

## Antriebe – Seeschiffe

### Maschinentechnik- ein Wettlauf der Antriebssysteme

Autor: Karl-Heinz Hochhaus

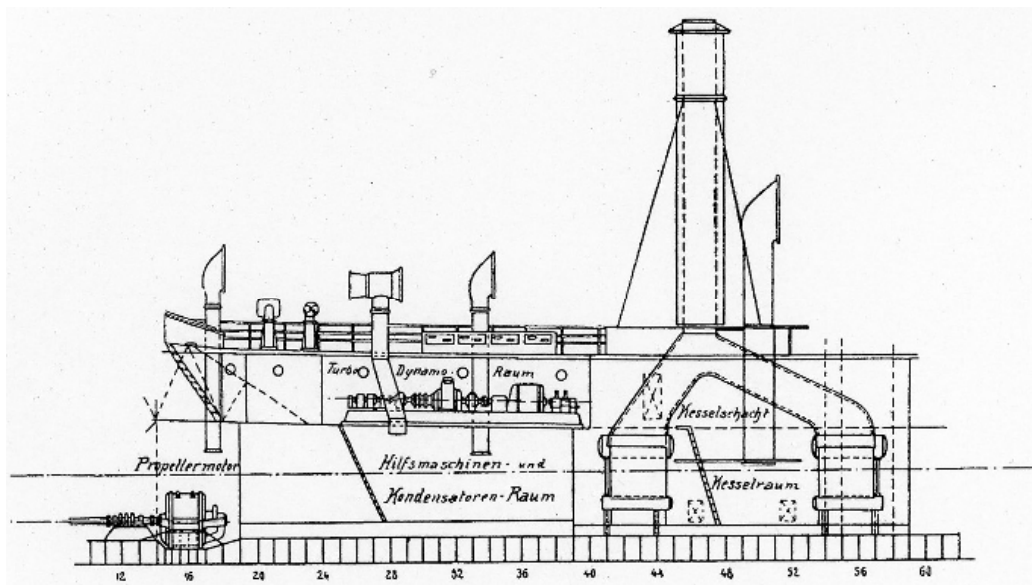
Die Jahre zwischen den Kriegen waren in der Schifffahrt gekennzeichnet von der Suche nach dem bestgeeigneten Schiffsantrieb. Um 1920 standen bei den Handelsschiffen drei Antriebssysteme im Wettbewerb: die Dampfmaschine, die Dampfturbine und der Dieselmotor. Für die Dampfturbinen und Mehrmotorenanlagen wurden Getriebe benötigt, jedoch nur wenige Firmen weltweit konnten um 1920 gute Getriebe herstellen. Daher waren elektrische Antriebsanlagen und hydraulische Getriebe in den 1920er und 1930er Jahren eine Alternative.

Überblick über die Verwendung elektrischer Antriebe auf Schiffen

Werner von Siemens ließ 1886 in Harburg das Boot ELEKTRA bauen, das, wie der Name schon erahnen lässt, einen elektrischen Antrieb besaß. Die E-Versorgung erfolgte durch umschaltbare Akkumulatoren mit 160, 80 und 40 Volt, die den elektrischen Gleichstrommotor speisten. Damit konnten drei Geschwindigkeiten gefahren werden; bei der höchsten Geschwindigkeit von 12 Knoten mussten die Akkumulatoren nach drei Stunden wieder aufgeladen werden. Wegen der unzureichenden Speicherkapazitäten war der von Akkumulatoren gespeiste elektrische Antrieb – von Ausnahmen abgesehen – in der Handelsschifffahrt erfolglos, in der Marine dagegen bei der Ende des 19. Jahrhunderts entstehenden U-Boot-Waffe für die Unterwasserfahrt unentbehrlich. Heute kaum vorstellbar, wurde 1903 in der Binnenschifffahrt sogar eine Form der Energieversorgung erfolgreich erprobt, wie sie heute im Eisenbahnbetrieb üblich ist: Eine Oberleitung speiste mit Elektromotoren ausgerüstete Schlepper auf dem Teltowkanal.

Rückblickend kann man feststellen, dass es im Handelsschiffbau drei – zeitlich unscharf abgegrenzte – Phasen gab, in denen die Vorteile des elektrischen Antriebes höher bewertet wurden als seine Nachteile.

Dieselmotoren und Dampfturbinen müssen in beide Richtungen drehen, damit Schiffe mit Festpropeller vorwärts und rückwärts fahren können. Dazu erhielten Dampfturbinen spezielle Rückwärtslaufurbinen und Dieselmotoren wurden umgesteuert. In der ersten Phase (1900 – 1910) übernahmen elektrische Antriebe die Aufgabe der Rückwärtsfahrt, da die Rückwärtsfahrt in der Pionierphase dieser Antriebe technisch noch nicht gelöst war. Erste dieselektrische Anlagen wurden ab 1903 in Russland eingesetzt. Die Naphtaproduktions-Gesellschaft Gebrüder Nobel ließ dort 1903 den Binnentanker VANDAL für die Fahrt auf dem Kanalnetz zwischen der Wolga und St. Petersburg bauen. Die erste turboelektrische Anlage entstand 1908 für das deutsche U-Boot-Mutterschiff VULKAN [1,2].



BB.-Maschinenanlage des U-Boot-Hebeschiffes VULKAN.  
Aus: STG-Jahrbuch, 34.Bd., Berlin 1933, S. 84

Dampfturbinen erfordern zur Erzielung guter Wirkungsgrade hohe Drehzahlen, Propeller dagegen große Durchmesser und niedrige Drehzahlen. Diesen Widerspruch nannte man „das Turbinenproblem“, denn bordtaugliche Getriebe gab es noch nicht, und nach dem Kriegsausbruch 1914 ruhte der Bau von Handelsschiffen mit „Triebturbinen“, wie man die Getriebeturbinen anfangs nannte. In der zweiten Phase (1920-1940) übernahmen daher der E-Generator und der E-Motor, aber auch der von Hermann Föttinger 1909 vorgestellte, hydrodynamische Föttinger-Transformator die Aufgabe des Getriebes, bis leistungsfähige und langlebige Zahnradgetriebe gebaut werden konnten.

Die dritte Phase (1950-1970) ist – neben der Weiterentwicklung in der Frachtschifffahrt - gekennzeichnet von schnellen Passagierschiffen mit riesigen Antriebsleistungen aus Turbinen und Motoren, die ihre Kraft über Zahnradgetriebe auf die

Propeller übertragen. Elektrische Energie wurde vor allem für den enorm hohen Verbrauch in den Bereichen Klimatisierung, Beleuchtung und Hotelbetrieb benötigt. Allmählich wurde das Schiff als Reiseverkehrsmittel von den Flugzeugen verdrängt.



*Für den Einbau bereitgestellter Pod-Antrieb. Foto: Klaus-Peter Kiedel*

In der vierten Phase befinden wir uns derzeit: Große elektrische Außenbordmotoren, die in schwenkbaren Gondeln, sog. „Pods“, angebracht sind, ermöglichen eine extrem gute Manövrierfähigkeit und erfordern zur Speisung Generatoren, die von Dieselmotoren oder auch Gasturbinen angetrieben werden. Besonders für Kreuzfahrt- und Fährschiffe sind die Pods eine interessante Alternative zu herkömmlichen Antrieben.

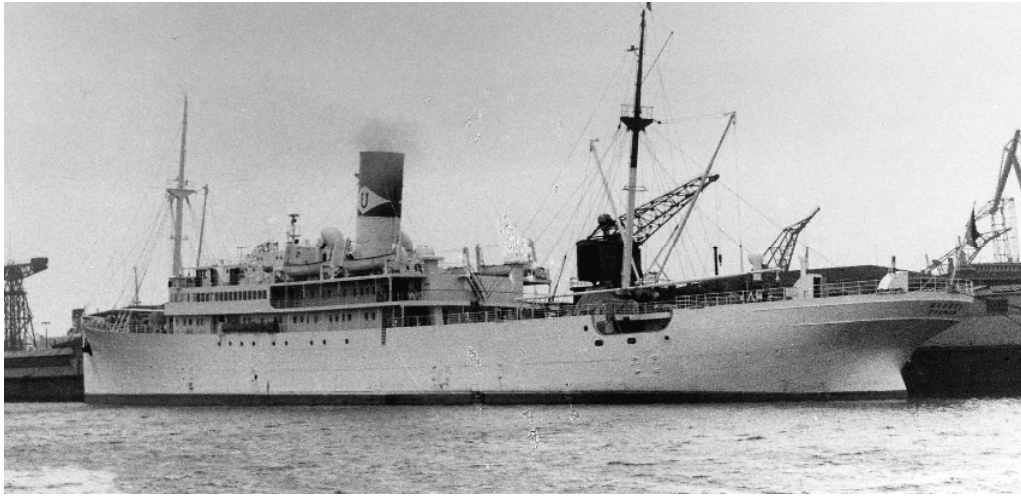
Turboelektrische Antriebe als Ersatz für geeignete Getriebe bei leistungsstarken Anlagen

Über die oben angesprochene zweite Phase soll hier ausführlicher berichtet werden. Hermann Föttinger arbeitete seit 1903 an dem als Föttinger-Transformator bezeichneten hydraulischen Getriebe. 1907 ließ die Großwerft Stettiner Vulcan ein Versuchsmodell und bald darauf den Werftdampfer FÖTTINGER TRANSFORMATOR als Versuchsschiff bauen [3]. Auch an mechanischen Zahnradgetrieben wurde in Deutschland und anderen Ländern geforscht und konstruiert. Besonders die in diesem Zeitraum bei Blohm & Voss entwickelten Getriebe – 1914 wurde hier eine eigene Getriebefertigung aufgebaut – waren leistungsfähig und setzten sich nach dem Ersten Weltkrieg gegen die Alternativen Föttinger-Transformator und E-Antrieb durch. Darüber berichtete 1923 Werftdirektor Hermann Frahm, der diese Entwicklung maßgeblich vorangetrieben hatte, ausführlich vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft (STG) [4]. Es waren die Anfang der 1920er Jahre erreichte hohe Zuverlässigkeit und die sehr geringen Leistungsverluste von nur 2 bis 5 Prozent bei Zahnradgetrieben gegenüber 3 bis 6 Prozent der Föttinger-Transformatoren und 10 bis 15 Prozent beim E-Antrieb, die zum Erfolg führten. Der Föttinger-Transformator ermöglichte Getriebeübersetzungen von 1:5, die Zahnradgetriebe dagegen bis zu 1:25 in einer Stufe. Das gab den Ausschlag und führte dazu, dass sich auf deutschen Schiffen bald die mechanischen Getriebe durchsetzten, anfangs auf Turbinenschiffen, ab 1921 auch auf Motorschiffen, wie dem 1921 bei Blohm & Voss gebauten Frachter HAVELLAND, der mit zwei ehemaligen U-Boot-Dieseln ausgerüstet worden war. Die in den USA entwickelten und ebenfalls



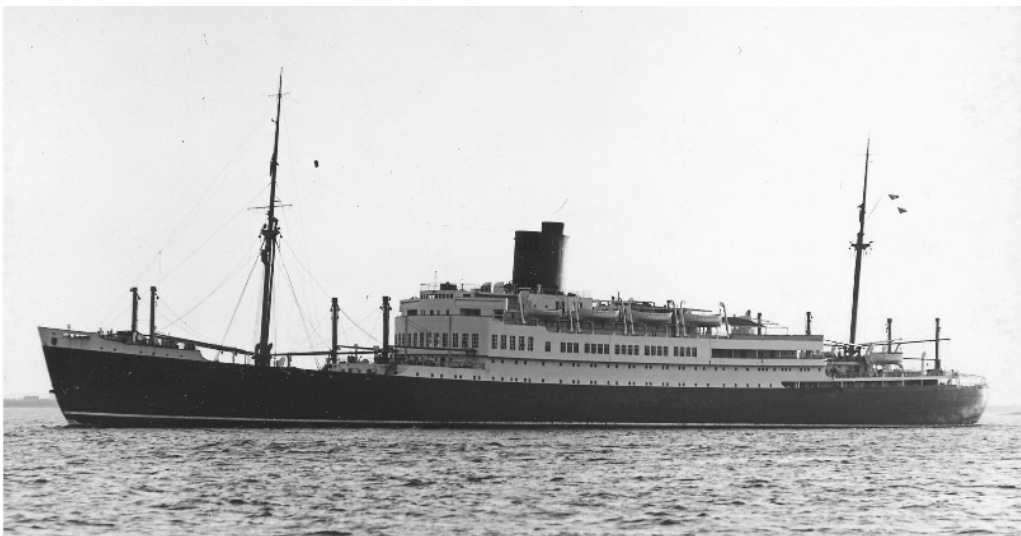
*Motorfrachter HAVELLAND im Hamburger Hafen.  
Foto: Hans Hartz / Archiv DSM*

auf Schiffen eingebauten Zahnradgetriebe erlitten mehrfach große Schäden, was dazu führte, dass in der Folge in den 1920er und 1930er Jahren auf vielen US-Schiffen E-Antriebe zum Einbau kamen. So auch auf den Kühlschiffen BLEXEN und BLUMENTHAL (Tabelle 1), die ab 1958 als regelmäßige Gäste in Bremerhaven Bananen aus Mittelamerika löschten [5].



*Kühlschiff BLEXEN löscht Bananen in Bremerhaven.  
Foto: Harald Hückstädt /DSM*

1935 führte der Norddeutsche Lloyd (NDL) einen sehr interessanten Großversuch durch, der in der Fachwelt starkes Interesse erregte. Drei weitgehend baugleiche Kombischiffe für den Ostasiendienst wurden bei gleichen schiffbaulichen Abmessungen mit verschiedenen Antriebsanlagen ausgerüstet: Die mit vier von der Deschimag gelieferten Wagner-Wasserrohrkesseln ausgerüstete SCHARNHORST und die ebenfalls mit vier, aber von Blohm & Voss gelieferten



*Fracht- und Fahrgastschiff SCHARNHORST.  
Foto: Hans Hartz /Archiv DSM*

Bensonkesseln bestückte POTSDAM erhielten einen turboelektrischen Antrieb (Tabelle 1), die mit vier Wagner-Wasserrohrkesseln ausgerüstete GNEISENAU dagegen Getriebeturbinen. Mit diesen Schiffen, die 1933 auch als Maßnahme zur Arbeitsbeschaffung für die Not leidende Industrie bestellt wurden, wollte die Reederei an die große Zeit vor dem Ersten Weltkrieg anknüpfen, als sie in der Passagierfahrt nach Ostasien führend gewesen war. Mit einer Größe von 18 000 BRT, Tragfähigkeiten von 10 500 bis 12 000 t<sub>dw</sub> und 26 000 PS leistenden Maschinenanlagen sollten die Schiffe den englischen, französischen, niederländischen und besonders den 21 kn schnellen italienischen Schiffen in diesem Fahrtgebiet Paroli bieten. Die für die Tropenfahrt großzügig ausgestatteten Fahrgasteinrichtungen weckten das lebhafteste Interesse nicht nur der deutschen Ostasienreisenden. Im Laderaumbereich standen ausgedehnte Räume für Kühlladung und Tankeinrichtungen für flüssige Ladungen zur Verfügung.

Der turboelektrische Antrieb wurde mit Rücksicht auf die bis zu 300 Passagiere der I. und Touristenklasse gewählt, der direkte Dieselantrieb wurde wegen der Geräuschbelastigungen von der Reederei abgelehnt. Auf der GNEISENAU und der

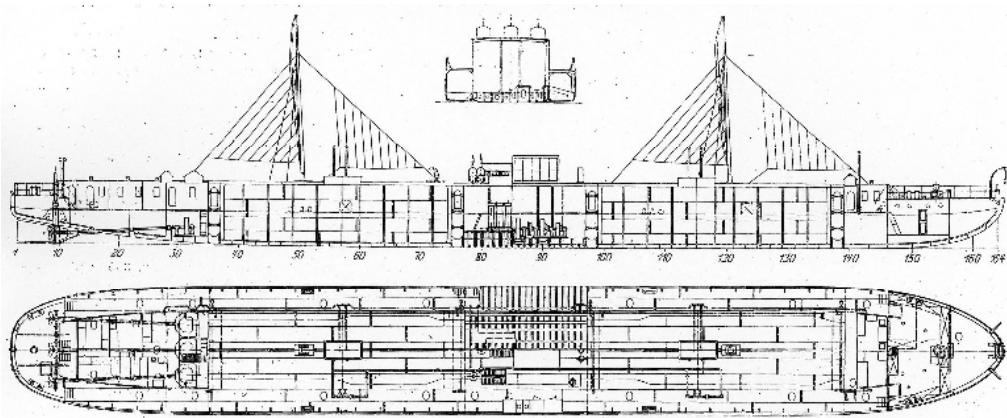


*Fracht- und Fahrgastschiff POTSDAM im Hafen von Hongkong,  
im Hintergrund der Kombifrachter ISAR.  
Foto: Hans Engelmeyer /Archiv DSM*

SCHARNHORST wurde der Dampf in den Wagner-Wasserrohrkesseln bei einer Temperatur von  $470^{\circ}\text{C}$  mit einem Druck von 50 bar erzeugt, die POTSDAM erhielt als weltweit erstes Handelsschiff die sogenannten Benson-Höchstdruckkessel (Zwangsdurchlaufkessel) mit 90 bar Dampfdruck bei ebenfalls  $470^{\circ}\text{C}$ . Die Schiffe boten den höchsten Standard im Ostasiendienst und brachten den NDL, der die POTSDAM kurz nach dem Stapellauf von dem ursprünglichen Besteller, der Hamburg-Amerika Linie (Hapag) übernommen hatte, in technischer Hinsicht wieder in eine führende Position. Alle drei Liner liefen bei einer maximalen Leistung von 32 400 PS fast 23 Kn. Die verschiedenen Antriebe bewährten sich und lieferten durch den direkten Vergleich wichtige Erkenntnisse. Oberingenieur Schneider hat darüber 1937 vor der STG ausführlich berichtet [6].

Dieselelektrische Antriebe als Ersatz für geeignete Getriebe bei kleineren Anlagen

Der 1897 erfolgreich erprobte Dieselmotor ermöglichte im Vergleich zum Dampfantrieb kompakte Antriebsanlagen, die etwa ab 1900 auf Fluss- und Seeschiffen erprobt wurden, zunächst jedoch ohne Erfolg. Erst auf der VANDAL, dem schon erwähnten russischen Flusstanker, bewährte sich der Dieselantrieb. Dieser 1100 Tonnen tragende Tanker hatte



*Binnentanker VANDAL. Zeichnung aus: Zeitschrift des Vereins  
deutscher Ingenieure, Bd. 49, Nr. 21, 27. Mai 1905, S. 892*

drei mittschiffs angeordnete, nicht umsteuerbare Dieselmotoren zu je 120 PS. Jeder dieser von der schwedischen Firma Aktiebolaget Diesels Motorer gebauten, dreizylindrigen Dieselmotoren trieb einen Generator an, der im Hinterschiff einen elektrischen Propellermotor speiste [2].

Ähnlich wie beim turboelektrischen Antrieb, wurden dieselektrische Schiffsantriebe anfangs häufig mangels geeigneter Getriebe und betriebssicherer Umsteuereinrichtungen eingesetzt. Weltweit wurden von 1907 bis 1931, also während der Pionierphase der Diesel- und Turbinenantriebsanlagen, rund 170 Schiffe mit elektrischen Antrieben gebaut [2]. Für 93 Schiffe wurde die turboelektrische Variante mit einer mittleren Antriebsleistung von rund 10 900 PS gewählt. Die maximale Wellenleistung betrug 45 000 PS. Mit dieselektrischem Antrieb wurden in dieser Phase 178 Schiffe mit rund 850 PS mittlerer Antriebsleistung und 4 000 PS maximaler Wellenleistung gebaut. Die meisten größeren Schiffe mit Dieselantrieb erhielten langsam drehende Zweitaktmotoren, hier waren keine Getriebe nötig. Es waren also überwiegend die kleineren und langsameren Schiffe – wie Schlepper, Fähren und Frachtschiffe – bei denen ein dieselektrischer Antrieb bevorzugt wurde (Tabelle 2).

Die Probleme dieser Zeit spiegeln sich in einer Serie von drei Kühlschiffen, die als schnelle elegante Schiffe gut zahlende Passagiere, Post und Bananen transportieren sollten. 1922 wurden diese von der amerikanischen Fruchtgesellschaft United Fruit Company in Großbritannien mit dieselektrischem Antrieb bestellt. Mit 2 500 PS waren es die bis dahin weltweit leistungsstärksten dieselektrischen Anlagen für Handelsschiffe. Vier Dieselmotoren trieben Generatoren an, und ein elektrischer Fahrmotor diente zum Propellerantrieb. Diese Kombination wurde zur Brennstoffeinsparung gewählt, außerdem ergab sich im Vergleich zur herkömmlichen Dampfanlage mit Kessel und Dreifach-Expansionsmaschine ein größerer Laderaum. Die Schiffe wurden 1924/25 abgeliefert und bereiteten in der Folgezeit große Probleme.

So fiel die Anlage des ersten Schiffes LA PLAYA bald nach der Überführung wegen gerissener Zylinderbuchsen aus. Wegen ständiger Motorprobleme kam es in der Folgezeit selten vor, dass alle vier Diesel gleichzeitig in Betrieb waren. 1927 wurden Dieselgeneratoren eines anderen Herstellers installiert, aber hiermit gab es ähnliche Probleme, daher wurde das Schiff für zehn Jahre aufgelegt. 1942 baute man fünf neue Dieselmotoren eines dritten Herstellers ein, davon einer zur Reserve, womit dann endlich ein ordnungsgemäßer Schiffsbetrieb möglich war. Die LA PLAYA wurde 1968 abgewrackt.

Beim Schwesterschiff LA MAREA (Tabelle 1) gab es ähnliche Schwierigkeiten schon auf der Jungferreise, es wurde daraufhin umgebaut und erhielt statt des geplanten dieselektrischen einen turboelektrischen Antrieb. Dazu wurde das Schiff quer durchgeschnitten und musste für die Aufnahme der beiden Dampfkessel um fast zehn Meter verlängert werden. Das dritte Schiff der Serie erhielt statt des dieselektrischen Antriebes gleich einen Dampfkessel und eine Dreifach-Expansionsdampfmaschine, wodurch jedoch bei gleichen Außenabmessungen rund 30 000 Bananenstauden weniger geladen werden konnten.

12 Jahre später sammelte die Hapag Erfahrungen mit dem dieselektrischen Antrieb. Maßgeblichen Einfluss auf diese technische Entwicklung hatte Oberingenieur B. Bleicken, der von Blohm & Voss zur Hapag kam und seinerzeit den Bau der IMPERATOR überwacht hatte. 1936 wurde der Frachter WUPPERTAL mit diesem Antrieb abgeliefert. Drei Dieselgeneratoren

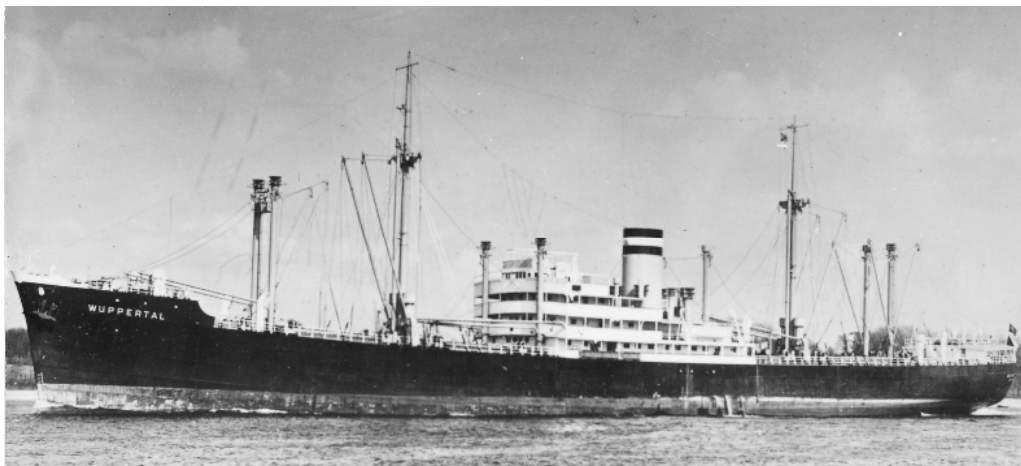


Foto:Hans Hartz /Archiv DSM

versorgten den elektrischen Propellermotor mit einer Antriebsleistung von rund 10 000 PS. Der Wellentunnel von den mittschiffs angeordneten Maschinen wurde eingespart und konsequent Drehstrom für den achtern installierten Hauptantrieb, zum Antrieb der Hilfsmaschinen und für die Beleuchtung eingesetzt. Dies war ein großer Schritt vorwärts, denn bis dahin wurde das allgemeine Bordnetz traditionell mit Gleichstrom versorgt. Warum hatte man den Schritt nicht früher getan? Diese Frage, von Bleicken während eines diesbezüglichen Vortrages vor der STG gestellt, wurde nicht beantwortet. Selbst 1955 hatten noch 73 Prozent der Neubauten ein Gleichstromnetz. Die guten Erfahrungen mit der WUPPERTAL waren der Anlass, neun weitere Frachtschiff-Neubauten mit dieselektrischem Antrieb in Auftrag zu geben. Diese dieselektrischen Antriebsanlagen, auch das 1938 für den Südamerikadienst gebaute Fracht- und Fahrgastschiff PATRIA erhielt einen dieselektrischen Antrieb, waren in ihrer Zeit richtungweisend und haben der Reederei, dem deutschen Schiffbau und der deutschen Zulieferindustrie weltweite Anerkennung gebracht.

**Tabelle 1:** Technische Daten von Schiffen mit turboelektrischem Antrieb von 1930-1939

Allgemeine Daten				Ver-messung		Antriebsanlage		Bemerkungen
Name Typ	Bau-jahr- Bau-Nr.	Reederei	Bau-werft	BRT tdw	Lüa B T [m]	Leistung [PS] Drehzahl Geschw. [kn]	Maschinen-anlage Anzahl Propeller (P)	Anzahl Besatzung (B) Anzahl Passagiere (P)
BLEXEN Kühlschiff	1932	Union Parten- Reederei Bremen	Newport News Shipb. & Co., USA	6698 4620	136,2 18,3 7,7	13300 19	2 WR - Kessel 2 Turbinen 2(?) Fahrmot., 2P	ex CHIRIQUI (UFCO); 4 Mailships, 1958 umgeb., 1971 abgewackt, 100 P
POTSDAM Fracht- u. Fahrg.-sch.	1935 497	Hamburg- Amerika Linie	Blohm & Voss, Hamburg	17520 11976	193,1 22,6	26000 21/23	4 Benson Kessel 180 bar, 2x turbo-el. Antr., 2P	Ostasiendienst, nach Stapellauf an NDL, 1946 an GB, 1976 abgewrackt 272 P 275 B
SCHARN- HORST Fracht- u. Fahrg.-sch.	1935 891	Nord- deutscher Lloyd, Bremen	AG Weser, Bremen	18184 10510	198,7 22,6	26000 21/23	4 WR-Kessel 50 bar, 2 Turbinen, 2P	1942 an Japan verkauft, 1943 als Flugzeugträger JINYO in Dienst 300 P 280 B

UFCO = United Fruit Company; WR- Kessel = Wasserrohrkessel; D-Mot. = Dieselmotor; Turb. = Turbine;

Gen. = Generator;

VP = Verstellpropeller; E-Motor = elektrischer Fahrmotor; GTG = Gasturbogenerator; DTG = Dampfturbogenerator;

GP = Gondelpropeller

**Tabelle 2:** Technische Daten einiger Schiffe mit diesel-elektrischen Antriebsanlage

Allgemeine Daten				Ver-messung		Antriebsanlage		Bemerkungen
Name Typ	Bau- jahr - Bau- Nr.	Reederei	Bau- werft	BRT tdw	Lüa B T [m]	Leistung [PS] Drehzahl Geschwin- -digkeit [kn]	Maschinen- anlage Anzahl Propeller (P)	Anzahl Besatzung (B) Anzahl Passagiere (P)
LA MAREA Kühlschiff	1924	United Fruit Co. (UFCO), USA	Cammel Laird & Co., Birken- head, GB	3689/ 4280 9270	107,3 / 117 14,6	2500 12/14	4 Dieselgeneratoren 825 PS; 1 el. Fahrmotor, 1P	1929/30 Umbau turboelektrisch, 3300PS, dafür verlängert, neuer Name DARIEN, 24 P
WUPPERTAL Frachtschiff	1936 173	Hapag, Hamburg	Deutsche Werft, Finken- werder	6737 9763	151,8 18,8	6800 15,0	3 x 2T DM 3 Generatoren 1 el. Fahrmotor, 1P	1900 Volt; 62,5 Hz; 1. dieselektrisches Schiff der Hapag, 1961 abgewrackt
PATRIA Fracht- u. Fahrg.-schiff	1938 174	Hapag, Hamburg	Deutsche Werft, Finken- werder	16595 8500	182,1 22,6	15000 17,0	6 x 2T DM, 6 Generatoren 2 el. Fahrmotoren, 2P	Drehstrom 3500 Volt; 50 Hz; Südamerikadienst, 1985 abgewrackt
ROBERT LEY Fahrg.-schiff	1939 754	Deutsche Arbeitsfront (KDF)	Howaldt, Hamburg	27188 5340	206,8 24,0	8000 15,5	6 x 2T DM, 6 Generatoren, 2 el. Fahrmotoren, 2P	Flaggschiff der KDF; 1939 Lazarettsschiff; 1945 ausgebrannt; 1766 P; 426 B

Literatur

- [1] Hochhaus, K.-H.: Antriebsanlagen. In: Leidenschaft Schiffbau. Geschichte und Zukunft im Modell. Begleitband zur Expo am Meer. Hamburg 2000, Seite 76-121.
- [2] Schulthes, C.: Der elektrische Schiffsantrieb. In: STG-Jahrbuch, 34. Bd., Berlin 1933, S. 73-165.
- [3] Föttinger, H.: Die hydrodynamische Arbeitsübertragung durch Transformatoren- ein Rückblick und Ausblick, STG-Jahrbuch, Bd. 31, Berlin 1930, S. 171-214.
- [4] Frahm H.: Zahnradgetriebe für Turbinen- und Motorschiffe. In: STG-Jahrbuch Bd. 25, Berlin 1924, S. 81-141.
- [5] Hochhaus, K.-H.: Deutsche Kühlschiffahrt (1902-1995). Bremen 1996
- [6] Schneider, H.: Betriebsergebnisse und Erfahrungen der drei Ostasiendampfer des Norddeutschen Lloyd In: STG-Jahrbuch, Bd. 38, Berlin 1937, S. 79-96.
- [7] Bleicken. B.: Der Drehstromantrieb von Haupt-und Hilfsmaschinen auf Grund der Erfahrungen mit dem Frachtschiff WUPPERTAL. In: STG-Jahrbuch, Bd. 39, Berlin 1938, S. 83-97.