



© R4200 | picture-alliance

## Containerschiffe – heute und morgen

AUTOR



**Dr.-Ing. Ralf Marquard**  
ist Geschäftsführer der  
LHP Europe GmbH in Köln.

Es gibt kein Transportsystem, das mit weniger Kosten und Energieaufwand Güter transportieren kann, als es die Schifffahrt vermag. Die LHP Europe GmbH zeigt, dass neben der Konstruktion von Containerschiffen und der Auswahl des Antriebskonzepts die globalen Schifffahrtsrouten für die Wirtschaftlichkeit, den Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen von entscheidender Bedeutung sind.

### GLOBALER WARENTRANSPORT

Weit über 90 % aller Waren im internationalen Handel werden über den Seeweg und zum größten Teil über standardisierte Container transportiert. Dies reduziert die Umschlagzeiten und ermöglicht ein weltweites Liniennetz, das Trans-

porte wirtschaftlich ausführt. Zur Wirtschaftlichkeit zählt auch die Technik der größten Containerschiffe, die ausschließlich mit Zweitakt-Dieselmotoren ausgerüstet sind und Schweröl mit Wirkungsgraden über 50 % verbrennen. Für die Betreiber der Schifffahrtlinien stehen die Gesamtkosten im Fokus. Dabei machen

die Kraftstoffkosten mit großem Abstand den höchsten Anteil aus.

## CONTAINERSCHIFFE

Schiffe für kontinentale Schifffahrtsrouten werden stetig größer. Die Wirtschaftlichkeit steigt mit der Zahl der Container, die ein Schiff laden kann. Somit wurden die Ladekapazitäten von 5000 Containern pro Schiff Mitte der neunziger Jahre auf bis zu 10.000 Containern in den darauffolgenden zehn Jahren und auf 20.000 Container bis heute erhöht. Experten sehen hier die wirtschaftliche Obergrenze zwischen möglicher Kostenersparnis und dem Risiko, ein so großes Schiff komplett zu beladen, nahezu erreicht. Als Antrieb für die großen Containerschiffe werden einzelne Zweitakt-Dieselmotoren als Reihenmotor mit einer direkt an der Kurbelwelle angeflanschten Schiffschraube verwendet.

## REDUZIERUNG VON CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

Die International Maritime Organisation (IMO) sieht sich neben Sicherheitsthemen auch bei der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verantwortung, die Treibhausgasemissionen in drei Zeithorizonten signifikant zu reduzieren. Hier forschen und entwickeln vor allem die großen Motoren- und Kraftstoffhersteller an zukünftigen Lösungen. Der großflächige Einsatz von Elektroantrieben mit Batteriespeicherung spielt auch in Zukunft für die Hochseeschifffahrt keine große Rolle, da vor allem das Volumen und die Masse der Batterien gegen diese Lösung sprechen. Demgegenüber gibt es für den Kurzstreckenbetrieb von Schiffen, etwa im Fährbetrieb, einige Forschungsprojekte, die die physikalische Machbarkeit von Elektroantrieben aufzeigen, jedoch noch den wirtschaftlichen Nutzen darstellen müssen. Zudem wird an Systemen geforscht, die kleine Containerschiffe mit Elektroantrieb und Batteriespeicherung für kurze Strecken einsetzen.

## VERBRENNUNGSMOTOREN MIT DIESELKRAFTSTOFFEN

Der Langstreckentransport über Kontinente hinweg benötigt absehbar weiterhin Verbrennungsmotoren. Diese sind

bereits heute mit der neuesten Technik ausgestattet, die die Effizienz der Dieselmotoren maximieren. Elektronische Motorsteuerung mit Kennfeldern, Common-Rail-System und variabler Ventiltrieb haben Einzug gehalten und führen mit den niedrigen Umdrehungszahlen und Langhubausführungen zu den maximal möglichen Wirkungsgraden von 50 % und darüber hinaus, wenn sich Wärmerückgewinnungskonzepte an Bord befinden. Hinsichtlich der erlaubten Schadstoffemissionen sind die Schwerölkraftstoffe aufgrund ihres hohen Schwefelgehalts problematisch. Deswegen verwenden die meisten Schiffe in Küstennähe Marinedieselmotoren mit abgesenktem Schwefelgehalt. Auf hoher See werden teilweise sogenannte Scrubber eingesetzt, die das Abgas entschwefeln. Neben der weiteren Optimierung der Dieselmotoren hinsichtlich Ladungswechsel- und Verbrennungseigenschaften sowie Reibreduzierung werden die Motorarchitekturen auch im Hinblick auf Downsizing und Leichtbau optimiert.

## GASMOTOREN

Parallel zur Optimierung der Dieselmotoren entwickeln die Motorenhersteller Varianten für das Verbrennen von gasförmigen Kraftstoffen. Einige Hersteller haben bereits Gasmotoren im Serienprogramm. Diese werden heute vor allem bei Gastankern für den Erdgastransport eingesetzt, die mit dem abdampfenden Erdgas des unter hohem Druck und niedriger Temperatur flüssig gehaltenen Erdgases im Tank (Boil-Off) betrieben werden. Daneben werden neuerdings Gasmotoren bei Kreuzfahrtschiffen und Fähren eingesetzt. Für Containerschiffe sind Gasvarianten erst in der Erprobung.

Die Einleitung der Zündung und das vollständige Durchbrennen der Ladung stellt bei Schiffsmotoren mit großen Bohrungsdurchmessern ein sehr großes Problem dar. Der Dual-Fuel-Motor ist hier ein geeignetes Konzept, mit der Zündungseinleitung durch eine Diesel-Pilot-Einspritzung eine gasförmige Ladung präzise und vollständig zu verbrennen.

## SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE

Die IMO empfiehlt für die Zukunft synthetisches Gas aus erneuerbaren Quel-

len. Dieses Gas kann vollständig oder als Beimischung zu fossilen Gaskraftstoffen in existierende Gasmotoren eingesetzt werden. Langfristig kann auch flüssiger synthetischer Kraftstoff das heutige Schweröl ersetzen, sodass die angestrebten CO<sub>2</sub>-Emissionszielwerte erreicht werden. Damit würden die Schwefel- und Rußemissionen auf sehr niedrige Werte gesenkt. Die Marineindustrie kann dann die Synergien zu den Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der synthetischen Kraftstoffe aus erneuerbarer Energie im vollen Umfang nutzen.

## SCHIFFFAHRTSLINIEN

Die Routen werden von allen großen Reedern festgelegt mit einer Mischung von Linien für sehr große Containerschiffe, die zwischen Kontinenten und großen Überseehäfen verkehren oder zu Plätzen mit Warenumsatz auf sogenannte Containerfeeder, die dann kleinere Häfen anfahren.

Die Linienführung und die Auswahl der Parameter ist ein sehr komplexer Prozess. Seeoffiziere nutzen hierfür zusätzliche Softwaretools, die unterschiedliche Parameter aus Meeresströmung, Wetterprognosen, Strecken, Zeitvorgaben und Schiffantriebsparametern optimieren und Vorschläge für Route beziehungsweise Betriebsparameter erstellen. LHP entwickelt diese Softwaretools, die Seeoffiziere bei ihrer Entscheidung unterstützen können und aus der komplexen Datenmenge geeignete Vorschläge zur Festlegung der aktuellen Trajektorien erstellen.

## VERMEIDUNG VON UNFÄLLEN

Moderne Containerschiffe sind zusätzlich zum Radar mit Assistenzsystemen ausgestattet, die Seeoffiziere beim Manövrieren unterstützen. Besonders bei engen Passagen und in Hafenzufahrten können damit die Positionen anderer Schiffe aufgezeigt und Bewegungen antizipiert werden. Die Assistenzsysteme und ihre Auswertelogik bereiten schon das autonome Führen der Schiffe vor. Zukünftig sollen die Wasserfahrzeuge ohne Besatzung auskommen und vollständig autonom unterwegs sein.