein bestimmtes Profil in einzelnen Bereichen der Profillänge die Kavitationsgrenze überschritten wird, so muß konstruktiv versucht werden, den Unterdruck zu vermindern. Dies kann dadurch geschehen, daß der Anstellwinkel verkleinert wird. Damit aber der notwendige Profilauftrieb erreicht wird, muß die Profillänge, auf der dieser kleinere Druck wirkt, vergrößert werden. Daraus ergibt sich, daß das einfachste Mittel zur Verminderung der Kavitationsgefahr die Vergrößerung der Profillänge l , d. h. die Vergrößerung der Flügelbreite (und damit des Flächenverhältnisses des Propellers) ist. Es zeigt sich jedoch, daß eine einfache Verlängerung des Profils nur sehr wenig in dieser Richtung beiträgt, da die in der Verlängerung für den Abbau der Unterdruckspitze hinzukommende Druckdifferenz sehr gering ist. Man muß daher gleichzeitig die Krümmung der Profilmittellinie erhöhen. Das hat zur Folge, daß bei gegebener maximaler Profilstärke t oft auch die Druckseite des Profils gekrümmt ist. Dabei ergibt sich jedoch eine neue Profilform, deren Eigenschaften erneut überprüft werden müssen. Hieraus ist ersichtlich, daß eine einfache Vergrößerung des Flächenverhältnisses in den wenigsten Fällen zum Ziel führt, sondern daß weitergehende Überlegungen angestellt werden müssen, um einen kavitationsfreien Propeller für die gleichförmige, achsparallele Strömung zu erhalten. Betrachtet man Propeller für große Leistungen und hohe Kavitationsgefahr, so erkennt man, daß diese breite Flügel mit einer mehr oder weniger gekrümmten Druckseite erhalten müssen.

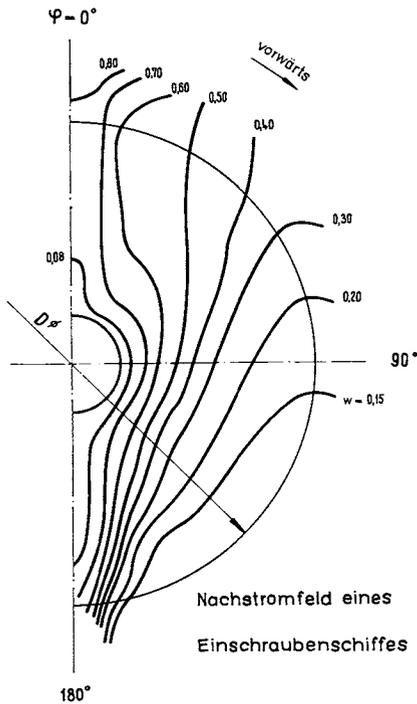
Hier befindet sich der Propellerkonstrukteur in einem gewissen Dilemma, da eine größere Flügelfläche den Reibungsanteil vergrößert und damit den Propellerwirkungsgrad verringert.

Um einen Propeller-Entwurf auf sein Kavitationsverhalten zu überprüfen, wird ein Modellpropeller im Kavitationstank geprüft. Ein Kavitationstank ist ein geschlossener vertikaler Umlauftank, dessen Meßstrecke im oberen waagerechten Teil angeordnet ist. Der Modellpropeller wird in der Meßstrecke auf eine Welle aufgesetzt, die von außen angetrieben wird. Leistungsaufnahme, Drehzahl und Schub des Propellers können außerhalb des Tanks gemessen werden. Im Umlaufkanal wird ein Unterdruck hergestellt. Nachdem die auf den Modellmaßstab umgerechneten Werte eingestellt sind, ergeben sich Kavitationserscheinungen an dem Modellpropeller, die bis auf einen gewissen Maßstabeffekt mit denen der Großausführung übereinstimmen. Um diese Kavitationserscheinungen beobachten zu können, wird durch einen Kontakt an der Welle eine Serie von Blitzten ausgelöst, die den Propeller bei jeweils der gleichen Stellung anleuchten, so daß der Propeller scheinbar stillsteht. Auf diese Weise können die Kavitationsblasen sehr genau beobachtet werden und es kann die Beobachtung mit der Berechnung verglichen werden. Für normale Betriebsbedingungen ist es in den meisten Fällen möglich, den Propeller so zu konstruieren, daß in gleichförmiger Zuströmung keine Kavitation auftritt, wobei der Kavitationsversuch als Kontrolle dient. Da bei Zweischaubenschiffen die Propeller verhältnismäßig frei liegen, gelten für sie im wesentlichen die Ergebnisse eines

solchen Kavitationsversuches mit gleichförmiger Strömung. Erst bei sehr viel größeren Leistungen, Drehzahlen und Schiffsgeschwindigkeiten, wie sie z. B. bei Kriegsschiffen vorhanden sind, ist mit gewissen Kavitationserscheinungen auch im gleichförmigen Strömungsfeld zu rechnen.

Bei einem Einschraubenschiff liegen die Verhältnisse für den Propeller wesentlich komplizierter. Der Propeller arbeitet in dem sogenannten Nachstromfeld des Schiffes. Legt man eine Meßebeane senkrecht zur Fahrtrichtung des Schiffes dorthin, wo sich später der Propeller befindet, so kann man für die verschiedenen Punkte dieser Ebene die jeweilige Wassergeschwindigkeit und die Strömungsrichtung angeben. Eine solche Messung kann im Versuchstank hinter dem geschleppten Schiffsmodell vorgenommen werden.

Die Ergebnisse werden in Diagrammen dargestellt, wobei man sich im allgemeinen auf den Anteil der Strömung parallel zur Längsachse des Schiffes beschränkt. Verbindet man die Punkte gleicher Geschwindigkeit, so erhält man Linien, die man als Isotachen bezeichnet. Um Vergleiche zwischen verschiedenen Modellen und bei verschiedenen Geschwindigkeiten des Schiffes anstellen zu können, werden die Relativwerte der Schiffsgeschwindigkeit v_a/v oder meist deren Ergänzung zu 1, d. h. die Werte der örtlichen

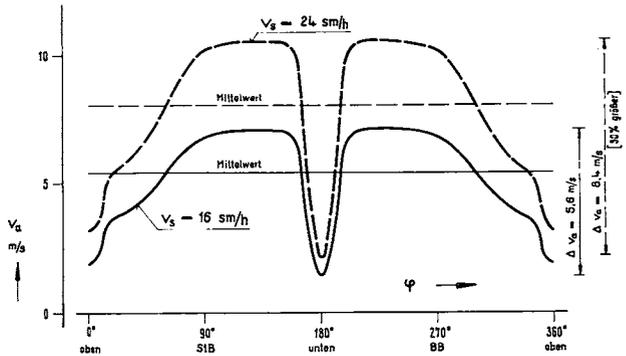


Nachstromziffer w aufgetragen. Betrachtet man ein solches Diagramm, so findet man hinter dem Steven, d. h. oberhalb und unterhalb der Propellermittle, große Werte für w (0,7 bis 0,95), also sehr langsame Zuströmgeschwindigkeiten, und seitlich der Propellerwelle sehr kleine Werte (0,05 bis 0,15), d. h. sehr große Zuströmgeschwindigkeiten. Hierbei liegt das Maximum der Zuströmgeschwindigkeit schräg unten. In diesem ungleichförmigen Feld arbeitet der Propeller, wobei die „Schräganströmung“, d. h. die Strömungskomponente in der Propellerebene, noch nicht berücksichtigt ist. Wenn der Propeller „richtig“ ausgelegt sein soll, dann muß er für den Mittelwert der Zuströmung zum Propeller ausgelegt werden. Damit wird die Forderung erfüllt, daß der Propeller hinter dem Schiff bei einer bestimmten Schiffsgeschwindigkeit bei der verlangten Drehzahl die verlangte Maschinenleistung aufnimmt.

Außerdem soll der Propeller unter den gegebenen Bedingungen mit optimalen Wirkungsgrad arbeiten.

Betrachtet man nun ein Flügelement auf dem Radius r , so kann man für diesen Radius aus dem Diagramm für das Nachstromfeld den achsparallelen Anteil der Zuströmung für die verschiedenen Winkellagen, die das Profil während einer Umdrehung durchläuft, entnehmen. Es ergibt sich ein Diagramm, aus dem der Verlauf der Zuströmgeschwindigkeit abhängig von der Winkellage des Flügels hervorgeht.

Um die wirklichen Verhältnisse zu erhalten, ist es notwendig, die aus dem Nachstromfeld entnommenen relativen Geschwindigkeiten mit der Schiffsgeschwindigkeit



Verlauf der axialen Zuströmgeschwindigkeit auf 0,8R

auf die Absolut-Geschwindigkeiten umzurechnen. Aus diesem Diagramm kann man den Größt- und den Kleinstwert der Zuströmgeschwindigkeit, sowie die Steilheit der Änderung entnehmen. Für den Größtwert der Zuströmgeschwindigkeit ergibt sich ein kleiner Anstellwinkel α für das Profil und umgekehrt. Diese Veränderung des Anstellwinkels während einer Umdrehung bedingt eine entsprechend große Schwankung des Auftriebswertes c_a und damit der Drehmoment-Aufnahme und der Schubabgabe. Hieraus rührt die Tatsache, daß ein Propeller in einem ungleichförmigen Feld Kraft- und Drehmoment-Schwankungen verursacht, die insbesondere bei Übereinstimmung mit kritischen Eigenschwingungen Schwingungen und Vibrationen im Schiffskörper und in der Antriebsanlage zur Folge haben können. Ebenso unangenehm ist jedoch die Auswirkung auf das Kavitationsverhalten des Propellers. Aus dem Kavitations-Diagramm des Profils ist bekannt, daß nur ein bestimmter Bereich des Anstellwinkels α bei einer bestimmten Kavitationszahl σ kavitationsfrei ist. Nun ergibt sich aus den unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten eine Variation des Anstellwinkels von z. B. -2° bis $+5^\circ$. Da bei den verschiedenen Lagen des Propellerflügels die statische Druckhöhe für das Profil etwas verschieden ist, und auch der Wert für die resultierende Zuströmgeschwindigkeit von der Größe des achsparallelen Anteiles abhängt, gelten für die verschiedenen Anstellwinkel etwas verschiedene Kavitationszahlen. Die Veränderung der Kavitationszahlen ist jedoch wesentlich kleiner als diejenige des Anstellwinkels. Es zeigt sich, daß der erforderliche Bereich im Kavitations-Diagramm weit über das kavitationsfreie Gebiet hinausragt. Auch die Möglichkeit, den Anstellwinkel durch Verlängerung des Profils (größere Flügelbreite) zu verkleinern, stößt bald, auch wenn man „kavitationsgünstige“ Profile wählt, auf praktische Grenzen. Die Folge hiervon ist, daß es in den meisten Fällen, insbesondere bei sehr schnellen oder sehr völligen Einschraubenschiffen unmöglich ist, einen kavitationsfreien Propeller zu bekommen. Man muß sich daher bemühen, daß der Bereich, in welchem Kavitation auftritt (beim Durchgang durch den Steven auf

der Saugseite) möglichst klein ist, und daß der Druckanstieg hinter dem Kavitationsbereich möglichst langsam erfolgt. Während für das Profil in gleichförmiger Strömung nur die individuelle Druckverteilungskurve und die Anströmgeschwindigkeit für die Weichheit des Druckanstieges verantwortlich sind und daher bei der Propellerkonstruktion berücksichtigt werden können, liegen die Dinge im ungleichförmigen Nachstromfeld eines Einschraubenschiffes anders. Hier ist der zeitliche Verlauf des Druckanstieges am Propellerflügelprofil durch die mehr oder weniger starke Bündelung der Linien gleicher Zuströmgeschwindigkeit gegeben, die zusammen mit der Umfanggeschwindigkeit des Profiles die Geschwindigkeit der Druckänderung bestimmen.

Bei Schiffen mit einem hohen Völligkeitsgrad (Tanker, Massengutfrachter) sind die großen Unterschiede in der Zuströmgeschwindigkeit maßgebend, während bei schlanken Schnellfrachtern die große Schiffsgeschwindigkeit von Bedeutung ist.

Zur Beurteilung des Verhaltens eines Propellers hinter einem Einschraubenschiff genügt daher der allgemeine Modellversuch im Kavitationstank bei gleichförmiger Zuströmung nicht. Es muß vielmehr individuell die ungleichförmige Nachstromverteilung, so wie sie hinter dem Schiffmodell aufgemessen wurde, im Kavitationstank nachgebildet werden. Hierfür gibt es verschiedene Methoden. Wird der Propeller in einem solchen Feld im Kavitationstank beobachtet, so ergeben sich Hinweise über die Ausdehnung und die Art der Kavitation. Hierbei wird man insbesondere auch auf das Auftreten von Druckseitenkavitation achten, da diese, wie weiter oben geschildert wurde, zu besonders starken Erosionen führen kann. Meist ist es durch eine verhältnismäßig einfache Anhebung der Eintrittskante des Profils möglich, die Unterdruckspitze an der Kante so weit abzubauen, daß sie den Dampfdruck nicht mehr erreicht. Die hierfür gefährlichen Flügellagen sind dort, wo die Zuströmgeschwindigkeit ihren Höchstwert erreicht, d. h. schräg nach unten. Auch dann, wenn das Kavitationsbild im Modellversuch genau bekannt ist, kann die Schlußfolgerung, ob beim großen Propeller Kavitations-Erosionen auftreten werden oder nicht, nicht mit absoluter Gewißheit gezogen werden. Dies ist insbesondere dadurch bedingt, daß bis heute kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem örtlichen Druckanstieg und der Implosionsstärke bei der Kavitationsbläschen-Kondensation bekannt ist. Außerdem kommt hinzu, daß bei der Nachbildung des Nachstromfeldes im Kavitationstank der Strömungsanteil in der Propellerebene vernachlässigt werden muß, da nur die achsparallele Strömung v_a eingestellt werden kann.

Beim großen Propeller herrscht jedoch an jeder Stelle des Propellerkreises eine solche Neigung der Strömung, deren Tangentialanteil v_t zum Beispiel bewirkt, daß bei rechtsdrehendem Propeller an der Backbord-Seite dieser Anteil mit dem Flügel läuft, d. h. seine Belastung verringert und an der Steuerbord-Seite entgegen den Flügel gerichtet ist, d. h., seine Belastung erhöht. Daraus ergibt sich nicht nur, daß der Mittelpunkt der Schubkraft etwas exzentrisch nach Steuerbord verlagert ist, sondern daß auch die Kavitationsgefährdung auf der Saugseite an Steuerbord und auf der Druckseite an Backbord größer ist als auf der Gegenseite, während sich im Kavitationstank ein symmetrisches Bild zeigt. Der außerdem noch vorhandene Radialanteil v_r der Zuströmung v_a ist meist vernachlässigbar klein. Er hat zur Folge, daß die Strömung um ein „Profil“ erfolgt, das sich über einen gewissen radialen Bereich erstreckt, also schräg zu dem Zylinderschnitt liegt. Demzufolge besitzt dieses „Ersatzprofil“ eine etwas andere Gestalt. Ähnliche Überlegungen gelten übrigens auch für die sogenannte „Krümmungskorrektur“ bei der Berechnung breiter Flügel, da die Strömung auch im gleichförmigen Feld nicht ganz einem Zylinderschnitt folgt.

Besonders kritisch werden diese Verhältnisse, wenn, wie in den letzten Jahren, die Antriebsbedingungen in schnel-

lem Fortschritt gesteigert werden. Dies gilt einerseits für den Völligkeitsgrad bei völligen Schiffen, der von etwa 0,80 auf 0,83 und höher gesteigert wurde. Dies sieht zunächst wenig aus, bedeutet jedoch für die Zuströmverhältnisse des Propellers sehr viel, da praktisch diese Erhöhung des Völligkeitsgrades bei dem langen, parallelen Mittelschiff in den kurzen Enden des Schiffskörpers erreicht werden muß. Hier beträgt dann aber die Änderung nicht nur 3 bis 4 Prozent, sondern 10 bis 15 Prozent, und ist daher von merklichem Einfluß auf den Propeller. Andererseits sind bei schlanken, schnellen Schiffen Geschwindigkeit und Leistung in den letzten Jahren rapide gesteigert worden. Besitzen z. B. zwei solcher Schiffe ein ähnliches relatives Nachstromfeld, bei welchem die Nachstromziffer für einen bestimmten Flügelschnitt von 0,75 hinter dem Steven auf 0,10 bei der Flügelfreilage abfällt, so entspricht dieses bei einem relativ langsamen Schiff von 16 Knoten einer zweimaligen Änderung der Zuströmgeschwindigkeit um 10,4 Knoten, während bei einem schnellen Schiff von 23 Knoten dieser Bereich um fast 45 Prozent größer ist, nämlich 15,0 Knoten beträgt. In gleichem Maße nimmt auch die Änderung des Anstellwinkels α während eines Umlaufes zu, wodurch der Winkelbereich des Propellerkreises, in dem Kavitation auftritt, größer wird. Außerdem wird infolge der größeren Unterschiede in der Zuströmgeschwindigkeit der zeitliche Verlauf steiler, so daß die Implosionskräfte stärker werden und zu heftigen Erosionen führen können. Schließlich bedingt die größere Zuströmgeschwindigkeit eine kleinere Kavitationszahl σ , die auf eine weiterreichende Überschreitung der Kavitationsgrenze hinweist. Die Kavitationsgefahren werden demzufolge um ein Vielfaches größer.

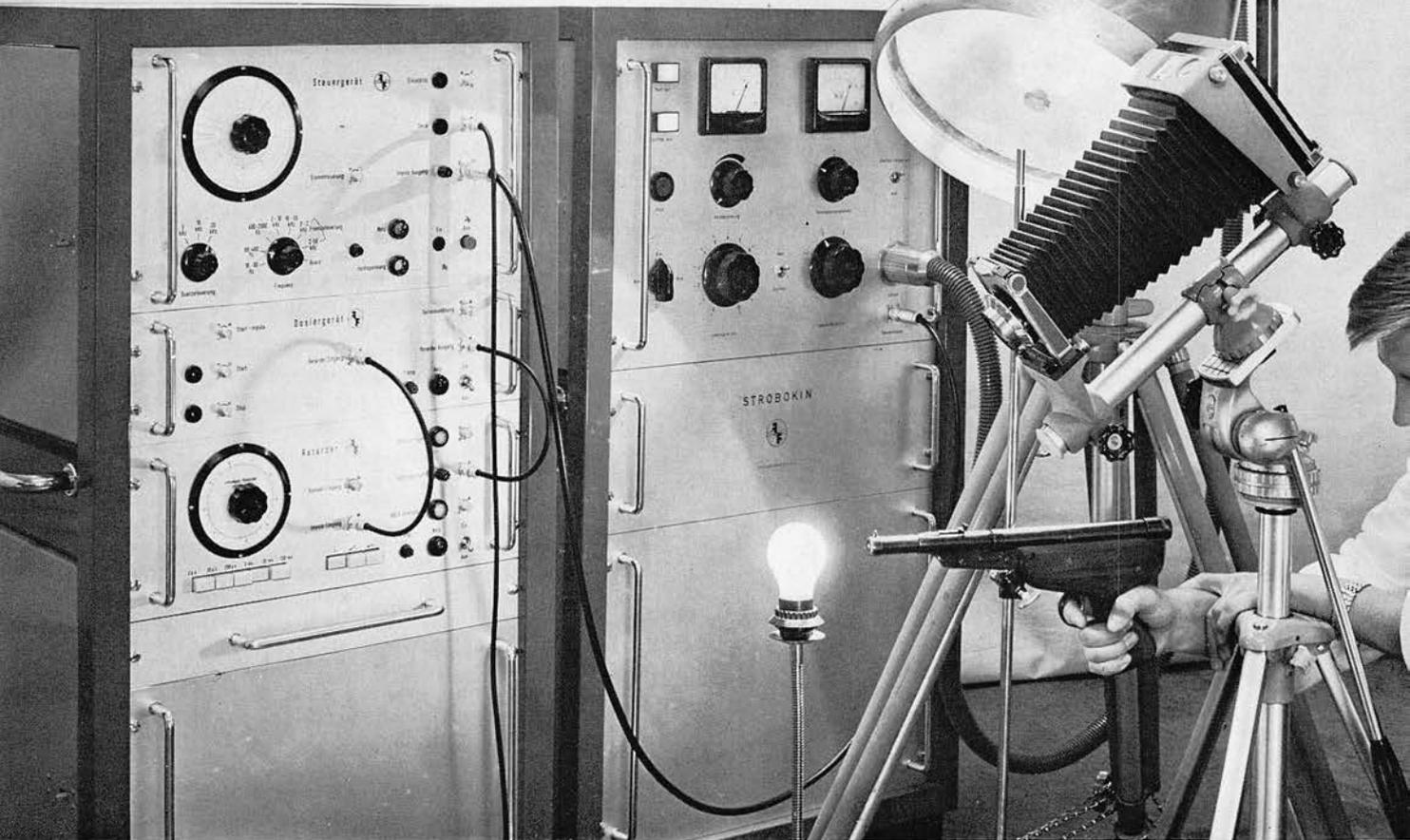
Daher ist verständlich, daß bereits beim Entwurf solcher Schiffe große Sorgfalt auf die Strömungsverhältnisse am Hinterschiff gelegt werden muß, um ein befriedigendes Arbeiten des Propellers zu gewährleisten. Hier kann nur eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Schiffbau-Entwurfs-Ingenieur, dem Propellerkonstrukteur und der Versuchsanstalt gute Ergebnisse erzielen. Da noch eine große Anzahl von Problemen nicht endgültig geklärt ist, bedarf es zusätzlich einer Grundlagenforschung, die Schritt für Schritt Licht in diese komplizierten Zusammenhänge bringt. In der Zwischenzeit helfen die Erfahrungen, die auf möglichst breiter Basis gesammelt werden.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß das Kavitationsbild durch einen ungleichförmigen Antrieb (d. h. durch erzwungene Drehbewegungen des Propellers) oder durch die Erregung von Flügeleigenbewegungen ungünstig beeinflusst werden kann. Oftmals ist in solchen Fällen festzustellen, daß auch bei genauer geometrischer Übereinstimmung der Propellerflügel eines Propellers die Kavitations-Erosionen auf den verschiedenen Flügeln sehr verschieden stark sind.

Außerdem mag ein kurzer Hinweis gestattet sein, daß selbstverständlich eine exakte Herstellung der Propellerflügel in Übereinstimmung mit der Zeichnung notwendig ist. Insbesondere müssen Wellen in der Oberfläche in Richtung der Flügelbreite vermieden werden, um örtliche Geschwindigkeitsunterschiede und daraus folgende Druckunterschiede, die zu Kavitation führen können, zu vermeiden.

Aus den vorstehenden Zeilen mag ersichtlich werden, wieviele Fragen beim Entwurf eines Schiffspellers geklärt werden müssen, um ein befriedigendes Ergebnis zu bekommen. Man muß zwar damit rechnen, daß gelegentlich unvorhergesehene und unvorhersehbare Schwierigkeiten auftreten, die z. B. Schiffsvibrationen, Propellergeräusche oder Kavitations-Erosionen auf den Propellerflügeln betreffen können. Doch sind solche Fälle, wie die Praxis zeigt, bei Beachtung aller bereits bekannten Einflüsse relativ selten.

1 **Komplette Strobokin-Anlage. Aufbau für eine Einzelbild-Aufnahme. Im Bild nicht gezeigt ist eine Lichtschranke, die den Beleuchtungsblitz über ein Verzögerungsgerät auslöst.**



Grenzen der Fotografie?

Gedanken und Beispiele zur Kurzzeit-Fotografie

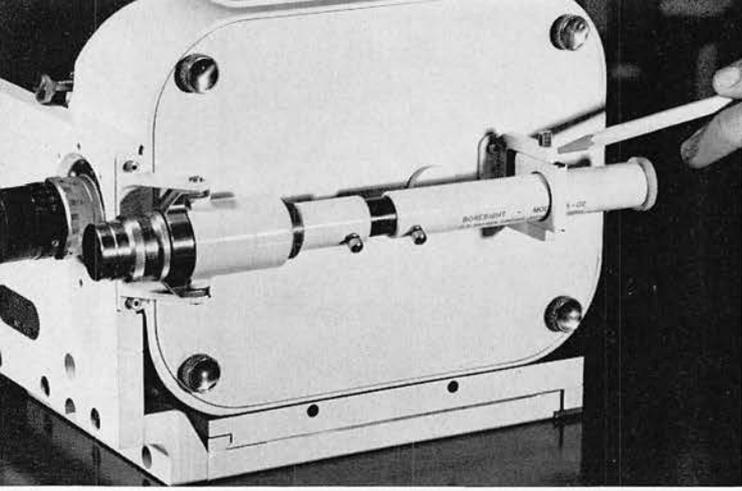
Die moderne Forschung, Entwicklung und Funktionsüberwachung wäre ohne die Hilfe der Fotografie nicht mehr denkbar. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten fotografischer Verfahren sind hinreichend bekannt. Und doch gibt es auch auf diesem Sektor noch einen Außenseiter, der — ganz zu Unrecht im Verhältnis zu seinem Wert als Meßmethode — noch relativ im Verborgenen schafft: gemeint ist die High-Speed-Fotografie. Von der soll nachstehend die Rede sein.

Die wachsende Bedeutung und Beteiligung, welche die in zwei- bis dreijährigem Turnus stattfindenden internationalen Kongresse für High-Speed-Fotografie erfahren, zeigen, daß dieses Arbeitsgebiet wissenschaftlicher Fotografie in allen Dimensionen weiter vordringt: einerseits in die Forschungs- und Industrielabors und andererseits in die Bereiche einer immer mehr ins Detail gehenden Auflösung von Zeit und Raum zur Analyse schnellster Bewegungsabläufe. Wenn wir Begriffe und Aufgabe der High-Speed-Fotografie auf eine kurze Formel bringen wollen, so können wir sagen: Sie erfaßt dokumentarisch in Einzelbildern, Bildreihen oder Filmen all das Geschehen, das für unser visuelles Aufnahmevermögen zu schnell abläuft. Das kann daran liegen, daß sich der Vorgang an sich zu rasch bewegt oder daß sich in zu kurzer Zeit zu viele Eindrücke überdecken, d. h. unser Speichervermögen überfordern, so daß wir es in seinem zeitlichen Ablauf nicht geordnet in unserem Wahrnehmungsvermögen unterbringen können. Ein Beispiel zum ersten Fall: Daß wir ein vorbeifliegendes Geschöß nicht sehen können, wissen wir aus Erfahrung. Der zweite Fall wird uns klar am Beispiel der Zeitlupe im Kino: Im zeitgedehnt gezeigten Hürdensprung

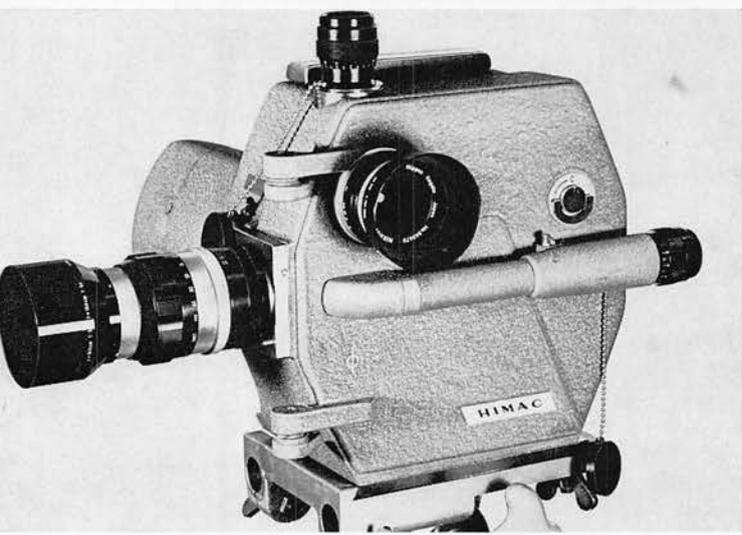
sehen wir alle Details „in Ruhe“. Der normal vorgeführte Film läßt uns die Schönheit der Bewegung höchstens ahnen. Mit diesem letzten Beispiel berühren wir schon eines der wesentlichen Prinzipien der High-Speed-Fotografie: die Zeitdehnung mit filmischen Tricks. Das zweite Kennzeichen ist die Kurzzeit-Belichtung — etwa des vorbeifliegenden Geschosses. Mit diesen beiden Aufnahmetechniken schafft die High-Speed-Fotografie eine oft an Zauberei grenzende Analyse und Dokumentation schneller Bewegungsrhythmen.

Die Grenzen zwischen „normaler“ Fotografie und Kurzzeit-Fotografie sind zwar fließend, doch könnte man vereinfachend definieren: Letztere beginnt da, wo den technischen Möglichkeiten der ersteren Grenzen gesetzt sind. Nehmen wir den Begriff der Belichtungszeit. Sie kann normalerweise durch mechanischen Verschuß oder Blitzbeleuchtung realisiert werden. Die mit diesen beiden Methoden erreichten kürzesten Zeiten liegen rund bei 1 Millisekunde — für viele Anwendungsfälle der praktischen Fotografie ausreichend. Wir kennen natürlich schnellere Dinge, die damit nicht mehr erfassbar sind: Es muß nicht unbedingt ein fliegendes Geschöß sein — auch in kleinsten Bereichen spielen sich schnelle Vorgänge ab. Denken wir z. B. an die Entstehung von Kavitationsblasen an rotierenden Schiffsschrauben. Ein Vorgang, der unheilvolle Folgen haben kann und schon Millionenwerte zerstört hat.

Die Zusammenhänge von Formgebung, Material, Strömungsgeschwindigkeit und anderen Faktoren mit der Entstehung von Kavitation zu klären ist ein Problem, an dessen Lösung die High-Speed-Fotografie wertvolle Beiträge



2



3



4



5

liefern kann. Was wir bei der Kavitationsbildung im Groben sehen sind sozusagen „vollendete Tatsachen“. Zu den eigentlichen Entstehungsursachen — dem Wachsen und Zusammenfallen der kleinen Bläschen — kann uns nur eine starke Zeit-Raum-Auflösung hinführen. D. h. wir haben es hier mit kleinen und sehr schnellen Dingen zu tun. Wenn aber Objekte vergrößert abgebildet werden müssen (um sie erkennen zu können), so vergrößert sich auch ihre Bewegungsgeschwindigkeit in ihrem Abbild entsprechend dem Vergrößerungsmaßstab. Dies nur zur Erläuterung wieso auch in kleinen Dimensionen — wenn wir fotografisch registrierend in sie eindringen wollen — hohe Geschwindigkeiten auftreten können. So erkennt man z. B. die Bewegung der Flimmerhärchen von Infusorien im Film erst bei hoher Zeitdehnung (einige tausend Bilder/s). Zur räumlichen Mikroskopie muß hier die „Zeitmikroskopie“ hinzukommen, um uns die gewünschte Information zu geben.

Eine wesentliche Schwierigkeit, die bei der Bildserie in der High-Speed-Fotografie auftritt, ist die Bildtrennung, d. h. die räumliche Unterbringung mehr oder weniger zahlreicher Einzelbilder, die in kürzester Zeit anfallen. Beispielsweise sind bei normaler Aufnahme Frequenz 24 Film-bilder/s aufzuzeichnen. Auch eine zehnfach höhere Bildfrequenz läßt sich in Spezialkameras mit konventionellen Mitteln noch erreichen. In der Zeitdehneranalyse mit Hochfrequenz-Filmkameras arbeitet man aber „normalerweise“ mit 5000 Bildern/s, maximal mit 10 000 Bildern/s. Ein 30 m langer 16-mm-Film, der etwa 4000 Einzelbilder enthält, kann in 0,6 Sekunden durch eine Zeitdehnerkamera gejagt werden. Dies geht nicht mehr mit konventionellen Mitteln.

Es soll nun gezeigt werden, wie die Verfahren arbeiten, die die beiden wesentlichen Probleme der High-Speed-Fotografie lösen: extrem kurze Bildbelichtung und Bildtrennung. Bei der bewegungsscharf geschossenen Einzelaufnahme entfällt natürlich eine Bildtrennung. Dagegen ist eine notwendige Bildtrennung stets auch mit einer möglichst kurzen Belichtungszeit gekoppelt. Letztere soll wesentlich kürzer sein als die Zeit zwischen zwei Aufnahmen. Denn: Zwischen zwei aufgenommenen Bewegungsphasen soll ja eine Bewegung — also eine Bildveränderung — stattgefunden haben, während der Belichtungszeit soll — wegen Abbildungsschärfe — möglichst keine Bewegung vor sich gehen. Das Verhältnis Bildbelichtungszeit zu Bildwechselzeit ist maßgebend für die Bildgüte, den Informationswert der Aufnahme. Damit ist auch der dritte Punkt berührt, der in der High-Speed-Fotografie eine wesentliche Rolle spielt: der Informationswert. Es genügt nicht nur, möglichst viele Bilder/s zu schaffen — entscheidend ist allein, was bringt die fotografische Registrierung an wissenschaftlicher Analyse des untersuchten Bewegungsvorgangs. Dabei können unter Umständen schon ein oder zwei Bilder alles Wissenswerte eines Vorgangs beinhalten. In andere Bewegungsabläufe kann man sich erst in längeren, zeitgedehnten Filmszenen erkennend hineinsehen.

Es ist für den Nichtfachmann auf dem Gebiet der Kurzzeitfotografie meist schwer, das richtige Verfahren (aus der verwirrenden Vielzahl) speziell für sein Problem zu finden. Vielleicht kann dieser kurze Beitrag dazu dienen, die sich ergebenden Fragen präziser zu stellen und vielleicht schon Lösungsmöglichkeiten zu sehen.

Also nun zu den Tatsachen.
Zunächst zu den Lichtblitzquellen, wie sie in der High-Speed-Fotografie zur Kurzzeitbelichtung benutzt werden. Die Bereitstellung der elektrischen Energie, die dann bei ihrer Entladung in einer Gasatmosphäre zum Teil in Strahlungsenergie (Licht) umgewandelt wird, erfolgt wie beim Elektronenblitz: man lädt einen Kondensator auf. Um die Entladezeit wesentlich kürzer als beim Elektronenblitz (etwa 1 ms) zu machen, nutzt man folgende Möglichkeiten: Höhere Ladespannung (um 10 kV), höheren Gasdruck, um von der lichtbogenartigen Gasentladung zum Funken (der schnellstmöglichen Energieumsetzung) zu kommen, extrem induktionsarme Entladewege, Reduzierung der Entlade-

energie, Dimensionierung der für die Entladung wesentlichen Faktoren (Kapazität, Induktivität, Widerstand) so, daß der sog. aperiodische Grenzfall angenähert erreicht wird, d. h. eine Unterdrückung von Oszillationen im Entladekreis. Man erreicht durch diese Maßnahmen eine Blitzdauer im Mikrosekundenbereich — also tausendmal kürzer als der Elektronenblitz bei vergleichbarer Energie pro Blitz. Kommt man mit weniger Blitzenergie aus, so kann man Lichtquellen mit einer Blitzdauer im Nanosekundenbereich bauen. Eine Nanosekunde dauert eine milliardstel Sekunde, praktisch unvorstellbar kurz. Erstaunlicherweise funktioniert auch bei solch kurzen Belichtungszeiten noch der fotografische Prozeß. Auch unser Auge vermag mit solchen Lichtblitzen beleuchtete Objekte noch einwandfrei zu sehen. Schwieriger ist es schon, solche extremen Zeiten überhaupt zu messen. Als lichtempfindliche Meßorgane benutzt man sog. Multiplier in Verbindung mit Hochleistungsoszillographen. Einen einfacheren Test für die Blitzdauer bietet die Bewegungsschärfe, mit der das schnelle Objekt abgebildet werden kann. Man sieht also am Aufnahmeergebnis, ob der Beleuchtungsblitz kurz genug war.

Wie sehen nun Geräte aus, die die nachfolgend nochmals kurz präzisierten Anforderungen an eine High-Speed-Lichtquelle erfüllen? Verlangt wird also eine Blitzdauer im Bereich der Mikrosekunde, eine Blitzenergie von einigen Wattsekunden und nach Möglichkeit eine rasche Wiederholbarkeit der Blitze in Zeitintervallen von Milli- bzw. Mikrosekunden. Im Vergleich die bekannten Daten des Elektronenblitzes der „normalen“ Fotopraxis: Blitzdauer etwa 1 Millisekunde, Blitzenergie 20—100 Wattsekunden, Wiederholbarkeit 5—10 Sekunden. Mit welchen Maßnahmen man die Blitze kürzer machen kann, wurde bereits erwähnt. Um die Blitzfolge (Blitzfrequenz) hochzuschrauben, muß zweierlei realisiert werden: 1. Der Energienachschub (Nachladen des Lampencondensators) muß verstärkt und beschleunigt werden und 2. Die Entladestrecke (Lampe) muß in der Lage sein, physikalisch und thermisch eine schnell und vielfach wiederholte Entladung auszuhalten.

Realisiert wurden diese Forderungen in einem kommerziellen Gerät, dem Strobokin, das von der Hamburger Firma Impulsphysik GmbH seit einem Jahrzehnt gebaut wird und in der ganzen Welt zum Einsatz kommt. Frügel und Mitarbeiter haben dieses universelle Blitzgerät zu einem Programm entwickelt, das zur Lösung vieler Aufgaben der High-Speed-Fotografie einsetzbar ist. Es beinhaltet außer dem Hochfrequenzblitzgerät auch Synchronisiergerät, Auslösegerät, Aufnahmekameras sowie Erweiterungen zu Aufnahmeverfahren mit Röntgenblitzen, zu dem Spezialverfahren der sog. Funkenblitz-Methode zur Untersuchung aerodynamischer Strömungen, ferner umfaßt das Programm elektro-optische Kurzzeitverschlüsse (Kerrzellen) sowie Bildwandlerkameras, schließlich auch Funkenzeitlupen nach Cranz-Schardin und fast sämtliche Modelle von Hochgeschwindigkeits-Kameras (Drehprismen- und Drehspiegel-Kameras): Ein Teil der genannten Produkte wird in Hamburg gefertigt, für die übrigen Geräte aus nicht eigener Fertigung hat die genannte Firma Vertretung und Service.

Die erreichten technischen Daten des STROBOKIN: Energie pro Blitz maximal 10 Ws, Blitzdauer 1 μ s, Blitzfrequenz variabel von 16 bis 50 000 Blitze/s sowie Einzelblitz, Gesamtenergie einer Blitzserie 50 kW. Eine Begrenzung ist durch die thermische Belastbarkeit der Lampe bedingt, immerhin lassen sich mit einer Blitzserie mittlerer Frequenz einige tausend Bilder belichten, z. B. haben 30 m 16-mm-Film (die normale Füllung einer Drehprismenkamera) insgesamt 4000 Einzelbilder.

Geschafft wird diese Leistung durch ein mit Drehstrom betriebenes Hochleistungsnetzgerät. Die Steuerung besorgt ein ebenfalls leistungsstarkes Steuergerät. Die Lampe enthält ein Bauteil, das sie zu der mit anderen Methoden nicht erreichten hohen Blitzfrequenz befähigt: das sog. Quenchtotron. Auf seine komplizierte Bau- und Wirkungsweise soll

hier nur kurz eingegangen werden. Es fungiert als hochfrequenter Schalter im Sinne einer schnellen Entionisierung der Gaspartikel im Funkenraum. Während ohne Quenchtotron eine höchstmögliche Blitzfrequenz von 500 Blitzen/s möglich ist, steigert sie sich mit diesem Bauteil auf 50 000/s. Die Induktivität des Entladekreises ist bis an die physikalisch mögliche untere Grenze getrieben, so daß trotz relativ hoher Blitzenergie eine Blitzdauer von 1 Mikrosekunde erreicht wurde.

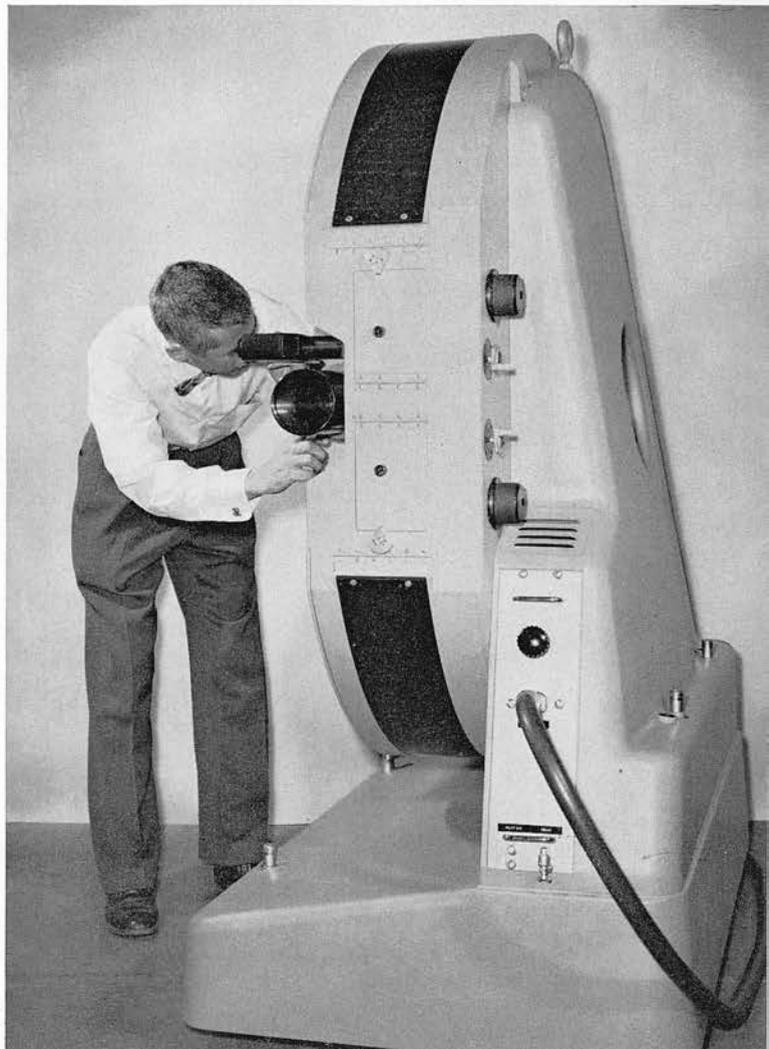
2 Amerikanische High-speed-Kamera mit intermittierendem Filmtransport. Maximale Bildfrequenz 400 Bilder/s, 16-mm-Film. (Fabrikat Milliken.)

3 Japanische Drehprismenkamera Himac 16 mit seitlicher Einspiegelung eines zweiten Vorgangs (z. B. Oszillogramm). Maximale Bildfrequenz 10 000 Bilder/s, kontinuierlicher Filmtransport, 30 m 16-mm-Film, Zeitmarken und Vorgangregistrierung auf den Filmrändern. (Fabrikat Hitachi.)

4 Englische Drehspiegelkamera Type CP 5. Maximale Bildfrequenz 8 Millionen Bilder/s bei einer Gesamtbildzahl von 117. Sprengverschluss und Synchronisiergeräte zur Synchronisation von Aufnahmezeitpunkt mit dem Vorgang und gegebenenfalls mit der Beleuchtung lassen sie als vollautomatische Kamera einsetzen. (Fabrikat Barr und Stroud.)

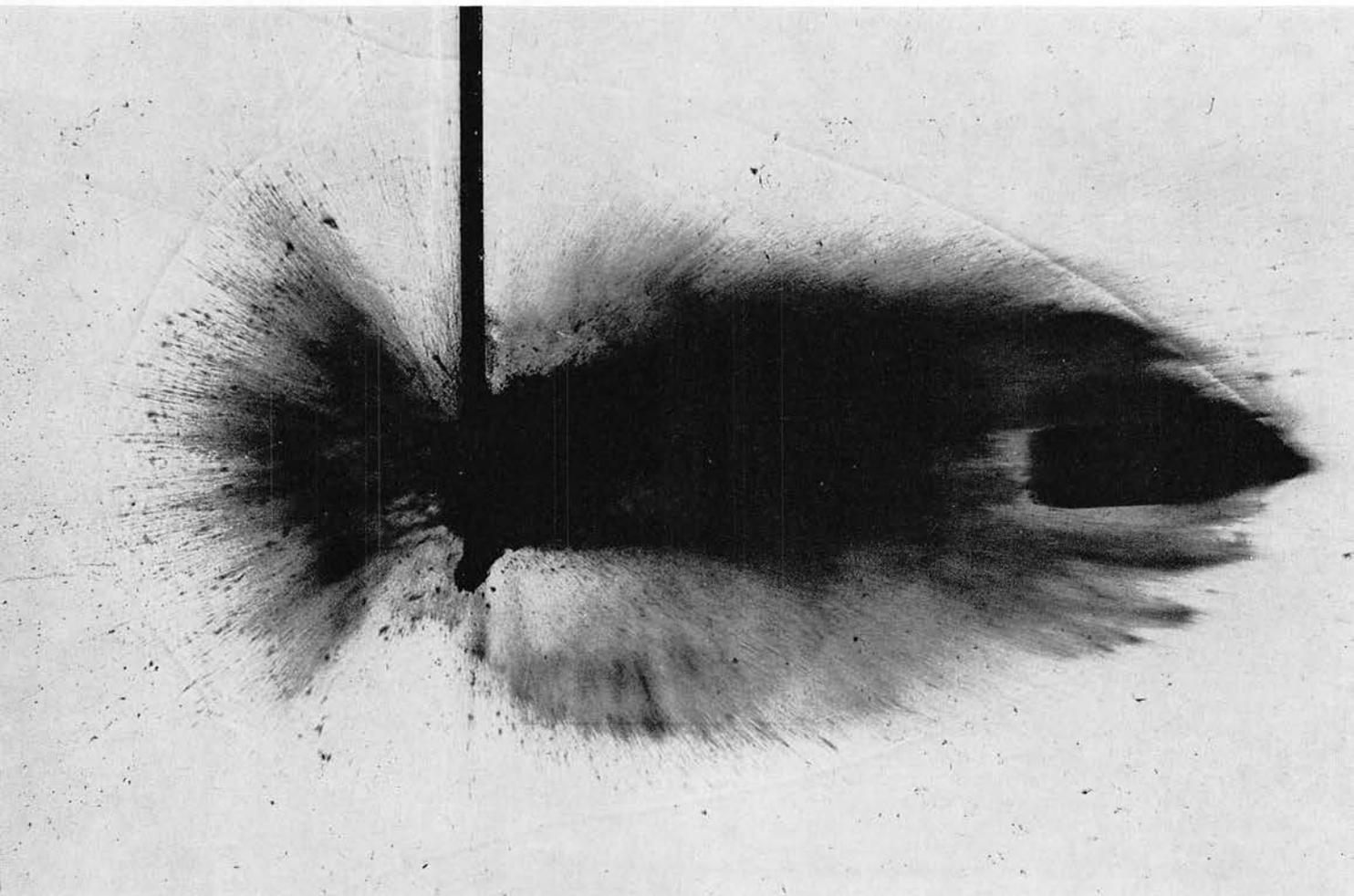
5 Amerikanische Bildwandlerkamera. Sie zeichnet auf ihrem Bildschirm drei Bildphasen übereinander auf. Sowohl die Belichtungszeiten der einzelnen Bilder als auch die Zeitintervalle sind variabel einstellbar, z. B. kann die Belichtungszeit zwischen 5 und 20 ns variieren und die zeitlichen Bildabstände zwischen 5 und 10 μ s gewählt werden. Die Schirmbilder werden mit einer Polaroidkamera registriert. (Hersteller: STL-Products.)

6 Amerikanische, kontinuierlich schreibende Drehspiegelkamera Modell 192. Maximale Bildfrequenz 1,4 Millionen Bilder/s, 80 Bilder im Format 17×25 mm. Gewicht der Kamera rund 1 Tonne! (Fabrikat: Beckmann und Whitley.)

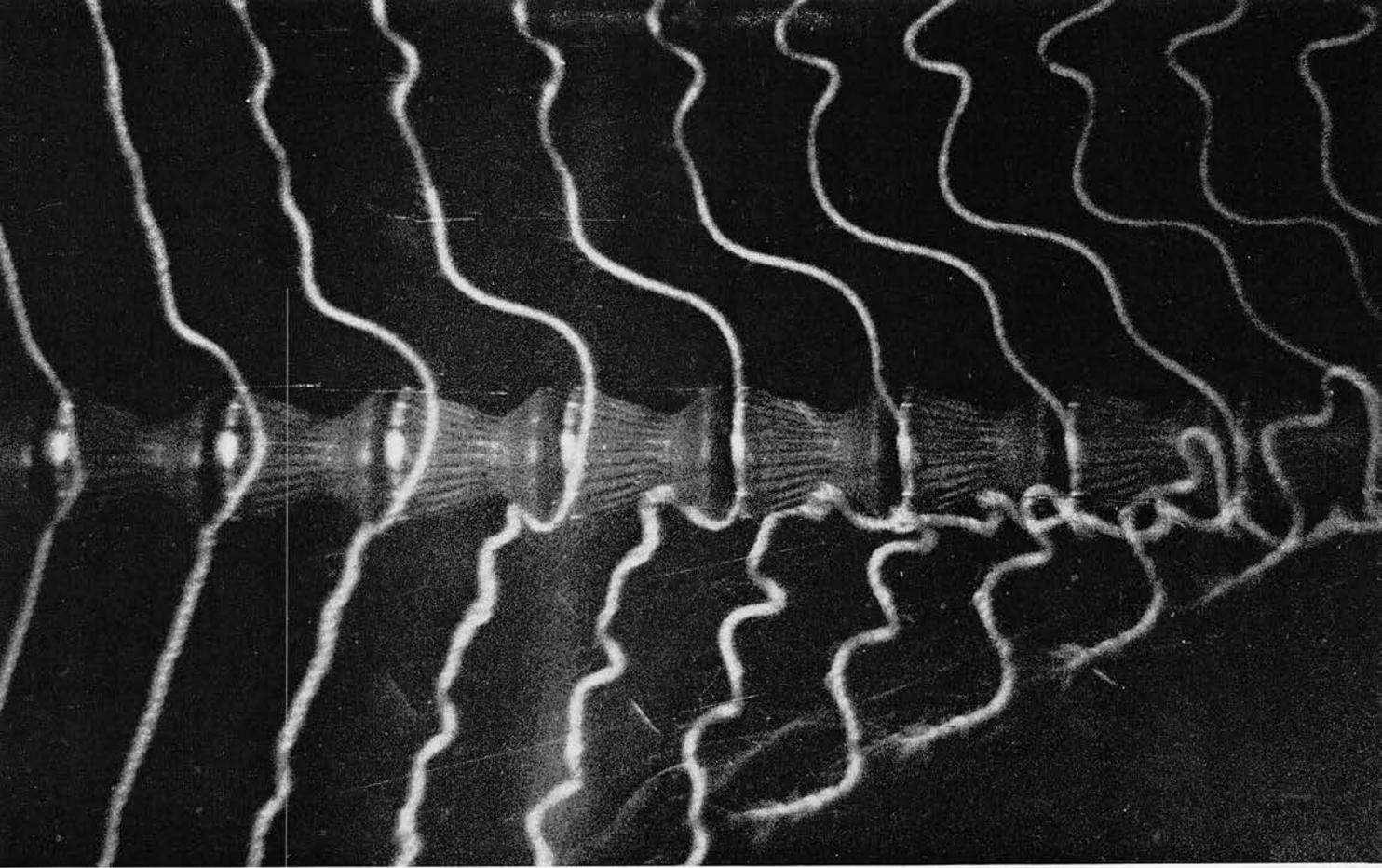




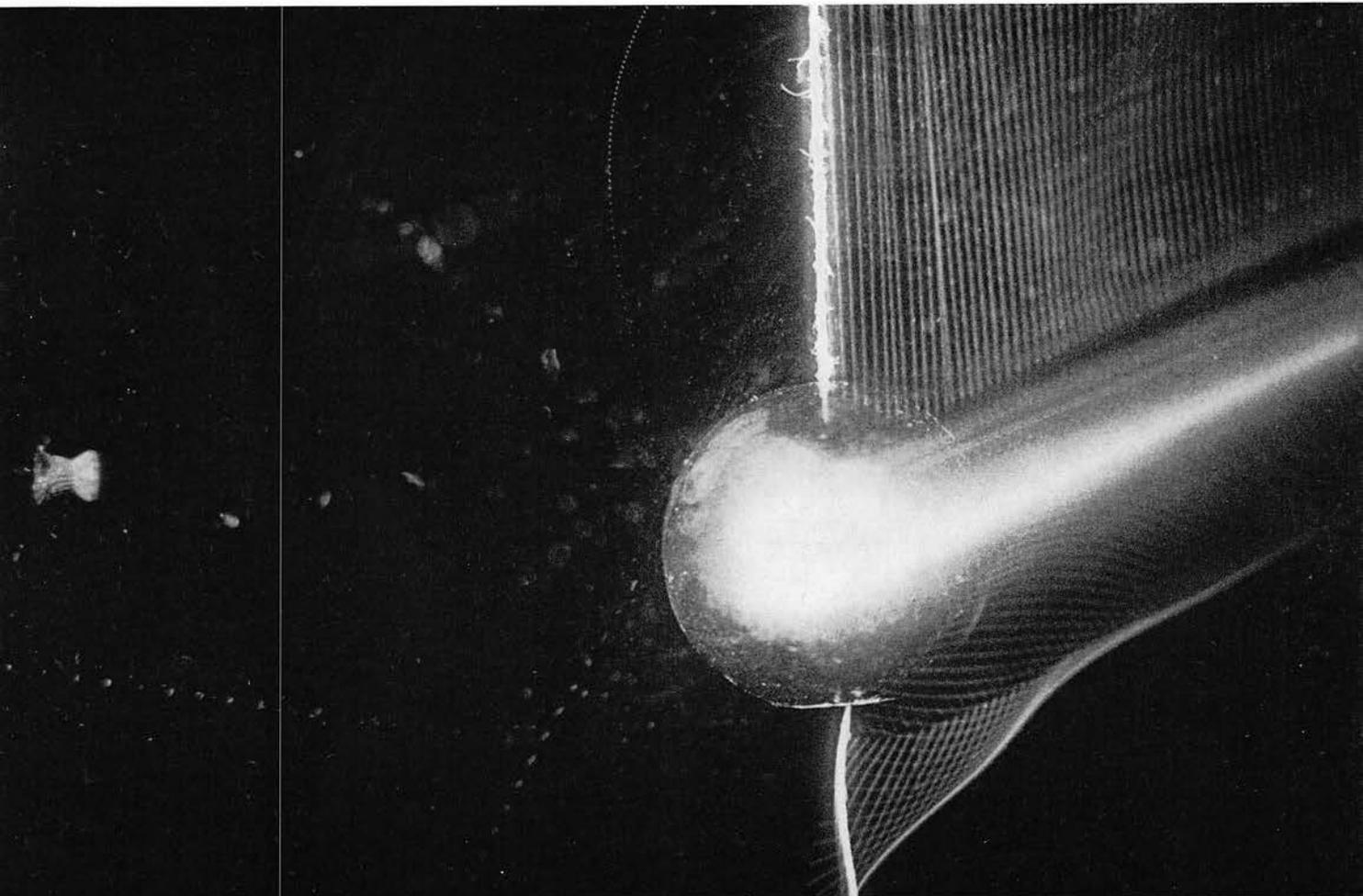
7 Schuß mit einer automatischen Selbstladepistole in einen Holzblock. Röntgenblitzaufnahme. Interessant ist das Hochschnellen der Pistole aus der Schußrichtung nach dem Abschuß. (Aufnahme: Field Emission Corp., Minnville, USA.)



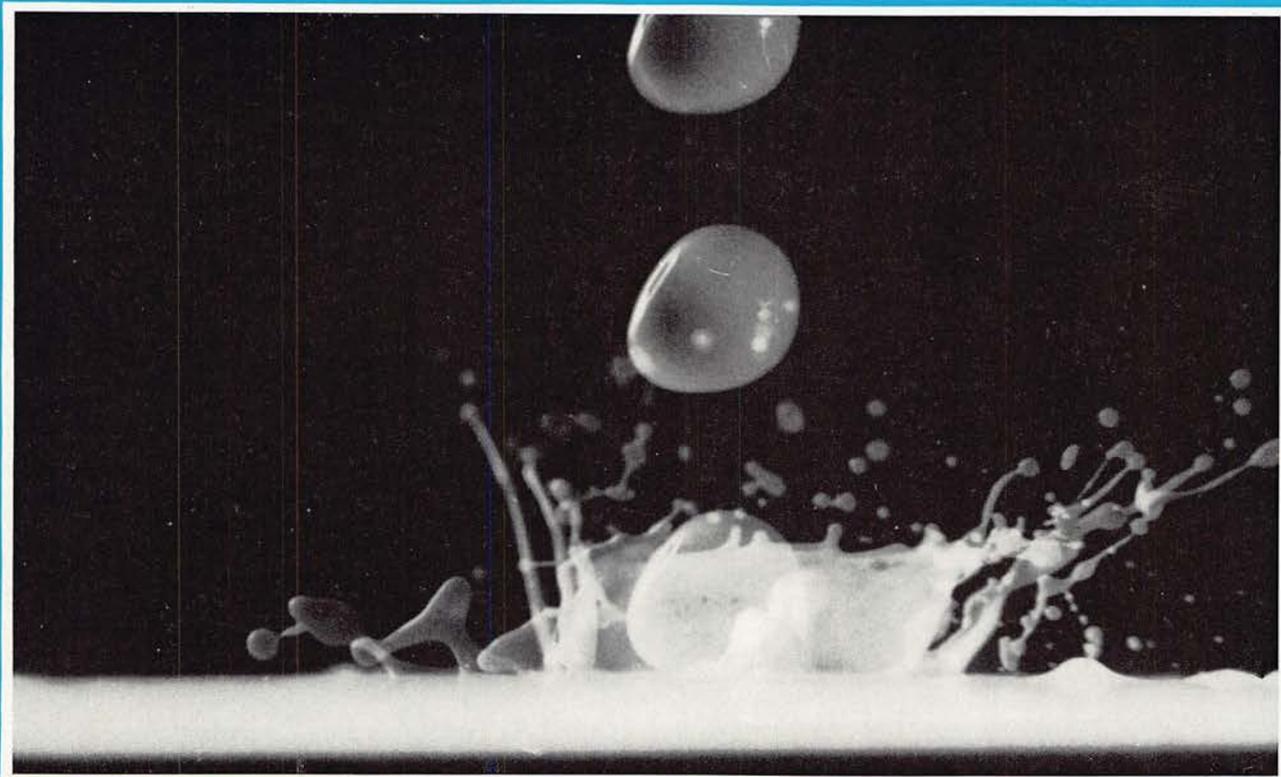
8 Ein mit einer V_0 von 1150 m/s fliegendes Geschöß hat eine Glasscheibe getroffen und in staubfeine Splitter zermahlen und ihnen Geschwindigkeitskomponenten in den verschiedensten Richtungen erteilt. Einige Teilchen haben das Geschöß sogar überholt. Schwach angedeutet sieht man die Kopf- und Schwanzwelle des Geschößes bzw. die von der Auftreffstelle kugelförmig ausgehende Knallwelle. Schattenaufnahme mit Strobokin. Der Beleuchtungsblitz wurde von einer Lichtschranke ausgelöst und mit einem Retarder verzögert, um die Bewegungsphase nach dem Durchschuß zu erfassen.



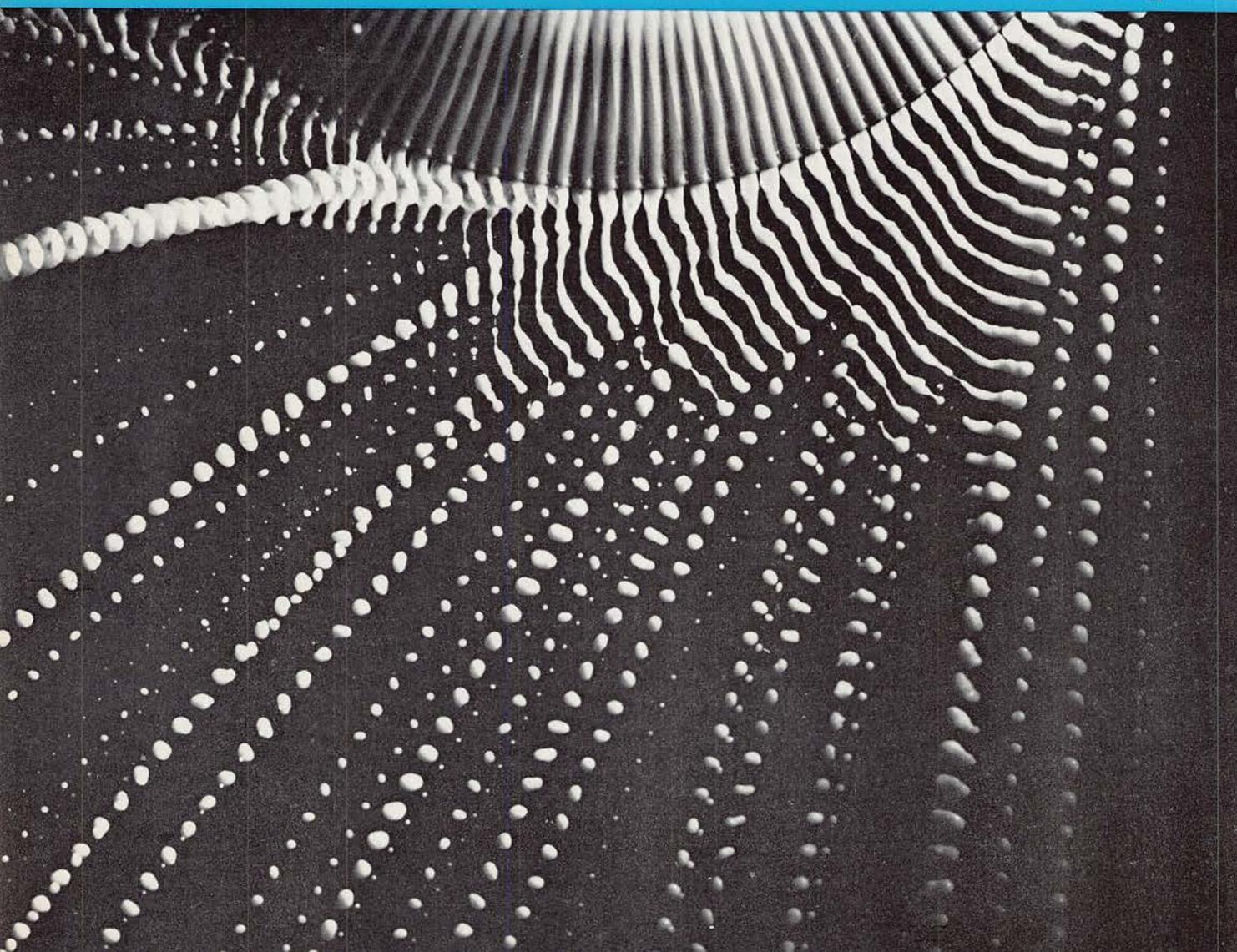
9 Eine Luftgewehrkugel trifft auf einen gespannten Faden, der an seinen Einspannstellen abreißt. Beleuchtet mit einer Strobokin-Blitzserie 25 kHz.



10 Gesetz der Impulsübertragung mittels Stoß: Eine kleine Luftgewehrkugel trifft eine — an einem Faden hängende — Billardkugel. Die kleine, schnellbewegte Masse des Kugelchens setzt nach dem Aufprall die große Kugel in langsame Bewegung. Letztere ist an der Fadenbewegung abzulesen. Kleine Staubpartikel auf der Kugel werden ebenfalls in Bewegung gesetzt. Eine Eigenschwingung des Systems Kugel—Faden ist an zwei Überkreuzungen des Fadens (etwa 6. und 10. Bild) sichtbar. Das Bild der großen Kugel, die mattschwarz war, verschwimmt in der Vielzahl der überlagerten Abbildungen. Beleuchtet mit Strobokin-Blitzserie 5 kHz.



11



12

11 Fallender und zerspritzender Wassertropfen, beleuchtet mit Strobokin-Blitzserie 400 Hz.

12 Aus der Pipette eines rotierenden Ölkännchens wird Flüssigkeit ausgeschleudert. Sie unterliegt den Einflüs-

sen von Zentrifugal- und Schwerkraft sowie von Oberflächenspannungen. Jedes Tröpfchen erleidet sein individuelles Schicksal als Summation der auf das Tröpfchen wirkenden Kräfte, Beleuchtung: Strobokin-Blitzserie.

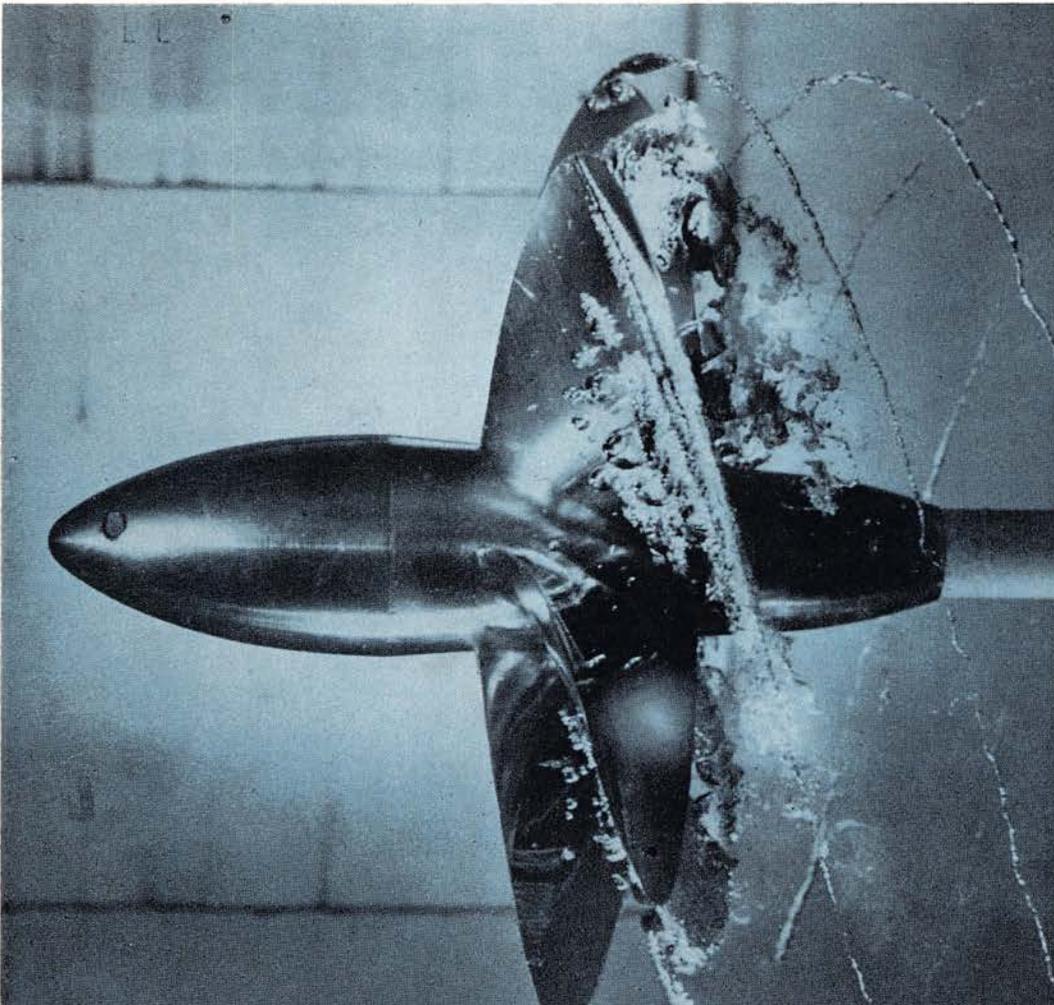
13 Kavitationsblasen an einer rotierenden Schiffsschraube und Ausschnitt aus einem High-speed-Film über Kavitationserscheinungen. (Aufnahme: H. G. Patzke, Impulsphysik GmbH, Hamburg.)

Wie verwendet man nun solche Blitzserien in der High-Speed-Fotografie? Oft macht der aufzunehmende Vorgang selbst die Bildtrennung, d. h. man überlagert einzelne Bewegungsphasen auf ruhendem Film, also verwendet die ganz normale Aufnahmetechnik, wobei z. B. der Synchronkontakt des Kameraverschlusses die Blitzserie auslöst. Die Zahl der Beleuchtungsblitze kann sinngemäß so gewählt werden, daß der interessierende Bewegungsumfang erfaßt wird. Beispiel dieser Aufnahmetechnik ist das vorbeifliegende Geschöß: sein Abbild trifft immer neue unbelichtete Stellen des Films, und die Aufnahme zeigt — bei bekannter Blitzfrequenz — Geschwindigkeit, Drall und Lage des Geschosses und eventuelle Wirkungen, die es auf seiner Bahn ausgelöst hat — also ein umfassender Steckbrief für alles, was man wissen will auf einem Bild.

Würde eine derartige Überlagerung von Bildphasen zu unübersichtlich werden, so gibt es noch eine andere Methode, eine Auseinanderziehung der einzelnen Bilder zu bewirken, ohne etwas bewegen zu müssen: es ist das nach ihren Erfindern bekannte Cranz-Schardin-Verfahren, die sog. Mehrfach-Funkenzeitlupe. Man benutzt hierbei nicht ein und dieselbe Lichtquelle für eine Blitzserie, sondern eine Anzahl (etwa 8 bis 24) räumlich getrennter Funkenblitze sowie eine gleiche Zahl von Aufnahmeobjektiven. Durch einen optischen Trick empfängt jedes Objektiv nur Licht von einem, ihm speziell zugeordneten Funken. Das Aufnahmeobjekt befindet sich an einer solchen Stelle des Strahlenganges, daß es sowohl von dem Licht jedes Funkens beleuchtet als auch von jedem Objektiv gesehen wird. Dieses Prinzip funktioniert nur für Gegenlichtbeleuchtung, ist also geeignet für Schlieren-, Schatten- und Interferometeraufnahmen, dagegen versagt es bei Auflichtbeleuchtung. Die genannten Beleuchtungssysteme geben nicht nur Aufschluß über die Objektbewegung, sondern analysieren auch die das Objekt umgebende Atmosphäre, insbesondere die Druck-, Strömungs- und Temperaturverhältnisse. In Kombination mit der Bildtrennung nach Cranz-Schardin (den beiden wohl bedeutendsten Pionieren auf dem Gebiet der Kurzzeit-Fotografie) ergeben sie eine sehr erfolgreiche Untersuchungsmethode extrem schneller Vorgänge. Denn es ist naheliegend, die Funken in sehr schneller Folge — z. B. in Zeitabständen von $1 \mu\text{s}$ — auszulösen. Daraus resultiert eine Bildfrequenz von 1 Million Bildern/s.

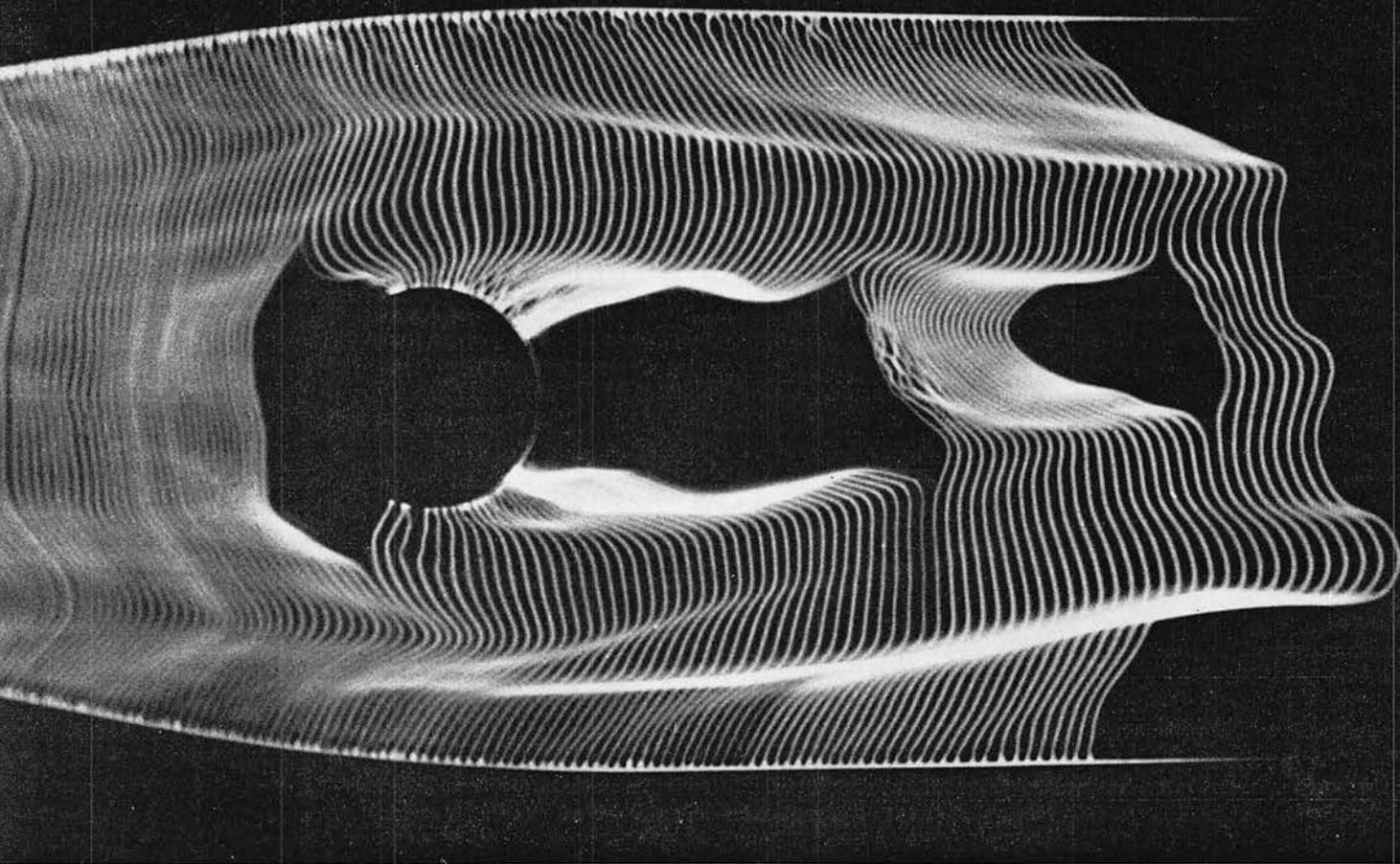
Die zur Zusammenarbeit mit dem Strobokin konstruierte Trommelkamera Strobokrum arbeitet folgendermaßen:

Auf eine Trommel von 1,5 m Umfang wird Normal- oder Schmalfilm gespannt, die Trommel in Rotation versetzt bis zu einer maximalen Filmgeschwindigkeit von 100 m/s. Für eine Trommelumdrehung wird der Verschuß geöffnet, zugleich tastet der Synchronkontakt die Blitzserie des Strobokin. Aus variabler Bildhöhe und Filmgeschwindigkeit errechnet sich die Bildfrequenz, die — ebenso wie das Strobokin — 50 000 Bilder/s erreicht. Die Bewegungsschärfe wird durch die kurze Blitzdauer gewährleistet. Es können z. B. auf 16-mm-Schmalfilm 200 Bilder mit einer Bildfrequenz



13





14 Mit der Funkenblitzmethode nach Weske lassen sich dreidimensionale Strömungsbilder aufzeichnen. Eine Strobokin-Blitzserie wird auf hohe Spannung (bis 250 kV) transformiert, so daß hohe Schlagweiten der Funkenentladungen erreicht werden. Erfolgen diese Entladungen zwischen zwei Leitelektroden in einem strömenden Gas, so ereignet sich folgendes: An einer verengten Stelle der Elektroden springt die erste Funkenentladung über und bildet eine ionisierte Funkenbahn. Dieser noch kurze Zeit leitende Kanal wird formstabil von der Strömung mitgenommen und von der nächsten Entladung erneut zum Aufleuchten gebracht. Dieser Vorgang wiederholt sich, solange die Blitzserie andauert und schreibt somit ein „Lichtbild“ des Strömungsverlaufs. Dieses Verfahren zeigt z. B. auch, wie in dieser Aufnahme der Strömungstau vor und hinter einem zylindrischen Hindernis in der Strömung, wie hier von links nach rechts, verläuft. Blitzfrequenz 20 000 Blitze/s.

von maximal 12 500 Bildern/s aufbelichtet werden. Das entspricht einem Zeitdehnungsfaktor von etwa 800, d. h. der Vorgang läuft bei der Filmprojektion 800mal langsamer ab als in der Wirklichkeit. Sämtliche Leitzobjektive einschließlich Balgengerät mit Visoflexansatz können an der Strobodrum-Kamera verwendet werden. Das besagt: Man nimmt genauso auf wie bei einer Kleinbildaufnahme — nur durch die Filmbühne rast ein Stück Film mit 360 Stundenkilometern. Die gesamte Aufnahmezeit für die 200 Filmbilder beträgt hierbei etwa 1/70 s. Für längere Filme auf 16-mm-Format gibt es eine Reihe von sog. Drehprismen-Kameras, die prinzipiell mit einem Drehprisma als sog. optischen Ausgleich arbeiten. Man bewegt den Film kontinuierlich (also nicht mehr ruckweise) durch die Kamera, wobei man gegen Ende des 30 m langen Films auf eine höchste Bildfrequenz von 10 000 Bildern/s kommt. Die Filmbewegung wird durch das Drehprisma kompensiert, d. h. Film und Bild werden für einen kurzen Moment — die effektive Belichtungszeit — relativ zueinander still gehalten. Die Abschattungspause ist vier- bis fünfmal länger als die Belichtungszeit. Dadurch erreicht man sehr kurze Bildbelichtungen, z. B. beträgt bei einer Bildfrequenz von 5000 B/s die Belichtungszeit nur 40 μ s. Sie kann bei kleinen schnellen Objekten trotzdem noch so lang sein. Beispiel: Ein Tröpfchen von 10 μ Durchmesser und einer Geschwindigkeit von 100 m/s bewegt sich in dieser Zeit bereits um das 400fache seiner eigenen Größe! Hier sind also Belichtungszeiten im Mikro- bzw. Nanosekundenbereich nötig, wie sie vom Strobokin bzw. der Nanolite-Lampe durch die Blitzdauer realisiert werden. Man kann Drehprismen-Kameras mit diesen Lichtblitzquellen synchronisieren und damit diese Kameras auch zum Einsatz extremer Aufgabenstellungen bereit machen — denn unabhängig von der Bildfrequenz wird jedes Film-

bild nur 1 μ s (Strobokin) bzw. 26 ns (Nanolite) belichtet und damit praktisch jede Bewegung „eingefroren“. Zur Analyse sehr schneller Vorgänge — wie Detonation, Stoßwellen, dynamische Spannungsoptik sowie Probleme der Raumfahrt — reichen vielfach die Bildfrequenzen von Drehprismen- oder Trommelkameras nicht mehr aus. Da mit diesen Kameras bereits die Belastungsgrenzen des Films (auf Zug bzw. Fliehkraft) erreicht sind, mußte ein neues Prinzip der Bildtrennung gefunden werden: die Drehspiegel-Kamera bewegt keinen Film mehr, sondern nur noch einen Drehspiegel, der das abbildende Strahlenbündel in die Runde wirft — auf ruhenden Film. Durch eine Reihe von Zwischenobjektiven wird eine Bildreihe belichtet. Die Achse der Drehspiegel wird mit Gasturbinen angetrieben und erreichen — in Heliumatmosphäre — eine maximale Drehzahl von 17 000 Umdrehungen/Sekunde! Daraus resultieren Bildfrequenzen von mehreren Millionen Bildern/s in einer Gesamtbildzahl zwischen 40–100 Bildern relativ großen Formats. Erwartungsgemäß treten bei diesen „Rennpferden“ von High-Speed-Kameras auch Schwierigkeiten und Begrenzungen auf. Sie sind meist sehr „gewichtig“ und teuer. Die Synchronisation mit Vorgang und Beleuchtung ist problematisch — denn eine Drehspiegel-Kamera zeichnet (von Spezialmodellen abgesehen) nur periodisch auf, nämlich nur dann, wenn der rotierende Spiegel in einer geeigneten Position steht. Je höher die Bildfrequenz, desto kürzer ist die Belichtungszeit. Mit kürzer werdender Belichtungszeit, die bei der Drehspiegel-Kamera mechanisch-optisch erzeugt wird, wächst auch der Lichtbedarf, um die notwendige Schwärzung auf dem Film zu erhalten. Und hier ergeben sich Beschränkungen: 1. sind die Lichtstärken solcher Kameras infolge der langen Lichtwege relativ gering und 2. können mit den dabei verwendeten Dauerlichtquellen nicht so hohe Leuchtdichten wie in

Funkenlichtquellen erzeugt werden. Manchmal löst der aufzunehmende Vorgang das Beleuchtungsproblem von selbst: er ist intensiv selbstleuchtend, wie z. B. eine Detonation. Andererseits benutzt man auch Detonationen als Lichtquellen: man läßt ihre Stoßwelle in eine Argon-Atmosphäre einlaufen, die dadurch zu einem extrem hellen Leuchten angeregt wird. Diese Lichterzeugungsart nennt man Explosivblitz oder Argonbombe. Wichtig für eine Drehspiegel-Aufnahmeserie ist auch, daß sie nicht mehrfach überschrieben wird, d. h. die Beleuchtung muß nicht nur rechtzeitig einsetzen, sondern auch gezielt enden. Hat die Lichtquelle nicht von sich aus diese Eigenschaft, so kann ein von der Kamera gesteuerter sog. Sprengverschluß den Lichtweg rechtzeitig unpassierbar machen: Mit Hilfe einer kleinen Sprengpille zerstört man einen Glasblock und macht ihn dadurch undurchsichtig. Etwas rauhe Methoden — aber schnell wirksam.

Um von sehr hell selbstleuchtenden Vorgängen einzelne Bewegungsphasen aufnehmen zu können, kann man vor das Kamera-Objektiv einen elektronischen Kurzzeit-Verschluß setzen (meist in Form einer Kerrzelle) oder auf dem Umweg über einen Bildwandler fotografieren. In beiden Fällen erreicht man Belichtungszeiten im Mikro- oder Nanosekundenbereich. Die Kerrzelle im Strahlengang bedeutet einen erheblichen Lichtverlust, erlaubt aber eine gute Auflösung. Das Bildwandlerrohr kann einen merklichen Lichtgewinn bringen, das Schirmbild ist aber dem fotografischen Bild weit unterlegen in bezug auf Bildqualität. Je nach Aufgabenstellung kann der geeignete Verschluß gewählt werden. Beide Verfahren sind kompliziert und aufwendig und sollen hier nur am Rande erwähnt werden.

Auch mit unsichtbarem Licht arbeitet gegebenenfalls die Kurzzeit-Fotografie: mit Röntgenblitzen. Es gibt zum Strobokin Zusatzgeräte, die Röntgenblitz-Aufnahmen mit hohen Bildfrequenzen ermöglichen.

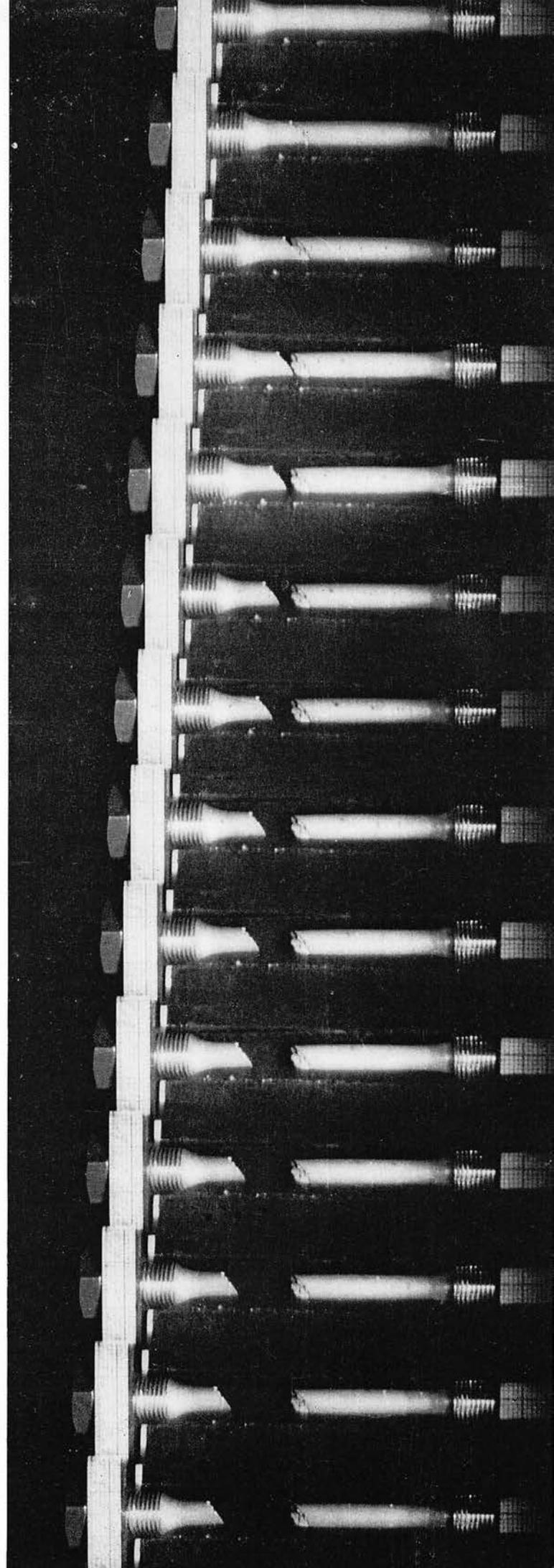
Bei der Funkenblitz-Methode nach Weske benutzt man eine Reihe von überschlagenden Hochspannungsfunken zur fotografischen Registrierung von Strömungsverhältnissen, z. B. im Windkanal. Auch hierbei dient das Strobokin als Grundgerät.

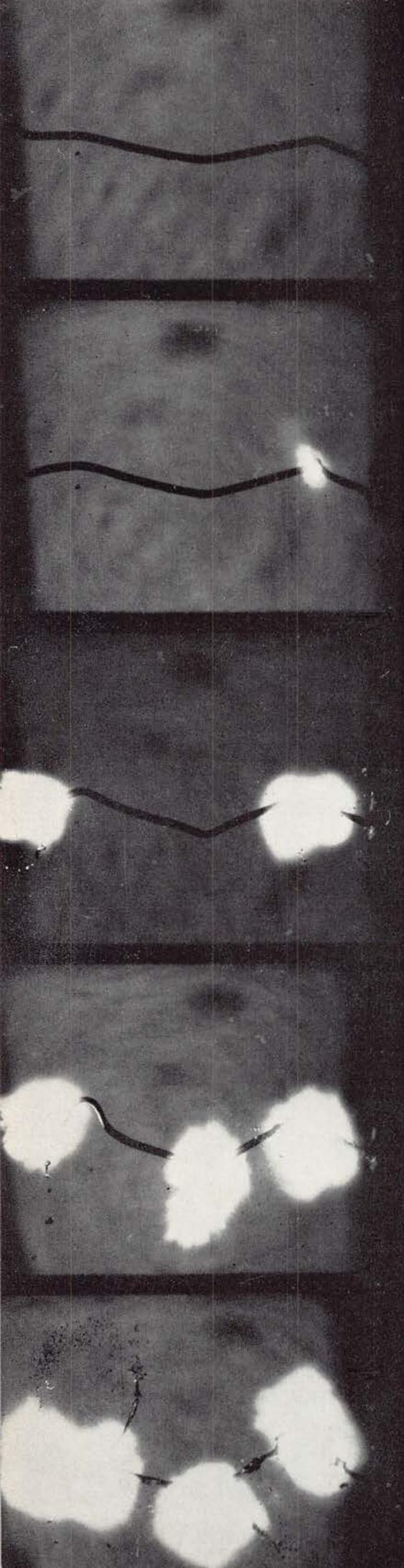
Im sog. Strobokerr-Verfahren wird eine Kerrzelle als hochfrequent tastbarer Verschluß eingesetzt. Und zwar öffnet sich bei jedem Strobokinblitz die Kerrzelle für eine Zeit, die etwas kürzer ist als die Blitzdauer. Damit gelingt folgender Trick: Es läßt sich Dauerlicht — z. B. eines Lichtbogens — vom Funkenlicht trennen. Bezogen auf dieselbe Zeiteinheit hat das Funkenlicht um Größenordnungen mehr Licht als das kontinuierliche Licht. Schickt man beide Lichtarten durch dieselbe Kerrzelle, so kommt das Funkenlicht im Vergleich zum Dauerlicht mit einem sehr viel höheren Energieanteil während der für beide Lichtarten gleichen Öffnungszeit der Kerrzelle durch letztere. Dieser Unterschied kann so weit gesteigert werden, daß der Anteil des kontinuierlichen Lichts völlig unwirksam auf die fotografische Schicht bleibt, d. h. eliminiert wird. Das wird von Bedeutung, wenn man Kurzzeit-Vorgänge filmen will, die sich z. B. in einem leuchtenden Plasma abspielen wie etwa der Schweißvorgang beim Lichtbogenschweißen. Mit Hilfe der Strobokerr-Methode kann man unbehindert vom grellen Licht des Schweißbogens das Geschehen beobachten, das sich in ihm abspielt: den Tropfenübergang sowie den Einfluß des Elektrodenmantels u. a.

Auch in mikroskopische Bereiche ist die High-Speed-Fotografie vorgedrungen, wo das kalte Funkenlicht von besonderer Bedeutung ist, insbesondere bei der Beobachtung biologischer Objekte. Bei der notwendigen hohen Lichtkonzentration auf kleinstem Raum spielt der Wärmeschutz des Objekts eine entscheidende Rolle.

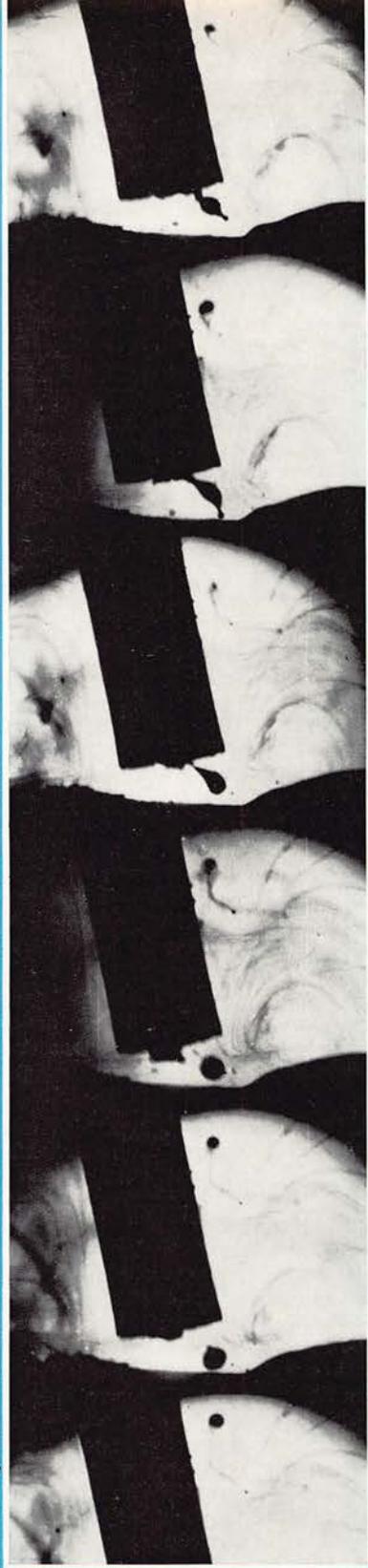
15

Zerreißen eines Prüfbolzens durch eine Schlagbeanspruchung. Aufgenommen mit Strobodrum-Kamera und Strobokin-Beleuchtung, Blitzfrequenz 30 000 Blitze/s. (Aufnahme: Dr. Wittwer, Staatliche Materialprüfanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart.)





◀ 16 ▶



17 ▶

16 Schickt man durch einen dünnen Draht eine starke Kondensatorentladung, so verdampft er explosionsartig. Es bilden sich meist Explosionszentren, in denen die Drahtmaterie flüssig wird und verdampft unter starker Lichtemission. Mit Hilfe der Strobokerr-Methode wird dieses Licht soweit gedämpft, daß der Vorgang nicht überstrahlt wird. Um die Drahtsilhouette zu erkennen, wird der Hintergrund mit Strobokinlicht schwach erhellt.

17 Übergang eines Schweißtropfens von einer Schweißelektrode zum Schweißgut. Beim Lichtbogenschweißen überstrahlt das intensive Bogenlicht normalerweise alle Vorgänge, die sich in seinem Plasma abspielen wie z. B. der Übergang des flüssigen Schweißmaterials, dessen Form und Menge von wissenschaftlichem Interesse ist. Mit der Strobokerr-Methode gelang es, diese Vorgänge erstmalig sichtbar zu machen: Das Schweißlicht wird durch eine Kerrzelle unterdrückt, als Gegenlichtbeleuchtung wird Strobokinlicht (von der Kerrzelle nur wenig geschwächt) benutzt. Aufgenommen mit Drehprismenkamera und einer Bildfrequenz von 3000 Bildern/s.

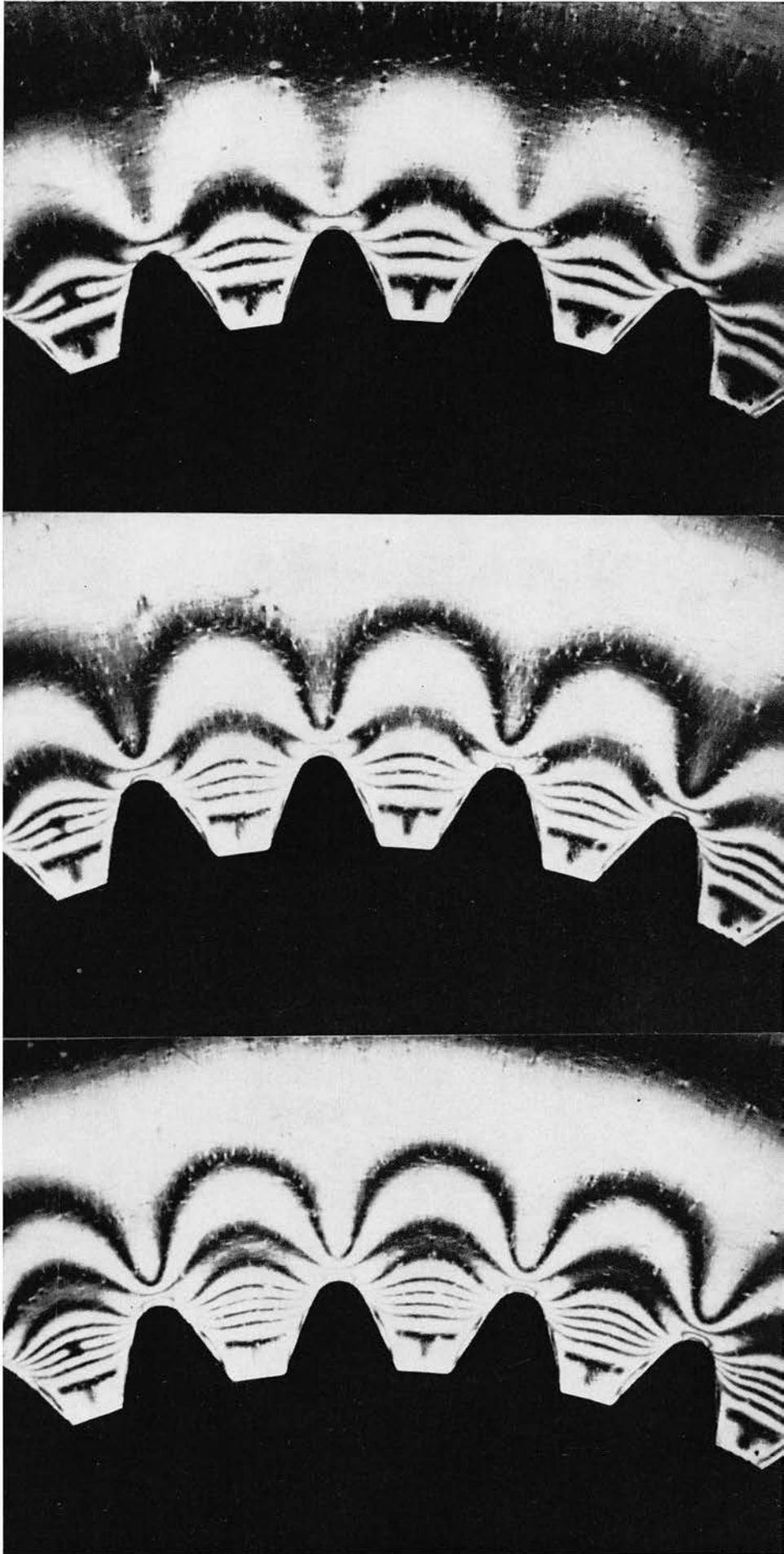
In schnell rotierenden Maschinenteilen können durch Zentrifugalkräfte eventuell gefährliche Spannungen auftreten. Mit Hilfe der Spannungsoptik und Blitzbeleuchtung mit Strobokin können die Stellen hoher Belastung sichtbar gemacht werden. Auf die Auswertung der gezeigten Aufnahmen soll nicht näher eingegangen werden. Die Zunahme der dunklen Interferenzlinien mit wachsender Drehzahl des Modells ist erkennbar (und für den Fachmann auswertbar). Es geht hier um die Ermittlung der Spannungsverteilung am Turbinenscheibenumfang bei einer umgekehrten Laval-Fußbeschauung. Drehzahl der obersten Aufnahme 2450 Upm. (Aufnahme: Prof. Deltmering, Institut für Turbomaschinen, Technische Hochschule Aachen.)

Wir wollen uns am Schluß unserer kleinen Exkursion in die Bereiche der Kurzzeit-Fotografie die im Titel dieses Berichtes gestellte Frage nochmals stellen: Wo gibt es Grenzen der fotografischen Analyse — speziell in der High-Speed-Fotografie? Man muß hierbei vielleicht unterscheiden zwischen den Grenzen des technisch Erreichbaren und den Begrenzungen, die einen sinnvollen Einsatz der Möglichkeiten fordern. Man benötigt z. B. keine kürzere Belichtungszeit des Vorgangs als die gewünschte Bewegungsschärfe bedingt: Es wäre auch sinnlos, die Zeitdehnung soweit zu treiben, daß eine zusammenhängende Bewegung gar nicht mehr erkannt werden kann. Die scheinbare Verlangsamung des Bewegungsvorgangs soll nur so weit getrieben werden, daß sie unserem Auffassungsvermögen angepaßt wird. Die überwiegende Mehrzahl von schnellen Bewegungsabläufen in Natur und Technik spielt sich in Zeitbereichen ab, die mit den geschilderten Verfahren gut erfaßt werden können. Extreme schnelle Vorgänge, wie sie in Hyperschall-Windkanälen, in Stoßwellenrohren, bei Einspritzverfahren sowie bei Detonationen vorkommen, gehen mit ihren Anforderungen schon nahe an die Grenze der technisch realisierbaren fotografischen Methoden. Für Phänomene der Plasma- und Kernphysik werden neue Aufnahmemöglichkeiten entwickelt werden müssen. Eine wesentliche Pionierarbeit hierzu hat die Firma Impulsphysik auch auf diesem Sektor geleistet: Sie baute die Blitzlampen zur Ausleuchtung der Blaskammern in Cern. Drei synchron blitzende Lampen mit jeweils 2 kW Blitzenergie werden für jede Aufnahme — die Anlage arbeitet kontinuierlich im 3-Sekunden-Takt — eingesetzt.

Man sieht: Grenzen sind nicht genau abzustecken. Neue Fragen haben die Entwicklung neuer Verfahren zur Folge. Und neue Möglichkeiten, Probleme anzupacken, verlocken zu neuen Fragen. Diese Dynamik finden wir grundsätzlich in Wissenschaft und Forschung und ganz besonders ausgeprägt in der High-Speed-Fotografie.

Walter Thorwart

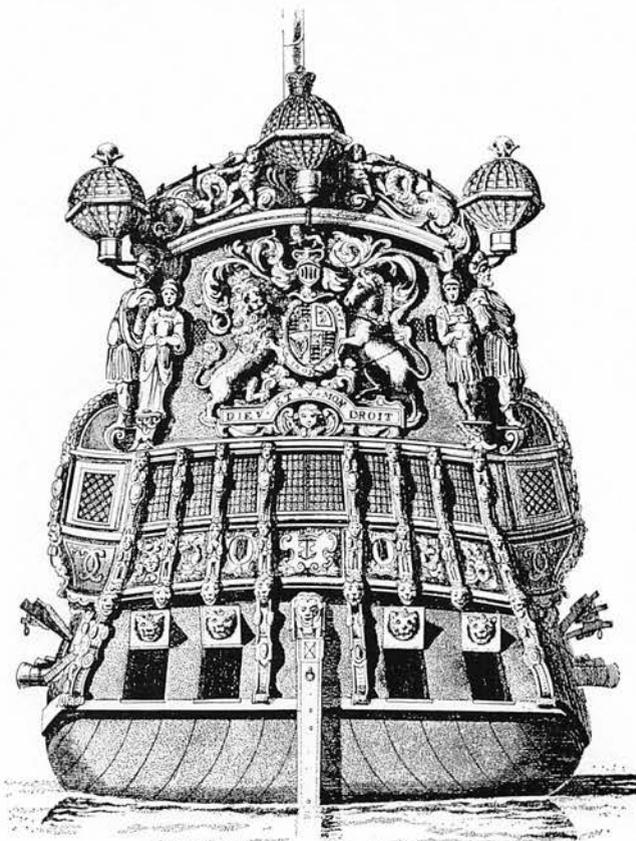
Die nicht besonders benannten Aufnahmen stammen vom Verfasser und sind im High-speed-Labor der Impulsphysik GmbH, Hamburg, aufgenommen.



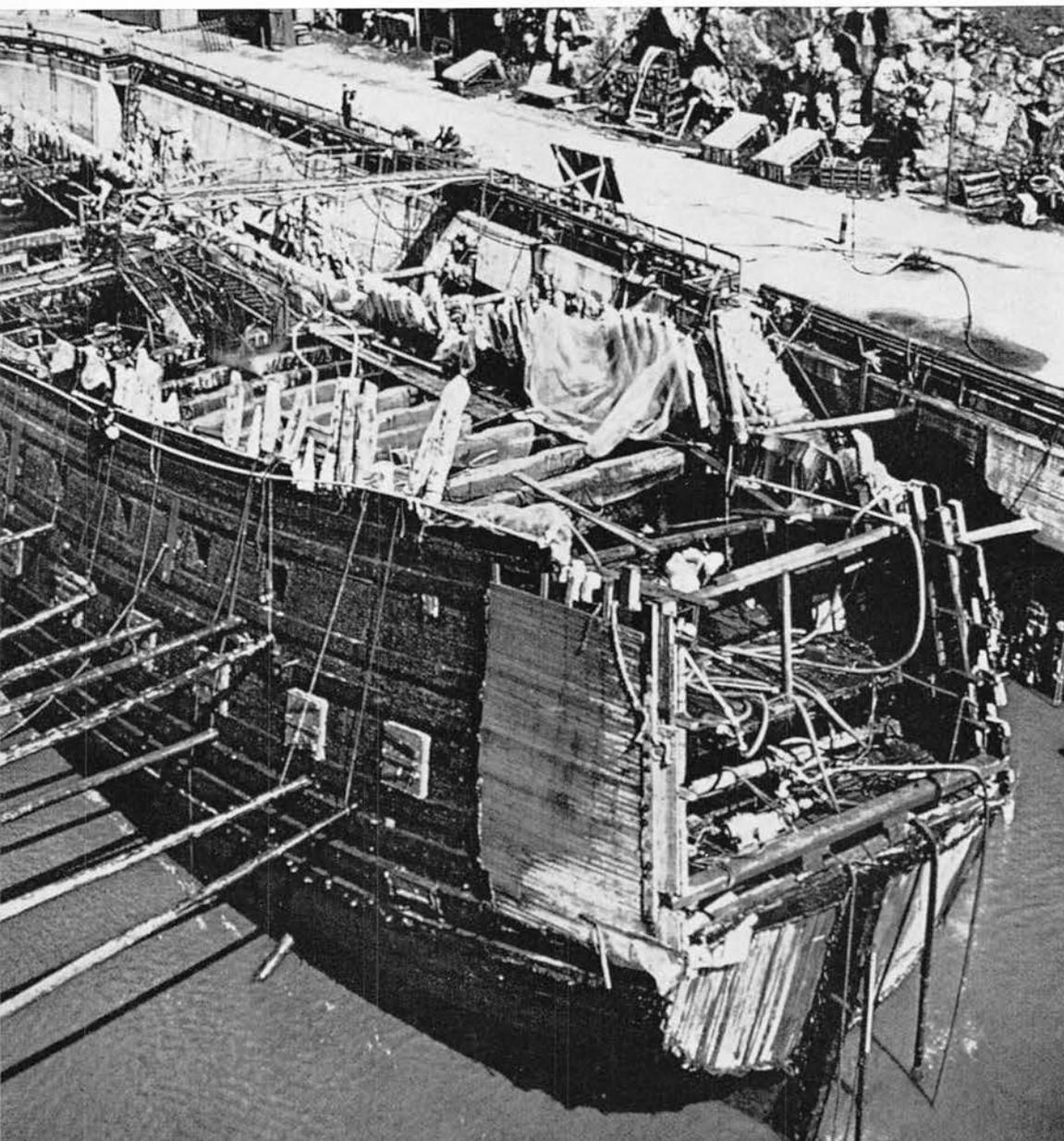
Das Kriegsschiff

WASA

zur Ausstellung im Museum
für Hamburgische Geschichte

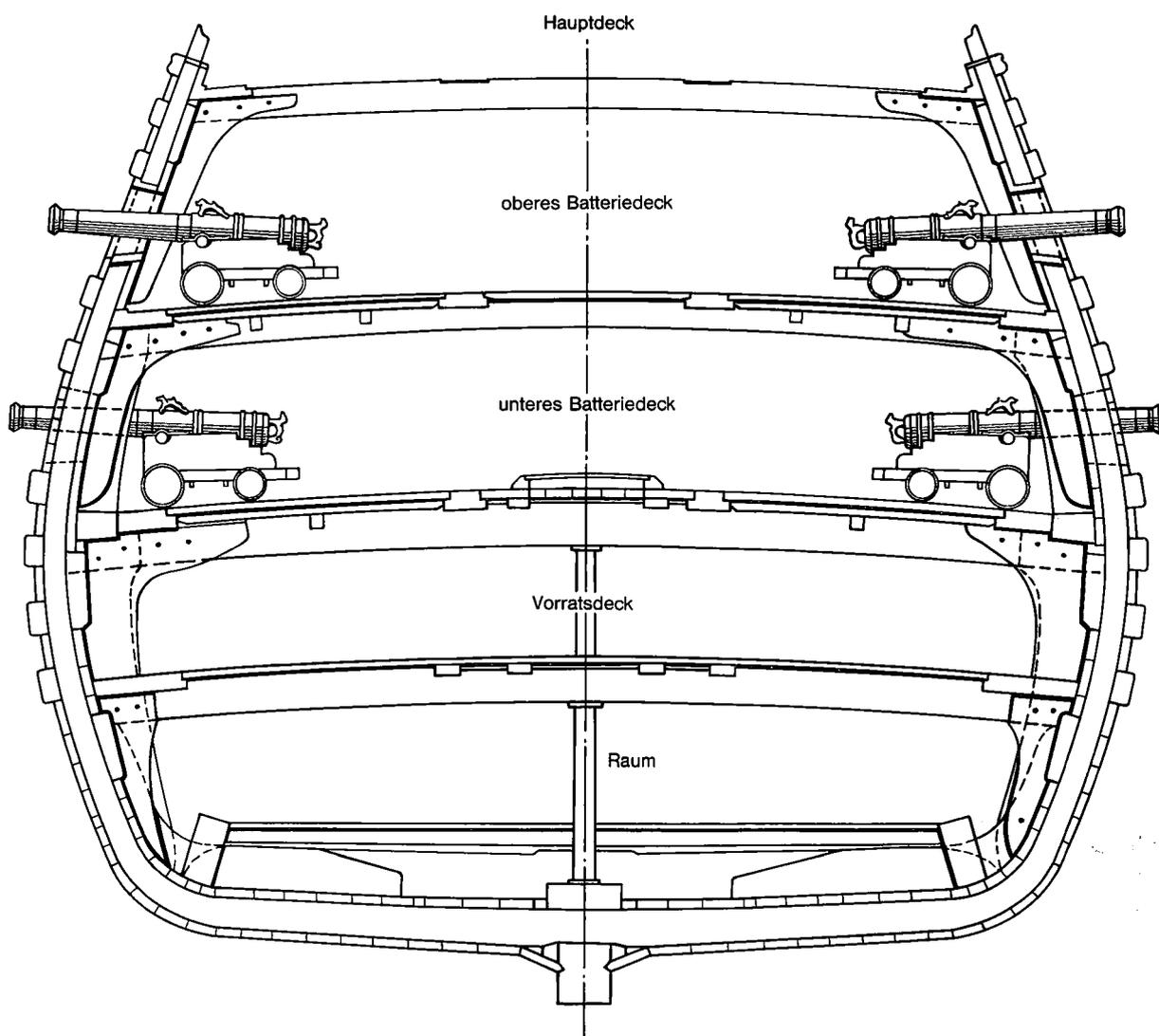


Heck eines Kriegsschiffes aus dem siebzehnten Jahrhundert



In Heft 5/1961 gaben wir anlässlich der Hebung der „Wasa“, die 1628 auf ihrer Jungfernfahrt im Stockholmer Hafen kenterte und sank, einen kurzen Bericht über dieses Schiff und das damalige Leben an Bord.

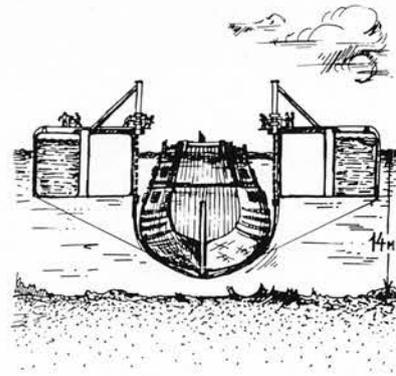
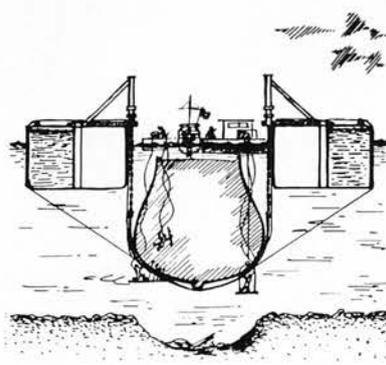
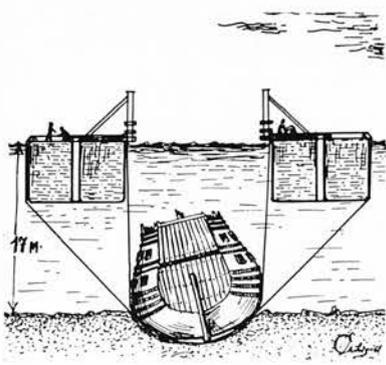
Die interessante Ausstellung, die jetzt zwei Monate im Museum für Hamburgische Geschichte zu sehen war, regt uns an, noch einmal auf dieses Thema zurück zu kommen.



Hauptspant der „Wasa“ Maßstab 1:75

Im Jahre 1625 ließ König Gustav Adolf unter der Leitung des holländischen Schiffbaumeisters Hybertsson de Groot auf der königlichen Schiffswerft in Stockholm vier Schiffe bauen. Das Regalskeppet Wasa – (soviel wie königliches Schiff, Bezeichnung für das Flaggschiff der Kriegsflotte) – war mit 64 Kanonen bei einem Displacement von etwa 1400 t ein für die damalige Zeit großes Schiff. Gehen wir von der Bestückung als Maß für die Schlagkraft des Schiffes aus. Gemäß erhaltener Archivurkunde waren an Bord 48 Stück 24-Pfünder, 8 Stück 3-Pfünder, 2 Stück 1-Pfünder, 1 Stück 16-Pfünder, 2 Stück 62-Pfünder und 3 Stück 35-Pfünder. Die Rohre waren aus Bronze und wogen zusammen rund 71 t. Die Munition bestand aus Rundkugeln und sogenannten Abtakelungsgeschossen. Das waren Spitzenkugeln, Scherenkugeln, Kettenkugeln, Brandbomben und Feuerkränze. Die Rohre waren konisch, und wenn man über die Oberkante des Rohres visierte, mußte es eine Distanz geben, bei welcher Zielpunkt und Treffpunkt zusammenfielen. Das war bei etwa 600 m der Fall und dies somit der erstrebenswerteste Gefechtsabstand. Wir hatten in unserem letzten Bericht schon die harten Strafen erwähnt, die u. a. auf Munitionsvergeudung durch Schießen auf zu große Entfernung standen.

Zuerst versuchte man durch Beschuß mit der letzterwähnten Munitionsart das Schiff lahmzulegen. Wenn bei diesen schwerfälligen Schiffen die Takelage durcheinandergieret, waren sie manövrierunfähig. Nicht nur die Größe der stehenden Segelfläche, sondern auch ihre richtige Verteilung waren Voraussetzung dafür, daß bei den geringen Geschwindigkeiten die verhältnismäßig kleine Ruderfläche noch eine Steuerwirkung ausübte. Erst auf nahe Entfernung versuchte man durch sogenannte Grundtreffer direkt in die Wasserlinie den Feind zu versenken. Die Zahl der Soldaten an Bord und deren Handbewaffnung verraten, daß das letzte Ziel das Entern des feindlichen Schiffes war. Man sollte sich einmal klarmachen, welch zweifelhaftes Vergnügen der Dienst auf solchen vom Ansehen so unvergleichlich schönen Schiffen gewesen sein muß. Auf dem etwa 47 m langen und 11,70 m breiten Schiff befanden sich 433 Mann! 133 Seeleute – das 3- bis 4fache eines heutigen 150 000-t-Tankers – und darüber hinaus 300 Seesoldaten. Daß die schon früher erwähnten, uns heute überaus streng erscheinenden Maßnahmen zur Aufrechterhaltung von Ordnung und Disziplin nicht ganz unbegründet waren, ist schon begreiflich. Die Abmessungen und Einteilung des Schiffes gehen aus den Schnittzeichnungen hervor. Wir



sehen zwei Batteriedecks; doch auch auf dem Hauptdeck standen noch Kanonen, die sogenannte sekundäre Artillerie.

Es ist nicht bekannt, daß die *Wasa* etwa in einer von der damals bewährten Schiffsform und der Takelung stark abweichenden Art gebaut worden ist, so daß der überraschende Verlust des Schiffes auf seiner Jungfernfahrt auf eine eindeutige Ursache zurückzuführen wäre. Es kommen gewiß mehrere unglückliche Umstände zusammen. Was eine heftig einsetzende Böe anrichten kann, haben wir von dem Segelschulschiff „*Niobe*“ noch in Erinnerung. Was in einem Fall starker Schlagseite offene Geschützpforten für Folgen haben, können wir uns ausmalen, wenn wir an die *Andrea Doria* denken, die letzten Endes durch offene Bulleyes und Lüfter vollief (siehe Heft 4/62). Es ist darüber hinaus mit Sicherheit anzunehmen, daß zum mindesten ein

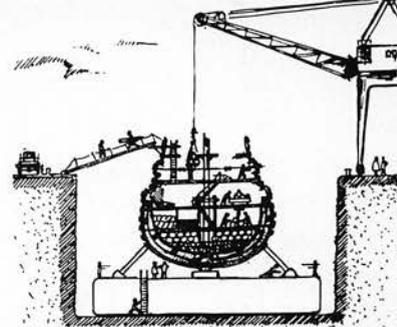
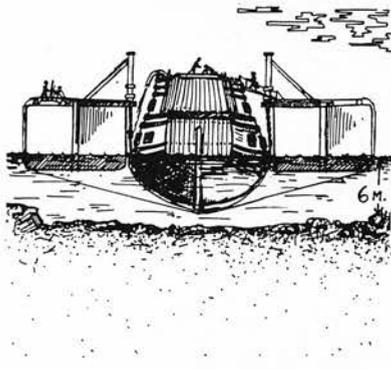
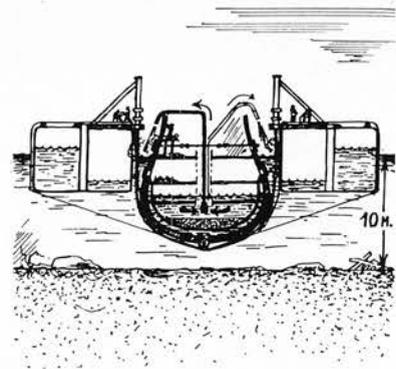
großer Teil der oben aufgeführten Artillerie sich bei der plötzlichen Krängung selbständig gemacht hat und mit Donnergepolter nach Lee gesaust ist; denn ob bei dieser friedlichen Damenfahrt bereits alles seefest gezurrt war, möchte man doch bezweifeln. Es heißt, niemand sei als für die Katastrophe verantwortlich verurteilt worden.

Man hat natürlich sogleich einen Bergungsversuch gemacht; doch mußte er damals bei einem so großen Schiff, das in 32 m Tiefe lag, scheitern. Man gab aber nicht so schnell auf. Mit Hilfe einer neuartigen Taucherglocke barg eine Arbeitsgemeinschaft, die aus einem Schweden, einem Schotten und einem Deutschen bestand, im Jahre 1664 etwa 50 Geschütze. 1683 holte noch einmal jemand eine Kanone herauf, danach geriet das Schiff in Vergessenheit.

Erst 1956 stieß man von neuem auf das Wrack, und da wir

Die „*Wasa*“ zwischen den Hebepons





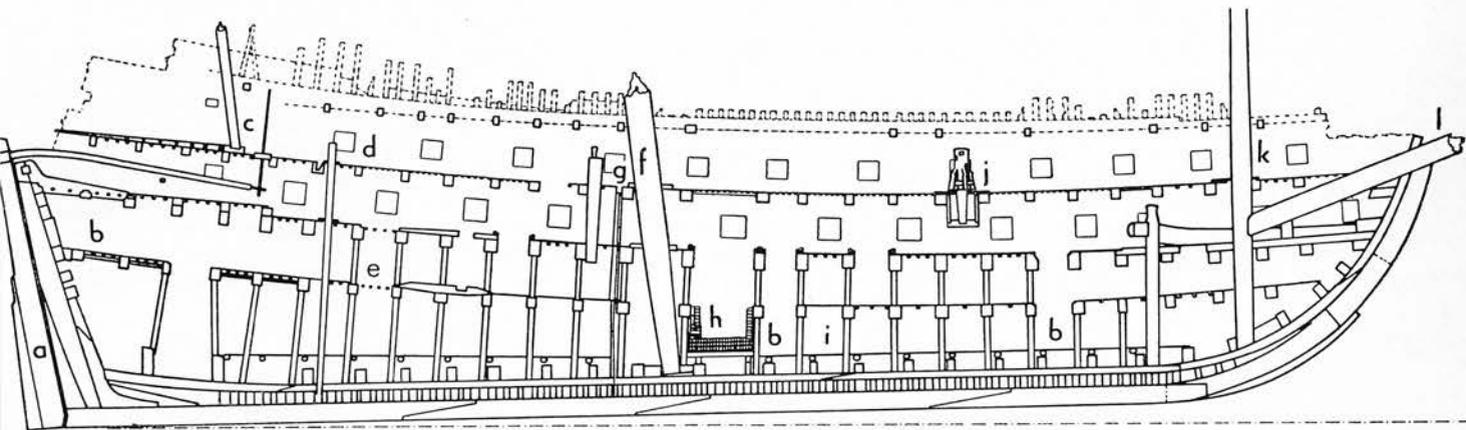
in einer Zeit leben, in der authentische Zeugnisse aus der geschichtlichen Vergangenheit als kostbarste Güter gewertet werden, scheute man keine Mühe und Kosten, das Schiff so wohlbehalten als nur irgend möglich an Land zu bringen und nach den neuesten Erkenntnissen der Wissenschaft und Technik zu erhalten. Marinetaucher hatten 1957 mehrere Tunnel unter das Schiff gespült, um den Rumpf mit etlichen Hebegurten umfassen zu können. 1959 wurde die Wasa zum erstenmal angehoben, ganz behutsam unterhalb der Wasseroberfläche näher zum Ufer geschleppt und in 17 m Wassertiefe noch einmal abgesetzt. Dort wurde das Schiff abgedichtet, so daß man es beim endgültigen Heben auch leerpumpen konnte. Im Inneren des Schiffsrumpfes begann nun eine regelrechte Ausgrabung. Etwa 16000 Fundstücke kamen zum Vorschein. Gegenstände aus Holz, Leder, Zinn und Bronze, Kupfergeräte und Reste von Textilien wurden geborgen und konserviert. Vollständig zerstört ist leider alles, was aus Schmiedeeisen war.

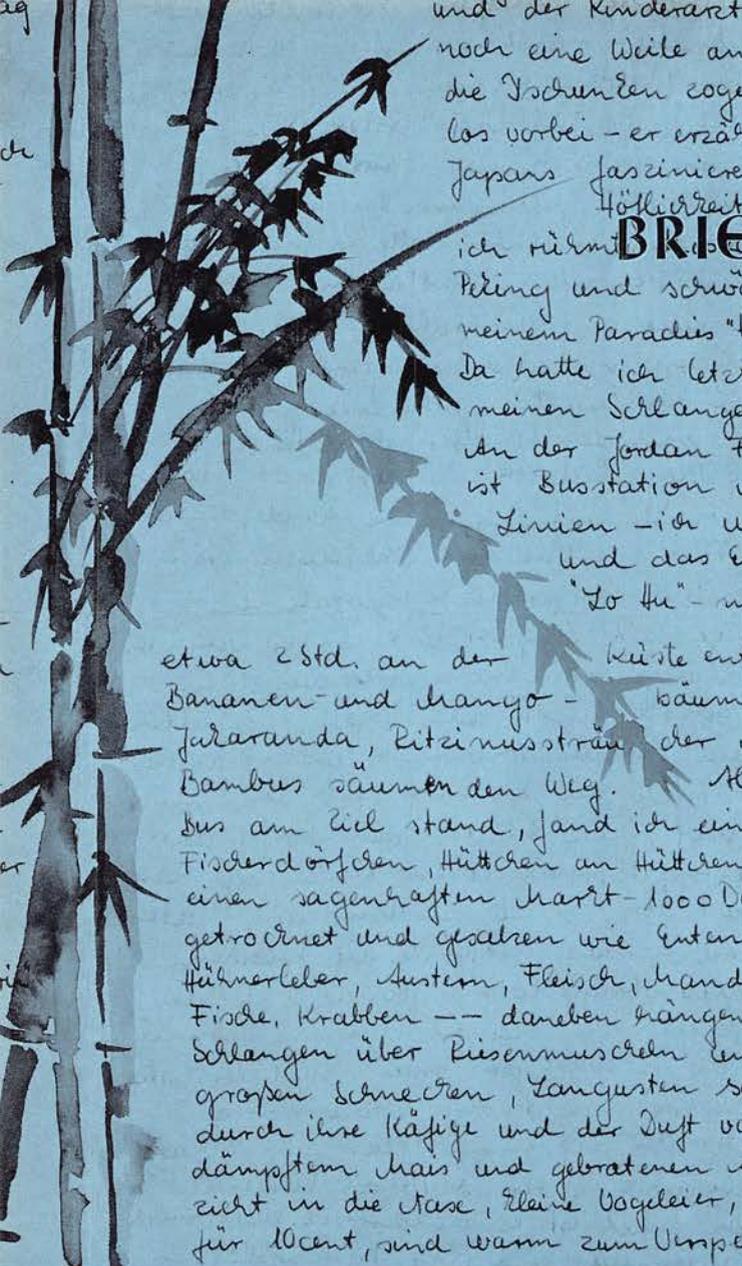
Nachdem die Ausgrabungen 1961 beendet waren, lag die Wasa auf einem eigens für sie gebauten Ponton in einem Dock. Dieser Ponton wurde mit einem Aluminiumgehäuse versehen, in dem zur Vermeidung einer plötzlichen Austrocknung und Schrumpfung des 333 Jahre auf dem Meeresgrund gelegenen Schiffes die Luftfeuchtigkeit durch Sprinkleranlagen ständig auf fast 100 % gehalten wird. Dazu benötigt man eine tägliche Frischwassermenge von etwa 23 m³. Das kann natürlich nicht auf unbegrenzte Zeit fortgesetzt werden. Man suchte daher nach einer Konservierungsmethode, bei der das vom Holz aufgesaugte Wasser ersetzt wird durch eine tief-

eindringende chemische Substanz von großer Beständigkeit, die die Schrumpfung und das Reißen des Holzes verhindert. Man besprüht zu diesem Zweck den Schiffskörper immer wieder mit einer Flüssigkeit, die Polyäthylenglykote enthält. Regelmäßiges Bespritzen mit einer Pentachlorphenolatlösung soll gegen Pilze und Algen schützen. Auf weitere

wohlklingende Namen wollen wir verzichten. Die Erhaltung, die Konservierung der Originalteile des kostbaren Fundes, ist die primäre Aufgabe, – nicht nur in diesem Falle – sondern in der archäologischen und kunstgeschichtlichen Arbeit überhaupt. Die sekundäre Aufgabe, bei der man sich nicht genug Zeit lassen und nicht genug Gründlichkeit walten lassen kann, ist dann die Restaurierung. Manche Kunstwerke vertragen überhaupt keine Restauration; man zieht z. B. den Torso einer kunstvoll ergänzten antiken Statue vor. Aber bei Funden der Art wie dem Wrack der Wasa ist die Ehrfurcht vor den verfaulten Planken nicht der alleinige Wertmaßstab. Das Schiff soll uns in seiner ursprünglichen Gestalt Kunde vom Stand der Schiffbaukunst des 17. Jahrhunderts vermitteln. Dazu sind gewisse Ergänzungsarbeiten unerlässlich. Wichtig ist nur, daß man lediglich das ergänzt, was aus alten Bruchstücken noch rekonstruierbar ist, und daß man nicht etwa der Phantasie freien Lauf läßt. Wer je

nach Stockholm kommt, wird es sich gewiß nicht nehmen lassen, dieses höchst interessante Schiff zu besichtigen, von dem uns die Ausstellung im Museum für Hamburgische Geschichte in Bildern, graphischen Darstellungen, Originalfunden und Kopien des kunstvollen Schnitzwerkes in natürlicher Größe ein so lebendiges Bild vermittelte. cl.





und der Kinderarzt
noch eine Weile an
die Ischenen eoge
los vorbei - er erzäh
Japans fasziniere
Höllierheit
ich rümt
Peking und schwö
meinem Paradies
Da hatte ich letet
meinen Schlange
an der Jordan
ist Busstation
Linien - ich w
und das
"Lo Hu" -

BRIEFE AUS HONGKONG

etwa 2 Std. an der Küste ent
Bananen- und Mango- bäum
Jularanda, Zitrussträu
Bambus säumen den Weg. Al
Bus am Ziel stand, fand ich ein
Fischerdörferchen, Hüttchen an Hüttchen
einen sagenhaften Markt - 1000 D
getrocknet und gesalzen wie Enten
Hühnerleber, Austern, Fleisch, Mand
Fische, Krabben -- daneben hängen
Schlangen über Riesenmuscheln im
großen Schmelzen, Langusten so
durch ihre Käfige und der Duft vo
dämpfstem Mais und gebratenen
nicht in die Nase, kleine Vogelwe
für 10cent, sind warm zum Verspe

lächeln. Und dann die süßesten Kinder der Welt, die schlafenden Chinesenbabies auf den Rücken ihrer Mütter. Das Leben auf den Sampans ist verdammt einfach aber glücklich. Alte Chinesen verstehen ihr Leben so schön einzurichten wie möglich. Sie arbeiten von morgens bis spät in die Nacht. Noch um Mitternacht bietet man Gold, Perlen, Diamanten und Edelsteine aus aller Welt an. Jedes Fleckchen Straße ist besetzt, der kleinste Laden ist ein Korb voller gelber chinesischer Birnen — saftig und durstlöschend. Wenn man dann abends über den Hong Kong Bay fährt, auf die 1003 Lichter der Insel schaut, auf die beleuchteten Kriegsschiffe, auf die Fracht- und Passagierschiffe aus aller Herren Länder, dann rührt das selbst hartgesottene Geschäftsmänner. Einen Abend war ich bei dem Präsidenten des Hong Konger Architektenbundes eingeladen — er ist seit sieben Jahren hier — und findet den Blick über den nächtlichen Hafen Hong Kongs immer noch bezaubernd — wie da erst ich! Das wäre auch etwas für Sie! Die rostroten Dschunkensegel auf der grünen chinesischen See — die sinkende Sonne hinter den Inseln und dann fast ohne Dämmerung die klare, warme chinesische Nacht mit großem orangefarbenen Mond. Man kann sagen — ein kleines, liebes Paradies, dies mein Hong Kong!
Viele Grüße auch an Ihre Frau

Elke

*

27. Oktobertag 1965

Danke für Ihren lieben Brief — ich erzähle Ihnen, um Sie jetzt in Hongkong durch die Straßen zu führen. Zwei 10-Cent-Stücke und wir dürfen den Hong Kong Bay auf „Golden Star“ in der ersten Klasse überqueren, Millionen tun es täglich, auf der Insel stehen die kleinen Chinaboy mit einem Arm voll Abendzeitungen und verkaufen mit lautem Geschrei, ich kann kein Wort verstehen — aber die Schlagzeile sagt, daß die Beatles einen Orden erhalten haben — irgendwo! Wir strömen unter der Queen's Road hin zur Central Road, schieben uns in die 2. Etage einer Tram und fahren irgendwohin! Die Chinesen bohren ungeniert in der Nase und die kleinen Babies schlafen weiter auf den Rücken der kleinen Mütter — der Wind bringt dauernd seltsame Gerüche daher und aus einem kleinen Bündel tropft Blut einer frisch geschlachteten Schildkröte. Lieber möchte ich Ihnen eine Schlangensuppe — einen dicken Krebs mit Wintermelone und Nüssen, Reis und Jasmintee anbieten —. Die Chinesen, das Volk, sitzt auf der Straße und schaufelt den Reis und ein paar Stücke Fleisch oder Gemüse mit sagenhafter Schnelligkeit in den Schlund (Tokioreif!). Die Mahjong-Steine klappern und eine Chinesin schimpft lautbals, — kaufen, kaufen, kaufen, sagen alle Mandelaugen — 10 Dollar — 20 Dollar — — — und mehr — die Chinesen handeln mit allem, und Duft von gerösteten Kastanien zieht in die Nase, während ein Glatzkopf den Schub repariert und ein großer hübscher Schmetterling Neuigkeiten von einer Palme bringt — — —

Auf dem Peak, dem höchsten Punkt Hongkongs, weht chinesischer Wind und die weißen amerikanischen Soldatenboys knipsen noch schnell ein Foto, im Hintergrund die Schiffe ihrer Nation, um bald wieder nach Vietnam zu fahren und zu streiten — gegen — gegen —, nur weil es ein paar Leute in der Welt so wollen — die hübschen, zierlichen Chinesinnen warten auf das nächste Schiff — vom Peak aus sieht man fast bis nach Hamburg, wenn auf der Venus ein Television wäre — — man fährt steil hinab und rückwärts mit der Peaktram und zahlt 60 cent und läßt sich verführen, im Hilton einen Gin Tonic zu trinken.

13. Oktobertag 1965

Lieber C.

Es ist einfach unbeschreiblich — — — Tatsächlich, wenn der Zug aus Canton rollt durch große Reisfelder, fruchtbaren Boden, Palmen, dann ist fast jeder der Reisenden irgendwie freudig erregt. Man erwartet die chinesisch-britische Grenze. Die Formalitäten dauern etwa zwei Stunden, alles geht freundlich und korrekt zu. Sobald man aber Fuß auf britischen Boden gesetzt hat, atmet man eben freie, freie Luft. Zwar muß man schauen, ein Stückchen unbenutzte Luft einzuatmen, da es so viele Menschen hier gibt — aber es ist eben freie Luft. Man fährt ein-einhalb Stunden, und dann schießen die ersten Hochhäuser von Kowloon in den Sommerhimmel — ich sagte ganz kleinlaut: „Bonjour Hongkong“ — und dann treibt man mit im großen Völkerbrei und liest jeden Tag eine andere Strophe des Gedichts Hongkong. Jede Straße ist eine Zeile — und die am Hafen oder an der Seeseite lieb' ich am meisten. Ich fahre mit unmöglichen alten Klapperkisten von Bussen durch die Stadt, winde mich die Serpentinauf und herab mit diesen Bussen, fahre mit der Fähre über den Hong Kong Bay und gehe auf die unerschöpflichen Märkte. Korb an Korb, Mensch neben Mensch Gemüse, Lotoswurzeln, Chinakohl, Frösche, süße Sesamklümpchen, Tintenfische, rotglasierte Hühner, fette Gänse, chinesische Würstchen, Krabben, Hummer, faule Eier, Gewürze... unglaublich viele Dinge — ein Paradies der Gerüche. Dazwischen alte Chinesen mit Glatze und einer dicken Warze, aus der lange weiße Haare sprießen. Ich muß nur dauernd schauen, riechen,

Eleganz und daneben schlafen zehn auf einem Boot und spucken ins Wasser — die Sonne scheint und sinkt und Hong Kong fängt erst lange nach Mitternacht an zu schlafen und der chinesische Mond hält Oktoberwache!

Elke

*

Ich sitze unter strahlender Sonne zwischen Dschunken und Sampans und schaue dem chinesischen Leben zu, eine Bambusflöte in der Tasche. — — —

*

Novembertag 1965

Lieber C.

Heute Mittag werde ich in den „Hong Kong Club“ zum Lunch gehen. Der Präsident der Hong Konger Architekten hat mich eingeladen um sechs Genossen (Architekten) aus Deutschland zu begrüßen. . . Vorgestern saß ich in der „City Hall“ und hörte Gluck, Händel und Bach, vom Barock-Kammerorchester gespielt. Dabei traf ich den Architekten-Präsidenten mit Frau und den Erbauer der City-Hall. Anschließend tranken wir im „Mandarin“, einem herrlichen Hotel, noch eine Tasse Kaffee und zu uns gesellte sich ein Orchestermittglied, ein Kinderarzt aus Augsburg. Als wir nachts gegen ein Uhr die Ferry nach Kowloon nahmen, hing der Halbmond am Himmel, die „Trianon“ schaukelte ruhig im schwarzen Wasser und der Kinderarzt saß noch eine Weile am Hafen — die Dschunken zogen lautlos vorbei — er erzählte von Japans faszinierender Höflichkeit und ich rühmte Moskau, Sibirien, Peking und schwärmte von meinem Paradies „Hong Kong“. Da hatte ich letztes meinen Schlangentag. An der Jordan Ferry ist Busstation von zwölf Linien — ich wählte Nr. 24 und das Ende war „Lo Hu“ — man fährt etwa zwei Stunden an der Küste entlang — Bananen- und Mangobäume, Palmen, Jukaranda, Rizinussträucher und Bambus säumen den Weg. Als der Bus am Ziel stand, fand ich ein kleines Fischerdörfchen, Hüttchen an Hüttchen und einen sagenhaften Markt — 1000 Dinge werden getrocknet und gesalzen wie Entengelbeier, Hühnerleber, Austern, Fleisch, Mandarinen, Fische, Krabben — — — daneben hängen getrocknete Schlangen über Riesenschnecken und handgroßen Schnecken, Langusten sausen durch ihre Käfige und der Duft von gedämpftem Mais und gebratenen Austern zieht in die Nase, kleine Vogeleier, das Stück für zehn Cent, sind warm zum Verspeisen! In einer Reihe Gallonen entdeckte ich Schlangenwein — und neugierig wie des Schneiders Weib — wollte ich ein Gläschen probieren. Aber wie sich verständigen? Der Chinese sprach nur kantonesisch, ich nur englisch — jeder blieb

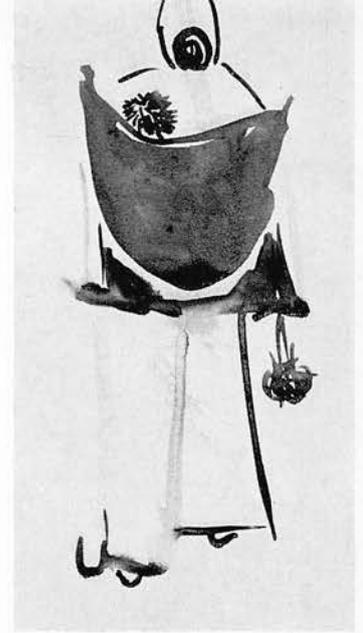
bei seiner Sprache und endlich hatte er mich doch irgendwie begriffen. Breitlachend schöpfte er eine Kelle aus der Gallone — die Chinesen umstanden uns und neugierig schauten sie zu — ich kaufte gleich eine ganze Flasche und der Händler strahlte, am gleichen Tag fand ich in der Stadt noch einen Markt, auf dem man Hunde, Katzen, kleine Füchse, Affen und Schlangen essen kann. Und ich probierte gebratene Schlange mit Ingwer und chinesischen Gewürzen. Eine Schlange, armlang, wurde aus dem Käfig geholt, hinter dem Kopf festgehalten — mit dem Fuß der Schwanz — ein scharfes Messer ritzte den Schlangenleib der Länge nach auf, kurz hinter dem Kopf der Runde nach, mit einem Ruck zog man die Haut ab, schnitt den Kopf ab, holte Gedärme heraus, entfernte die Knochen und das Übriggebliebene wanderte in die Küche, später in meinen Magen. Derweil probierte ich Wein, den man mit der Galle der Schlange macht, eine kleine Kobra ringelte sich auf einem Teller zur Schau! Ich lebe noch — unter Buddha's blauem Chinahimmel ist es wundervoll. Manchmal sitze ich am Meer und blase Bambusflöte.

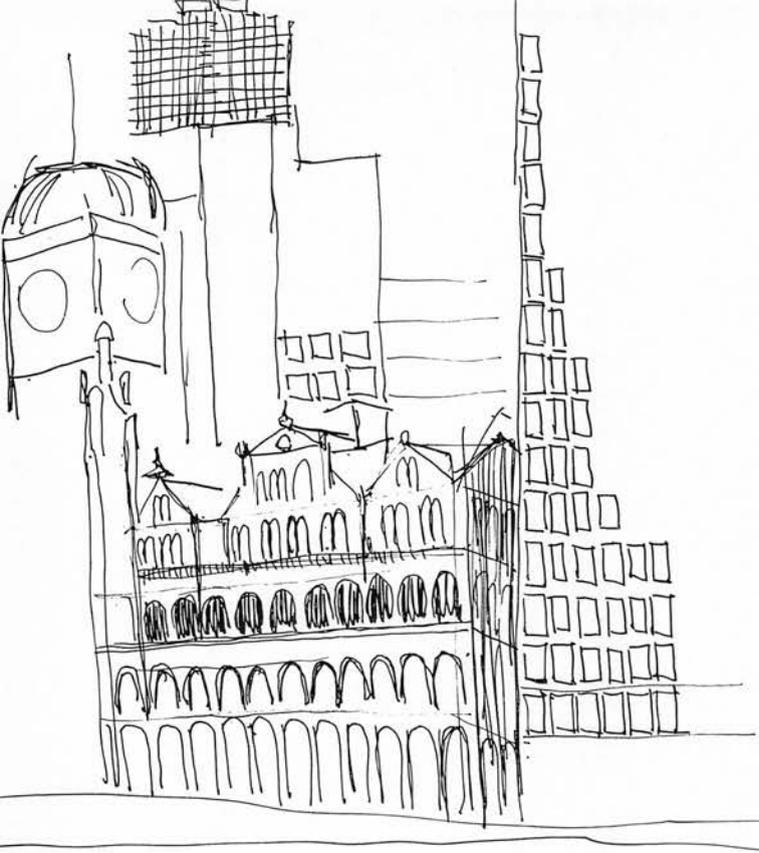
Elke

*

(an Bord MS „Sinoutskerk“, Weihnachten im Roten Meer)

... Nachdem die Araber ausgiebig gegessen hatten und somit wieder ein Tag in „Ramadan“ (Fastenzeit) überstanden war, schoben sie weiter Kisten und Kasten auf die Netze, die ausgeladen wurden. Hammelstallgerüche schwebten zu mir herauf — und ich ging schlafen — zwei Stunden vor Mitternacht in Aden — am Tag vor Heiligabend. Gegen drei Uhr morgens verließen wir Aden. Ich stand an Deck und die Lichter verschwanden und die Sterne fingen wieder an zu leuchten — jetzt für den Heiligen Abend. Niemals bin ich an diesem Tag wieder aufgewacht und habe aus dem Fenster schauend dunkelbraune Gebirge mit helleuchtenden Sandflächen und kleinen weißen Dörfern gesehen. Saudiarabien. — Beim Funker saß ich eine





Stunde am Weihnachtsmorgen und sandte ein Telegramm an meine Eltern — und Radio Scheveningen wurde zum Weihnachtsengel — auch für mich.

Wer hat schon mal im Bikini Weihnachtsdekorationen aufgehängt und ist dann für zwei Stunden in den Swimmingpool gehüpft, hat danach an Deck gesessen, die Sonne ins Rote Meer sinken sehen, dazu „Fröhliche Weihnacht überall“ und „Kommet ihr Hirten, ihr Männer und Frau'n“ geblasen und zu einem Delphin „Merry Christmas“ gesagt? ...

*

13. Januar tag 1966 (an Bord)

Lieber C.

Da sinkt die Sonne in den Januardunst über Ihrem geliebten Spanien. Das Mittelmeer ist gerade die Lieblichkeit selbst — launisch wie der Frühling —. Heute morgen blies es mit neun Windstärken und das aufgebrachte Wasser spritzte die Bordwand entlang. Jetzt liegt getrocknetes Salz anstatt Raubreif auf der Reling. Seit ich durch Genua's europäisch riechende Straßen gegangen bin, weiß ich, daß ich nun bald ausgeträumt habe. Man erwacht und schaut verwundert in den neuen Morgen und weiß, daß es ein neuer Morgen ist. Die Erinnerung rinnt jetzt durch alle Windungen des Gehirns — in Genua fing es an. Lichter auf den Nachthügeln erinnerten an den Peak von Hong Kong —, eine getrocknete Orchidee erzählt das Singapuregedicht und das Myrthenzweiglein aus Bethlehem hat ausgeduftet — die Olivenblätter haben sich eingerollt — aber noch fließt chinesische Tinte aus der Feder. Am liebsten hätte ich Sie für die Fahrt durch den Suezkanal an Bord genommen. Auf der

Nilseite Palmen, Kamele, Dörfer — Leben; auf der anderen Seite des Kanals gelbbraune — Sandwüste. Wir waren das sechste Schiff in einem Konvoi von etwa zwanzig Schiffen — ich fühlte mich wie in einer Prozession, als nach Sonnenuntergang im Bittermeer alle Schiffe ihre Suezlichter anzündeten und bis zum nächsten Schiff ein Strahl von 2000 Watt leuchtete. Sie wären sicher auch wachgeblieben, um kurz vor Mitternacht die Lichter von Port Said zu sehen.

Vor Tripolis lagen wir drei Tage, fischten und geduldeten uns. Durch die nordafrikanischen Straßen blies ein kaltes Windchen und so ein Schafwollburnus ist schon nötig. Die engen Basarstraßen entzückten mich noch einmal — die Fliegen turnten auf den Datteln oder altem Käse — der Holzkohlenmann schob seinen Karren über die buckeligen Straßen und der Bäcker schob Weißbrotfladen in den Backsteinofen am Rand der Straße. Sicher hätten Sie auch zwei Piaster gezückt um so ein goldgelbes duftendes Rund zu kosten. Oder wären Sie lieber eine Kakteenallee entlanggegangen und hätten die Sandweiten Lybiens bewundert? Am Ende der Straße hätten Sie sich wohl auch schwer überlegt, ob Sie das weiße Kamelbaby kaufen oder es lieber bei der ruhig atmenden Mutter lassen sollten. Tripolis ist eine Stadt zum Malen, und als ich die vorzeitlichen Steinfunde in dem alten Fort betrachtete, dachte ich, daß Ihnen diese Stadt sicher gefallen würde. Bestimmt muß ich da nochmal im Sommer hinfahren. Wenn nach Sonnenuntergang der Böllerschuß von der Moschee dröhnt und den Fastentag beendet, stürzt man sich mit Wonne auf Apfelsinen, Datteln, Hammelfleisch und duftendes Weißbrot — der Nachtwind bläst durch die Torbogen die Sandwege entlang — und die Frauen mit ihrem Kleid, das nur ein Auge freiläßt, sind aus den Gassen verschwunden. Die weißen Häuser von Tripolis atmen eben doch noch keine Europaluft, wenn auch viel italienisches Parfüm.

Der italienische Sonntag in Genua war erdrückend — Schneeregen und kalter Wind — und die Schönheit der Marmorengel auf dem berühmten Campo Santo genoß ich nur halb, da ich selbst fast zu Marmor wurde. Wäre vielleicht gar nicht so schlecht, zwischen all den weißen Marmorengeln mit einem Staubkleid einen kakaofarbenen zu finden — aber welches Grab sollte ich bewachen? Sie würden dann im nächsten Sommer kommen und zu Ihrer Frau sagen: Schau mal, dort, scheint ein neuer Engel zu sein, sieht etwas chinesisch aus, wer den wohl hierhergebracht hat ...

*

14. Januar tag 1966

Heute Abend werden wir durch die Straße von Gibraltar schwimmen. Die Sonne leuchtet über Spanien — ist es nicht bald Frühling in Spanien? Möwen umkreisen unser Schiff, und ich spaziere an Deck und lese mal ein Gedicht.

Noch ein paar Tage, und die nördlichen Breiten frieren die Phantasie und die Seele wieder ein — — — nur der Grog taut beides manchmal auf. Am 19. Januar wird die „Sinoutscherk“ in Rotterdam sein und ich komme wieder auf die Deutsche Werft. Bis bald

Ihre Elke



Spart Steuern!

Lohnsteuer-Jahresausgleich für das vergangene Jahr und Lohnsteuerfreibetrag für das neue Jahr stehen am Jahresanfang stets im Mittelpunkt des steuerlichen Interesses aller Lohn- und Gehaltsempfänger. Und so müssen wir uns auch im neuen Jahr um Steuervergünstigungen bemühen und diese Vergünstigungen durch entsprechende Anträge sicherstellen. Schließlich verschenkt mehr als die Hälfte aller Lohn- und Gehaltsempfänger jährlich riesige Summen, ganz einfach weil ihnen das Lohn- und Einkommensteuergesetz noch immer ein „Buch mit sieben Siegeln“ ist. Der Weg zum Finanzamt lohnt sich nach wie vor. Deshalb geben wir hier in kurzen Zügen einige Hinweise auf die Möglichkeiten der Steuervergünstigungen.

Lohnsteuer-Jahresausgleich 1965

Zweck des Lohnsteuer-Jahresausgleichs ist es, die im Laufe des Jahres zuviel entrichteten Steuern dem Steuerzahler zurückzuzahlen. Für die Durchführung dieses Ausgleichs ist entweder der Arbeitgeber oder das Finanzamt zuständig. Der Lohnsteuer-Jahresausgleich ermöglicht es, das Arbeitsentgelt, das für die einzelnen Zahlungszeiträume versteuert worden ist, für das Kalenderjahr zusammenzufassen und darauf die Jahreslohnsteuertabelle anzuwenden. Ergibt sich dabei, daß zuviel Lohnsteuer gezahlt worden ist, dann wird der Mehrbetrag zurückerstattet. Soweit wir von der DW aus den Lohnsteuer-Jahresausgleich durchführen konnten, haben wir das bereits getan.

Darüber hinaus kann bis zum 30. April 1966 ein Ausgleich beim zuständigen Wohnsitz-Finanzamt beantragt werden,

- wenn ein Arbeitnehmer nachträglich für 1965

Werbungskosten, Sonderausgaben,

Aufwendungen für außergewöhnliche Belastungen

geltend machen kann, soweit sie auf der Steuerkarte 1965 noch nicht berücksichtigt worden sind.

- Wenn sich während des Kalenderjahres 1965 die Steuerklasse geändert hat und die günstigere Steuerklasse von der Gemeindebehörde oder vom Finanzamt in die Steuerkarte noch nicht eingetragen worden ist.
- Wenn bei einem Arbeitnehmer nur für einen Teil des Ausgleichsjahres die Steuerklasse IV anzuwenden war.
- Wenn die günstigere Steuerklasse für weniger als vier Monate auf der Steuerkarte eingetragen war. War die günstigere Steuerklasse mit Wirkung von einem vor dem 1. September 1965 liegenden Zeitpunkt bereits eingetragen, dann hat die DW den Ausgleich bereits vorgenommen.
- Wenn ein Arbeitnehmer am 31. Dezember 1965 in keinem Dienstverhältnis gestanden hat.
- Wenn für einen Arbeitnehmer mehrere Lohnsteuerkarten ausgeschrieben sind und eine Einkommensteuer-Veranlagung nicht in Betracht kommt.

Sonderausgaben

sind Kosten, die auf Grund gesetzlicher Bestimmungen zu den steuerbegünstigten Aufwendungen zählen. Die Jahressumme der Sonderausgaben wird allerdings um einen Pauschbetrag von 936 Mark gekürzt, der aus Vereinfachungsgründen bereits ohne Nachweis jedem Steuerpflichtigen über die Lohnsteuertabelle gewährt wird. Wir unterscheiden

- unbeschränkt abzugfähige,
- teilweise abzugfähige,
- beschränkt abzugfähige Sonderausgaben.

Unbeschränkt abzugfähige Sonderausgaben sind Schuldzinsen — auch Teilzahlungszuschläge —, Kirchensteuer, Kirchgeld, Vermögensteuer und Vermögensabgabebeiträge. Teilweise beschränkt abzugfähig sind Spenden für mildtätige, kirchliche, religiöse, wissenschaftliche, staatspolitische und besonders förderungswürdige gemeinnützige Zwecke.

Die beschränkt abzugfähigen Sonderausgaben, die innerhalb von Höchstbeträgen abgesetzt werden, umfassen Privatausgaben, die der persönlichen Zukunftssicherung des Steuerpflichtigen und seiner Familie dienen. Die wichtigsten sind Beiträge und Prämien zur

- Sozialversicherung,
- Krankenkasse,
- Sterbekasse,
- Haftpflichtversicherung,
- Unfallversicherung,
- Lebensversicherung,
- Witwen-, Waisen-, Versorgungsgeld- und Sterbekasse,
- Bausparkasse.

Beiträge zur Kraftfahrzeug-Haftpflichtversicherung sind nur zur Hälfte abzugfähig, sofern für die Benutzung eines Kraftfahrzeuges Werbungskosten geltend gemacht werden. Die Höchstbeträge der beschränkt abzugfähigen Sonderausgaben belaufen sich für

den Steuerpflichtigen	auf 1100 DM im Jahr,
die Ehefrau	auf 1100 DM im Jahr,
jedes Kind	auf 500 DM im Jahr.

Darüber hinausgehende Sonderausgaben sind zur Hälfte abzugfähig, jedoch zu nicht mehr als fünfzig Prozent der genannten Beträge.

Bei Steuerpflichtigen, die mindestens vier Monate vor dem Ende des Kalenderjahres das 50. Lebensjahr vollenden, verdoppeln sich diese Beträge.

Außerdem kann vor Anrechnung dieser Höchstbeträge für Beiträge zur Kranken-, Unfall-, Haftpflicht-, gesetzlichen Rentenversicherung und zur Versicherung auf den Lebens- oder Todesfall ein zusätzlicher Betrag von 1000 DM — bei Ehegatten 2000 DM — beansprucht werden. Dieser zusätzliche Höchstbetrag vermindert sich allerdings um den gesetzlichen Arbeitgeberanteil zur gesetzlichen Rentenversicherung.

Werbungskosten

sind Aufwendungen, die dem Steuerpflichtigen bei der Ausübung seines Berufes entstehen und die dem Erwerb, der Sicherung und Erhaltung seines Arbeitslohnes dienen. Als Werbungskosten kommen insbesondere in Betracht

- Beiträge an Berufsstände und -verbände, auch der Beitrag an die Gewerkschaften,
- Fahrtkosten zwischen Wohnung und Arbeitsstätte, auch bei Benutzung des eigenen Kraftfahrzeuges,
- Verpflegungsmehraufwand bei Abwesenheit vom Hause aus beruflichen Gründen von mehr als zwölf Stunden in Höhe von 2,50 DM pro Tag,
- Mehraufwand für Verpflegung in Höhe von täglich 9 DM bei Bezügen bis 9000 DM im Jahr und 11 DM täglich bei Bezügen über 9000 DM im Jahr bei beruflich bedingter doppelter Haushaltsführung,
- Kosten für Berufskleidung und Fachliteratur,
- Kosten für Arbeitsmittel und Berufsbildungskosten unter bestimmten Voraussetzungen.

Es können jedoch nur Werbungskosten berücksichtigt werden, die den Jahrespauschbetrag von 564 DM übersteigen.

Außergewöhnliche Belastungen

sind Aufwendungen, die den Steuerpflichtigen zwangsläufig über Gebühr belasten und daher einen steuerlichen Härteausgleich rechtfertigen.

Hierunter fallen in der Hauptsache

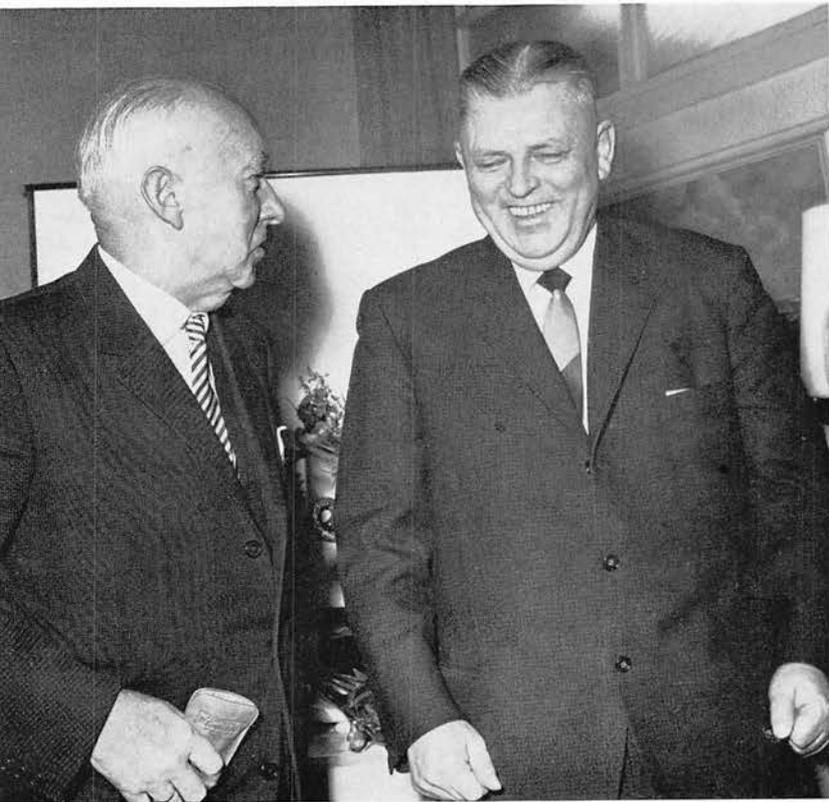
- Krankheits-, Diät-, Heilmittel- und Kurkosten,
- Aufwendungen für Unterstützung bedürftiger Angehöriger,
- Kosten für Berufsausbildung und Unterhalt von Kindern, für die der Steuerpflichtige keine Kinderermäßigung erhält,
- Kosten für die auswärtige Unterbringung von Kindern, die in der Berufsausbildung stehen,
- Aufwendungen für eine Hausgehilfin oder Haushaltshilfe,
- Kosten für die Aussteuer der Tochter.

Körperbehinderte erhalten einen nach der Minderung ihrer Erwerbsfähigkeit gestaffelten steuerfreien Pauschbetrag, der rückwirkend ab 1. Januar 1965 erhöht worden ist.

Steuervergünstigungen ab 1966

Der Altersfreibetrag wird — statt bisher vom 70. — ab 1966 schon vom 65. Lebensjahr an gewährt und für Ledige von 600 auf 720 DM, für Verheiratete von 1200 DM auf 1440 DM erhöht.

Von Versorgungsbezügen bleiben 25 Prozent, höchstens jedoch 2400 DM im Jahr steuerfrei.



ADOLF HEECKT

Mit dem Abschluß des Jahres 1965 beendete der Leiter des Betriebes Deutsche Werft Reiherstieg und zugleich Leiter des Reparaturbetriebes Finkenwerder, Oberingenieur und Prokurist Adolf Heeckt, seine sechsunddreißigjährige Tätigkeit auf der Deutschen Werft. Der Tag der Verabschiedung zeigte, wie weit der Kreis der Menschen reichte, mit denen Heeckt in seiner Arbeit zusammentraf. Aus allen Zweigen der Technik und der Schifffahrt, Hafen- und Industrie kamen Besucher, um dem Mann Lebewohl zu sagen, mit dem sie so oft zu tun hatten. Aber sie kamen gewiß nicht nur auf Grund ehemaliger Geschäftsbeziehungen; der Besucherstrom ist auch ein Beweis für die Wertschätzung, die Heeckt als Mensch genoß.

Als Sohn eines Kapitäns war Adolf Heeckt von Kind an mit Wasser und Schiffen verbunden. Seine Heimat war Kiel. Dort wurde er am 27. 2. 1899 geboren, dort besuchte er das Gymnasium, und dort lernte er bei Stock und Kolb das Schiffbauhandwerk. Von 1917 bis 1919 durch Kriegsdienst und Gefangenschaft unterbrochen, beendete er seine Lehrzeit 1921. Dann ging er bis 1923 an die höhere Schiffbau- und Maschinenbauschule Kiel, die er mit „gut“ absolvierte.

Nach einigen Zwischenstationen bei den Deutschen Werken Kiel, Flender Lübeck und Vulkan Hamburg ging er dann 1929 bei der Deutschen Werft vor Anker. Mehrmals wechselte er hier vom Reiherstieg zum Betrieb Finkenwerder und wieder zurück, jedesmal um ein Stück Wissen und Verantwortung reicher. Außerlich sichtbar dokumentierte sich dieser Weg in den ihm übertragenen Aufgaben und den Ernennungen zum Oberingenieur 1938 zum Prokuristen 1942 und zum Leiter des Gesamtbetriebes Reiherstieg und der Reparaturabteilung Finkenwerder im Jahre 1962.

Wir wünschen Herrn Heeckt noch eine lange Zeit, in der er sich bei guter Gesundheit und im Vollbesitz seiner Kräfte seinen privaten Passionen widmen kann.

Sein Nachfolger als Leiter des Betriebes Reiherstieg ist Herr Werner Fett.

KAPITÄN BÜNGER

Die Drupa war sein letztes Schiff. Siebenundzwanzig Jahre lang stand der ruhige und freundliche, aber in allen Situationen überlegene und entschlossene Mann auf den Kommandobrücken der abnahmebereiten DW-Schiffe. Wir alle, die Käpt'n Bünge näher kennen, können Dr. Knappertbusch nur beipflichten, der dem erfahrenen Seemann beim Abschied auf der Brücke der Drupa bescheinigte, er sei ein tüchtiger und glückhafter Kapitän gewesen. Gewiß empfindet jeder Mensch, wenn er älter wird, den Wandel der Zeiten, und in welchem Beruf könnte man wohl nicht sagen, vor 50 Jahren sei alles ganz anders gewesen. Doch — obwohl die Seefahrt als etwas gilt, wo überlieferte konservative Regeln und Gesetze in stärkerem Maße ihre Gültigkeit behalten als auf anderen Gebieten, — spürt diesen Wandel wohl kaum jemand so kraß am eigenen Leibe wie der Seemann. Kapitän Bünge weiß ein Lied davon zu singen. Welch ein Gegensatz zwischen Segeln am Kap Horn und dem Überwachen einer Selbststeueranlage. Welch ein Gegensatz zwischen dem Manöverschaftslogis eines Windjammers und den Salons der Drupa! Käpt'n Bünge hat die alte Hohe Schule der Seefahrt noch durchgemacht. Mit fünfzehn ging er zur See und rundete auf Seglern mehrfach Kap Horn. 1908 hatte er sein Steuermannsexamen gemacht; danach fuhr er auf Tankern der DAPG, (Esso) wie sein Vater, der schon Kapitän auf der berühmten „Andromeda“ war, dem ersten Tanksegler der Riedemannflotte. 1911 machte Bünge sein Kapitänsexamen und Funkexamen und fuhr danach auf allen Weltmeeren — bei Hugo Stinnes, bei der HAPAG. Ab 1939 führte er die Schiffe der Deutschen Werft, wenn sie die DW verlassen ließen, ihre Erprobungen machten und den Eignern übergeben wurden. Kapitän Brandt, der schon lange unser Mitarbeiter ist, wird Kapitän Bünge ablösen.

FAMILIENNACHRICHTEN

Eheschließungen

Matrose Gerhard Kock mit Fr. Helga Jess am 27. 11. 1965
 Brenneranlerner Uwe Dannhäuser mit Frau Karla Henke am 3. 12. 1965
 Anschläger Karl Brietzke mit Frau Elisabeth Marenke am 3. 12. 1965
 Dreher Heinrich Tunder mit Fr. Helga Rolfs am 22. 12. 1965
 Angel. Dreher Manfred Lültsdorf mit Frau Christel Johannes am 21. 1. 1966

Geburten

S o h n

Schlösser Rolf Braasch am 23. 11. 1965
 Kranfahrer Armin Callsen am 2. 12. 1965
 Dreher Klaus Ehlers am 13. 12. 1965
 Dreher Dieter Weismann am 21. 12. 1965
 Feuerwehrmann Karlheinz Wessel am 23. 12. 1965
 M'Schlösser Hermann Dicks am 27. 12. 1965
 E'Schweißer Johannes Hansske am 27. 12. 1965
 E'Schweißer Gerhard Kösling am 12. 1. 1966
 Tischler Erich Köcher am 13. 1. 1966
 Schiffbauer Peter Brieger am 18. 1. 1966
 Brenner Kurt Neumann am 25. 1. 1966
 M'Schlösser Jens-Uwe Jensen am 29. 1. 1966

T o c h t e r

Matrose Werner Behrens am 1. 1. 1966
 Schiffbauer Werner Schimmelpfennig am 8. 1. 1966
 M'Schlösser Dieter Wallich am 9. 1. 1966
 Angel. Schleifer Horst Oehlke am 10. 1. 1966
 Maler Erich Wiechmann am 12. 1. 1966
 Ing. Hans-Ulrich Gerbitz am 13. 1. 1966
 Schlösser Rudolf Menhorn am 14. 1. 1966
 Kupferschmied Thomas Schäffer am 15. 1. 1966
 Anstreicher Gerhard Michel am 23. 1. 1966
 Matrose Dieter Bernert am 27. 1. 1966

Für die mir anlässlich meines 25jährigen Arbeitsjubiläums erwiesenen Aufmerksamkeiten und Glückwünsche sage ich hiermit der Betriebsleitung und den Arbeitskollegen meinen herzlichsten Dank.
 Adolf Kranert

Für die mir erwiesenen Glückwünsche und Aufmerksamkeiten anlässlich meines 80jährigen Geburtstages sage ich hiermit dem Vorstand der DW, dem Betriebsrat und meinen ehemaligen Arbeitskameraden meinen aufrichtigen Dank, besonders auch Kollege Wiebe und Fr. Rademacher. Es war mir eine freudige Überraschung.
 F. Kubiak

Für die mir bei meinem Ausscheiden erwiesenen Aufmerksamkeiten sage ich meinen herzlichsten Dank.
 Rudolf Harms

Für die mir erwiesenen Aufmerksamkeiten und Glückwünsche anlässlich meines 25jährigen Arbeitsjubiläums sage ich allen Beteiligten meinen besten Dank.
 Karl Schomaker

Für die mir erwiesenen Aufmerksamkeiten anlässlich meines 40jährigen Arbeitsjubiläums möchte ich hiermit der Direktion, Betriebsleitung, dem Betriebsrat und allen Kollegen meinen herzlichsten Dank aussprechen.
 Hermann Wilkens

Für die mir erwiesenen Aufmerksamkeiten zu meinem 25jährigen Jubiläum sage ich allen Beteiligten meinen herzlichsten Dank.
 Alfred Endrueit

Für die mir erwiesenen Aufmerksamkeiten zu meinem 25jährigen Jubiläum sage ich allen Beteiligten meinen herzlichsten Dank.
 Frieda Sönksen

Für die mir erwiesene Aufmerksamkeit zu meinem 25jährigen Arbeitsjubiläum danke ich der Betriebsleitung sowie allen Arbeitskollegen auf das herzlichste.
 Albert Teichmann

Rentner Alois Scholz dankt für freundlichen und unerwarteten Glückwunsch zum 80jährigen Geburtstag und wünscht der DW alles Gute und viel Glück zu ihrem weiteren Fortbestehen.

Zu den Glückwünschen und Aufmerksamkeiten, die ihnen zum 80jährigen Geburtstag seitens der Werft überbracht wurden, danken allen recht herzlich
 die Rentner Meinhard v. Ehren
 Johannes Schmidt
 Gustav Gutt
 Georg Rückert

Der Rentner und rüstige ehemalige Takler Heinrich Rose möchte sich bei der Betriebsleitung und allen seinen Kollegen für die Aufmerksamkeiten zu seinem 80jährigen Geburtstag bedanken. Er hatte sich so gefreut.

Für die erwiesene Anteilnahme, die zahlreichen Kranz- und Blumenspenden zum Tode meines Mannes Fritz Meuel MR danke ich herzlich
 Irmgard Meuel und Kinder

Herzlichen Dank für die erwiesene Teilnahme und Kranzspende beim Heimgang meines lieben Mannes Willy Haupt der Betriebsleitung, dem Betriebsrat sowie den Kollegen.
 Hedwig Haupt

Herzlichen Dank für erwiesene Teilnahme.
 John Schöler und Familie

Herzlichen Dank für erwiesene Teilnahme durch die Übersendung eines Kranzes von der Deutschen Werft anlässlich des Todes unseres lieben Bruders Conrad Poluda.
 Liselotte Raulien geb. Poluda, Heinz-Werner Poluda

Für die vielen Beweise der Liebe, Freundschaft und Verehrung, die meinem lieben Mann, unseren guten Vati und Opi Abbi Brasch auf seinem letzten Wege erwiesen wurden, und für das uns bezugte Mitgefühl sagen wir herzlichsten Dank.
 Else Brasch geb. Rickert
 Helmut Otto und Frau Gritta geb. Brasch und Christian

Für die liebevolle Anteilnahme beim Heimgang unserer lieben Entschlafenen Elfriede Härtner sagen wir hiermit unseren herzlichsten Dank.
 Erich Hartner und Tochter Angelika

Für die vielen Beweise aufrichtiger Teilnahme beim Heimgange meines lieben Mannes Willy Laurig sage ich der Betriebsleitung, dem Betriebsrat, der Feuerwehr und allen Kollegen meinen innigsten Dank.
 Frieda Laurig

Für die vielen Beweise aufrichtiger Teilnahme beim Heimgange meines lieben Mannes Erich Daas sage ich der Betriebsleitung, dem Betriebsrat, der Belegschaft und allen Kollegen vom Dock meinen herzlichsten Dank.
 Irma Daas

Probierer
Hermann Klement
 verst. im Dez. 1965

techn. Angestellter
Fritz Meuel
 verst. am 26. 12. 1965

Zimmermann
Erich Daas
 verst. am 9. 1. 1966

Wir gedenken



unserer Toten

Rentner
 (früher Feuerwehrmann)
Willy Laurig
 verst. am 10. 1. 1966

Rentner
 (früher kfm. Angest.)
Albert Brasch
 verst. am 18. 1. 1966

Rentner
 (früher Schiffbauer)
Johann P. A. Pflughaupt
 verst. am 28. 1. 1966

Rentner
Conrad Poluda
 verst. am 21. 1. 1966

Bohrer
Alfred Neumann
 verst. am 29. 1. 1966

Rentner
 (früher Brenner)
Friedrich Facklam
 verst. am 7. 2. 1966



**Wir beglückwünschen
unsere Jubilare**

(40)

Gustav Marks
Arbeitsvorbereiter
Ehrung am 31. 1. 1966



(40)

Hermann Wilkens
Elektriker
Ehrung am 3. 1. 1966



(25)

Ernst Vogt
Tischler
Ehrung am 28. 12. 1965



(25)

Rudolf Lau
Warmmacher
Ehrung am 28. 12. 1965



(25)

Fritz Reuther
E-Schweißer
Ehrung am 25. 1. 1966



(25)

Albert Teichmann
Elektroschweißer
Ehrung am 28. 12. 1965



(25)

Frieda Sönksen
Kantinenhilfe
Ehrung am 25. 1. 1966



(25)

Heinrich Schwabe
Kesselschmied
Ehrung am 25. 1. 1966

SPORT

Am Mittwoch, dem 19. Januar 1966 fanden sich die Sportler unserer Betriebssportgemeinschaft zu ihrer ordentlichen Jahres-Hauptversammlung zusammen.

Der 1. Vorsitzende, Herr Lenz, eröffnete die Versammlung mit einem Bericht über die Lage und Entwicklung unserer BSG im Jahre 1965:

Ein erfreuliches Ansteigen der Mitgliederzahl unserer BSG ist zu verzeichnen. Es besteht die Hoffnung, daß noch in diesem Jahr eine Gymnastikgruppe gegründet werden kann. Die Bemühungen darum sind bisher sehr erfolgversprechend. Die sportlichen Leistungen in den einzelnen Sparten waren im vergangenen Jahr sehr zufriedenstellend. Zwei besonders herausragende Erfolge sollen erwähnt sein: Heinz Ohl wurde Hamburger Einzelmeister im Kegeln und die Sparte Schach stellte in der Besetzung Rückleben, Sienkiwicz, Jung, Henkel, Lenz und Bramfeld den Mannschafts-Verbandsmeister.

Beim Verbandssportfest in Glückstadt war die Deutsche Werft mit 108 Teilnehmern vertreten, davon 92 Aktive. Mit dieser großen Beteiligung hat sich die BSG Deutsche Werft beim Verband ein beachtliches Ansehen erworben. Das Kappenfest im vergangenen Jahr war sehr gut besucht. Vorschläge für die Gestaltung des Kappenfestes 1966 werden gern entgegengenommen.

Von vielen Sparten wurden nette Weihnachtsfeiern veranstaltet. Diese internen Feiern tragen sehr viel zur Kameradschaft innerhalb der Sparten bei und sollen auch gefördert werden.

Mit einem Dank an die Spartenleiter für gute Mitarbeit und an alle aktiven Sportler für ihre Leistungen schloß der 1. Vorsitzende seinen Bericht.

Dann folgten die Berichte der Spartenleiter:

Schach (Herr Behnke)

Die Sparte Schach hatte im vergangenen Jahr beachtliche Leistungen aufzuweisen. Wie schon vom 1. Vorsitzenden erwähnt, wurde der Verbandsmeister 1965 gestellt und bei dem Turnier in Glückstadt wurde ein guter 3. Platz erreicht. Die Mitgliederzahl der Sparte Schach ist auf 26 angestiegen. Der Trainingsabend wurde von Montag auf Mittwoch verlegt.

Fußball (Herr Lückert)

40 aktive Herren und 19 Jugendliche beteiligten sich im vergangenen Jahr rege am Spielbetrieb der Sparte Fußball. Die 1. Herrenmannschaft eroberte sich in der Sommerrunde einen guten dritten Platz in der Klasse A, die Reservemannschaft wurde Meister in der Klasse 3, und die 1. Jugendmannschaft konnte sich bis zum Pokalspiel vorkämpfen. Zum Sieg reichte es leider nicht, aber dennoch ein sehr schöner Erfolg. Die Winterrunde 1965/66 ist noch nicht beendet, doch ein zweiter Platz für die 2. Herrenmannschaft ist schon sicher.

Handball (Herr Weise)

Von der Sparte Handball gab es nicht viel zu berichten. Im Frühjahr ist die Mannschaft abgestiegen, im Sommer hat sie ihren Platz gehalten. Es haben sich einige gute Handballer angemeldet, so daß wir denken, die Winterrunde doch noch erfolgreich zu beenden.

Tischtennis (Herr Schulz)

Die Mitgliederzahl der Sparte Tischtennis ist im vergangenen Jahr von 6 auf 15 gestiegen. Da aber nicht genügend Platten und keine eigene Halle vorhanden sind, besteht kaum die Möglichkeit zum Trainieren und zur Teilnahme an Punktspielen. Aber die Lage wird sich hoffentlich ändern, wenn die neue Halle fertiggestellt ist.

Kegeln (Herr Schultz)

Die Sparte Kegeln war im vergangenen Jahr sehr aktiv und auch erfolgreich. Die Damenmannschaft erreichte in der höchsten Klasse einen guten Mittelplatz. Die erste

Herrenmannschaft kam in der höchsten Klasse ins Endspiel, das sie aber leider durch unglückliche Umstände verlor. Die zweite Herrenmannschaft konnte ihren Platz halten, obwohl schon fast mit ihrem Abstieg gerechnet wurde. Der Kegler Heinz Ohl erreichte die Hamburger Einzelmeisterschaft. Weiter wurden zwei Pokalspiele gewonnen und für den Städtekampf Berlin—Hamburg stellte die DW eine Dame und einen Herrn.

Leichtathletik (Herr Mamero)

Am 1. Januar 1965 zählte die Sparte Leichtathletik 30 Mitglieder, einschließlich Passive. Die Sparte konnte eine Anzahl von sportlichen Erfolgen erreichen.

Badminton (Herr Wegner)

Die Sparte Badminton hatte im vergangenen Jahr einige Erfolge aufzuweisen. Ein weiterer Mitgliederzuwachs ermöglichte es, erstmalig zwei Mannschaften zur Sommerrunde zu melden. Die erste Mannschaft erreichte ungeschlagen die Meisterschaft in der B-Klasse und die zweite Mannschaft erkämpfte sich einen beachtlichen zweiten Platz in der C-Klasse. Die Einzelmeisterschaft verlief nicht ganz so glücklich, aber immerhin wurde im Herren-Doppel von Herrn Wegner und Herrn Münzel das Endspiel erreicht, zu dem sie jedoch leider nicht antreten konnten. Im Herren-Einzel/Senioren belegte Herr Wegner den dritten Platz. In der Winterrunde 1965/66 sind von 18 Mannschaften noch vier im Rennen, darunter auch die erste Mannschaft der DW.

Aber die Sparte Badminton hat auch Sorgen, und zwar Nachwuchssorgen bei den Damen, denn ohne Damen läßt sich keine Mannschaft aufstellen.

Faustball (Herr Adam)

Auch die Sparte Faustball war im vergangenen Jahr recht aktiv. Es ist sogar gelungen, im Sommer eine Damenmannschaft zusammenzustellen. Die Herrenmannschaft beteiligte sich an den Sommer-Punktspielen. Von 12 teilnehmenden Mannschaften wurde der 3. Platz in der Klasse belegt. Das ist recht beachtlich, wenn man bedenkt, daß die Sparte Faustball auch mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Aus beruflichen Gründen etc. kann die Mannschaft zu vielen Punktspielen nicht antreten, und im Winter ist keine Halle zum Trainieren vorhanden.

Im Anschluß an die Berichte überreichte der 1. Vorsitzende für 10jährige Mitgliedschaft die silberne Ehrennadel an folgende Mitglieder:

Frl. Markert, Kegeln
Herr Schüler, Kegeln
Herr Strahlendorff, Kegeln
Herr Baumgarten, Fußball
Herr U. Mamerow, Fußball
Herr Berg, Fußball
Herr Diederichsen, Fußball
Herr Jahnke, Fußball
Herr G. Mamero, Leichtathletik

Nach der einstimmigen Entlastung des alten Vorstandes durch die Versammlung wurden die Neuwahlen durchgeführt. Dabei ergab sich keine Änderung, der alte Vorstand wurde für das Jahr 1966 wiedergewählt.

1. Vorsitzender: Herr Lenz
2. Vorsitzender: Herr Wegner
3. Vorsitzender: Herr SICK
Schriftführer: Frl. Steiger
Sportwart: Herr Thomas
Jugendwart: Herr Saß

Danach wurden folgende Spartenleiter von der Versammlung einstimmig bestätigt:

Fußball: Herr Lückert
Handball: Herr Weise
Tischtennis: Herr Schulz
Faustball: Herr Adam
Leichtathletik: Herr Thomas
Kegeln: Herr Schultz
Badminton: Herr Wegner
Schach: Herr Weber

Zum Schluß der Versammlung wurde der Antrag gestellt, die Legislaturperiode des Vorstandes auf zwei Jahre zu verlängern. Der Vorstand wird im Laufe dieses Jahres eine entsprechende Satzungsänderung ausarbeiten, über die dann bei der nächsten Hauptversammlung abgestimmt werden soll.

Mit herzlichem Dank an alle Teilnehmer wurde die Versammlung um 18.10 Uhr geschlossen.

Hinweis: Kappenfest am 26. 2. 1966 um 20.00 Uhr!

Leichtathletik

Alle an der Leichtathletik interessierten Betriebsangehörigen werden gebeten, sich im Sportzimmer, 1. Stock Hoch-

haus (Nordseite) zu melden (Telefon 570).

Trainingsbeginn voraussichtlich ab Ende März auf dem Sportplatz Dockenhuden 1, donnerstags von 17.00 bis 20.00 Uhr.

Schach

Die Übungsabende sind von Montag auf Mittwoch verlegt (Angestelltenkantine). Interessenten am derzeitigen laufenden Ranglisten-Turnier können noch berücksichtigt werden.

Gymnastikgruppe

Interessenten für eine neu zu gründende Gymnastikgruppe melden sich bitte ebenfalls im Sportzimmer.

Eine halbe Stunde Denksport

Mit 5 Minuten kam man das letzte Mal nicht aus, das sei zugegeben. Immerhin hat es Leser gegeben, die die Aufgaben gelöst haben. Hier die Auflösungen:

Aufgabe 1



Die Frage 1 mußte lauten: „In welche Richtung haben Sie meinen Vordermann geschickt?“

Daraufhin muß der Scheich auf jeden Fall zur Wüste zeigen; denn wenn er bei meinem Vordermann gelogen hat, schickte er ihn in die Wüste statt zum Wasser, und muß mir nun die Wahrheit bekennen, nämlich daß er ihn in die Wüste geschickt hat. Hat er aber meinem Vordermann die Wahrheit gesagt, dann beschwindelt er nun mich und zeigt ebenfalls zur Wüste.

Ich gelange also zum Wasser, wenn ich den entgegengesetzten Weg wähle, ganz unabhängig davon, ob er mir oder meinem Vordermann etwas Falsches gesagt hat; denn minus mal plus ist minus, und plus mal minus ist ebenfalls minus.

Aufgabe 2

Wir legen je 4 Kugeln auf eine Waagschale. Halten sie sich die Waage, ist es nicht schwer, aus den übrigen 4 die gesuchte Kugel herauszufinden.

Wir untersuchen nur den Fall, daß die Schalen mit den 4 Kugeln nicht im Gleichgewicht sind. Dann befindet sich entweder auf der einen Seite eine zu schwere oder auf der anderen eine zu leichte Kugel. Wir wollen zur Vereinfachung im folgenden die Kugeln, unter denen eine zu schwere vermutet wird, mit ● bezeichnen bzw. mit ○ jene, unter denen eventuell eine zu leichte ist.

Der erste Schritt war also dieser:

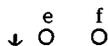


Der zweite Schritt:



Halten diese sich die Waage, dann genügt der Vergleich der Kugeln a und b miteinander. Sinkt aber beispielsweise die rechte Schale herunter, vergleiche ich als dritten Schritt die beiden weißen Kugeln der linken Schale e und f miteinander:

Der dritte Schritt:



Bleiben diese beiden im Gleichgewicht, weiß ich, daß die schwarze Kugel d eine zu schwere war. Senkt sich jedoch beispielsweise die linke Schale, dann handelt es sich bei der Kugel f um eine zu leichte.

Und hier ein paar neue Aufgaben:

- Ein Händler, der jeden Tag auf den Markt zieht, ärgert sich über die vielen Gewichte, die er mitschleppen muß, um seinen Kram abzuwiegen. Er ist ein kluger Rechner und beschließt, sich das Leben zu erleichtern. Mehr als eine Höchstmenge von 40 kg braucht er nicht zu wiegen. Er fragt sich, wie viele Gewichte unbedingt erforderlich sind, um jedes beliebige Gewicht bis zu dieser Grenze abzuwiegen. (Auf halbe und viertel Kilos kommt es in seinem Gewerbe nicht so an, er rechnet nur mit ganzen Zahlen). Er rechnet sich aus, daß vier verschiedene Gewichte genügen. Wie schwer müssen diese sein?
- Ein Rechteck von 9×16 cm ist so durchzuschneiden, daß zwei Teile entstehen, die anders aneinandergelagt ein Quadrat von 12×12 cm ergeben. Wie muß der Schnitt aussehen?
- Für mathematisch Interessierte:
Der „Beweis, daß $2 = 1$ ist, gibt es mehrere. Natürlich würden wir kein Schiff fertig kriegen, wenn wir auf solche Tricks hereinfließen. Trotzdem sind manche nicht auf den ersten Blick zu durchschauen. Es wird z. B. niemand bestreiten, daß dieser Ausdruck korrekt ist:

$$\ln(x+1) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} \dots \text{ usw.}$$

für $x = 1$ ergibt sich

$$\ln 2 = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \dots \text{ usw.}$$

multipliziere ich mit 2, so erhalten wir (in gekürzter Form)

$$2 \cdot \ln 2 = 2 - 1 + \frac{2}{3} - \frac{1}{2} + \frac{2}{5} - \frac{1}{3} + \frac{2}{7} - \frac{1}{4} \dots \text{ usw.}$$

$$= 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \dots \text{ usw.}$$

Dies ist aber dasselbe wie oben und damit

$$\ln 2 = 2 \cdot \ln 2$$

$$1 = 2$$

Was haben wir falsch gemacht?

Faruk Ibrahim

*

Antonio war in Afrika. Löwen jagen war seine große Passion. Mit Feuer erzählt er von seinen Erlebnissen: „Also, ich ganz allein in der Sahara, stellt euch vor, da kam so ein Biest von Löwe auf mich zu. Ich leg an — und — knacks, Versager. Ich versuche es nochmal — wieder nichts. Was blieb mir übrig? Ich nehme meine Beine in die Hand und renne um mein Leben. Der Löwe mit achtzig Sachen hinter mir her. — Als ich fast nicht mehr konnte, sehe ich Gott sei Dank einen Baum. Mit letzter Kraft rase ich den senkrecht hoch!“
„Aber“, erhob sich ein bescheidener Einwand, „in der Sahara stehen doch gar keine Bäume?“
„Wie? Natürlich! Aber in dem Moment war mir das ganz egal!“

