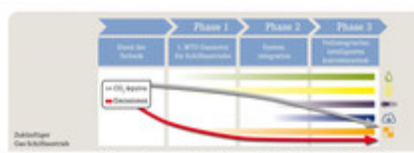




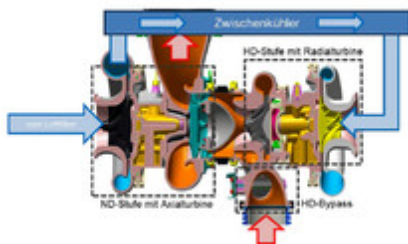
Ab 2018 wird die niederländische Reederei Doeksen zwei Aluminium-Katamarane, ausgestattet mit den neuen MTU-Gasmotoren, als Fähren im Wattenmeer einsetzen.  
© MTU Friedrichshafen / Strategic Marine

Gasmotoren ersetzen Schiffsdiesel

05.10.2017



Forschungs- und Entwicklungsphasen auf dem Kurs zum sparsameren und emissionsreduzierten Schiffsantrieb  
© MTU Friedrichshafen



Schnittbild einer zweistufigen Abgasturboaufladung mit Niederdruck- und Hochdruck-Stufe und schematischer Darstellung der Gasführung. Da die Niederdruck-Stufe als Axialturbinen ausgeführt ist, kann das Gesamtaggregate kompakter aufgebaut werden.  
© MTU Friedrichshafen

## Neue emissionsarme Schiffsmotoren

Der Betrieb von Schiffen verursacht beträchtliche Schadstoffemissionen. Zukünftige Schiffsantriebe müssen daher umweltfreundlicher werden. Ein möglicher Weg ist es, Motoren mit Erdgas anstatt Diesel zu betreiben. Verglichen mit heutigen Dieselmotoren ohne Abgasnachbehandlung haben sie niedrigere Emissionen. Für diese sparsame neue Motoren-Generation entwickeln und erproben Forscher Komponenten und Regelungsinstrumente. Ihr Ziel ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Motoren zu reduzieren und in Zukunft zu halbieren.

Die etablierte Schiffsantriebstechnik besteht aus drehzahlvariablen Dieselmotoren mit mechanischem Propellerantrieb. Als umwelt- und klimaverträglichere Alternative sollen große Gasmotoren künftig die Schiffe antreiben. Forscher passen die Motoren noch besser an die Anforderungen von Schiffsantrieben an. Sie konzentrieren sich bei der technologischen Weiterentwicklung des drehzahlvariablen Gasmotors auf die Kernkomponenten Aufladung und Regelung, um den Motor effizienter machen.

In weiteren Schritten sollen inner- und außermotorische Maßnahmen die systembedingte Freisetzung von Klimagasen wie Methan weiter reduzieren. Anschließend geht es dann darum, den Gasmotor in ein Antriebssystem einzubinden, das ein fortschrittliches Flüssiggas-System, Elektrounterstützung sowie intelligente Vernetzung kombiniert.

Dazu Projektleiter Dr. Michael Hönl, MTU Friedrichshafen: „Mit den neuen Auflade- und Regelungskonzepten erreichen wir beim Gasmotor eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um zwei Prozent. Verglichen mit einem heutigen Dieselmotor liegen wir schon bei bis zu dreizehn Prozent Einsparung. Später wollen wir mit zusätzlichen Maßnahmen in Richtung 25 Prozent Einsparung kommen.“

## Herkömmliche Gasmotoren nur bedingt für Schiffe geeignet

Aktuelle stationäre Gasmotoren sind für den Gasbetrieb adaptierte Großdiesel. Sie werden als

Dauerleistungsmotoren zur Stromerzeugung eingesetzt. Deshalb sind sie vor allem auf den Nennleistungspunkt und hohe Wirkungsgrade ausgelegt. Motoren für Schiffshauptantriebe werden drehzahlvariabel betrieben. Sie arbeiten häufig auch im unteren Lastbereich bei niedrigen bis mittleren Drehzahlen. Beim Teillast-Betrieb des Gasmotors sinkt einerseits der Wirkungsgrad. Andererseits kann es bei den auftretenden niedrigen Temperaturen zu Versottung und Belagsbildung, beispielsweise am Kolben, kommen.

Weil ein Schiffsantrieb ganz andere Anforderungen erfüllen muss als ein auf gleichmäßige Leistungsabgabe ausgelegter stationärer Motor, ist es erforderlich, Komponenten und Steuerung neu auszulegen. Auch Technologien aus dem LKW- oder PKW-Bereich lassen sich nur sehr eingeschränkt übertragen, da Auslastung und Laufzeiten von Schiffsmotoren deutlich höher sind.

### **Entwicklungsschritte zur Optimierung des Gasmotors**

Abbildung 2 zeigt, ausgehend vom Stand der Technik bei Schiffsantrieben, welche Technologiefelder in den verschiedenen Entwicklungsphasen bearbeitet werden müssen.

In Phase 1 des Vorhabens entwickelt die MTU Friedrichshafen einen neuen Gasmotor für den Antrieb von Schiffen. Die ersten Motoren werden im Jahr 2018 in Betrieb gehen. Eines der ersten Projekte wird eine Fähre im niederländischen Wattenmeer sein, bei der das Erdgas als LNG (liquified natural gas) an Bord gespeichert wird. Das System ist ohne Abgasnachbehandlung in der Lage, die Emissionsstufe IMO III zu erfüllen. Durch den Kraftstoffwechsel von Diesel zu Gas sinkt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Doch wird die äquivalente CO<sub>2</sub>-Minderung durch Methanschlupf geschmälert. Es bleibt eine Reduzierung um bis zu 11% im Vergleich zu einem Dieselantrieb. Die Stadtwerke Konstanz werden auf dem Bodensee ab dem Jahr 2019 ein neues Fährschiff in Dienst stellen. Es wird von zwei 8-Zylinder-Gasmotoren der MTU Friedrichshafen mit einer Leistung von jeweils 746 Kilowatt angetrieben.

### **Neue Aufladungs- und Regelungskonzepte machen Gasmotoren effizienter**

Um Gasmotoren an die speziellen Anforderungen der Schiffsantriebe anzupassen und weiter zu verbessern, arbeiten Forscher in der Phase 2 des Projekts GAMMA-1 (Effiziente Gasmotoren für Maritime Anwendungen der nächsten Generation) an diesen Entwicklungsschwerpunkten:

Eine neue hocheffiziente zweistufige Abgasturboaufladung mit Niederdruck-Axial-Turbine verbessert den Motorwirkungsgrad. Sie wird mit neuen Simulations- und Entwicklungstools entworfen. Die Aufladegruppe ist sehr kompakt, dadurch verringern sich Wärmeverluste und Gasvolumina. Das verbessert die Dynamik der Aufladung und damit des Gesamtmotors.

Durch die Entwicklung des neuartigen Regelungskonzeptes, welches selbständig und unter Einhaltung der gesetzlichen, mechanischen und thermischen Randbedingungen die optimalen Systemeinstellwerte findet, wird es möglich sein, einen wirkungsgradoptimalen Betrieb und dadurch eine erhöhte Effizienz des Antriebssystems dauerhaft zu erreichen.

Aufbauend auf die aktuelle Forschung und Entwicklungen sollen die Technologien zu einer intelligenten, vollintegrierten Antriebssystemlösung vernetzt werden. Die Forscher planen, durch eine Abgasnachbehandlung zur Reduzierung der Methanfreisetzung sowie durch eine weitere Effizienzsteigerung die äquivalente CO<sub>2</sub>-Emission des Antriebs möglichst zu halbieren. Mit einem regenerativ erzeugten Brenngas würde ein nahezu CO<sub>2</sub>-freier Schiffsantrieb möglich. Auf Grundlage von Power-to-Gas ließe sich der CO<sub>2</sub>-äquivalent-Ausstoß um 95% reduzieren.

Nach der Erprobung des neuen Systems aus Aufladung und modellbasierter Regelung für mobile, maritime Anwendungen wollen die Forscher untersuchen, ob es auch auf andere mobile Gasmotoren sowie Dieselmotoren übertragbar ist, zum Beispiel bei Bahn oder Bergbau.

### **Forschung für neue maritime Technologien**

Das BMWi unterstützt Innovationen, Forschung und Entwicklung für emissionsarme Antriebstechnologien im

Rahmen des Förderprogramms "Maritime Technologien der nächsten Generation" mit 32,2 Millionen Euro. Für klima- und umweltfreundliche Produkte und Technologien der Schiffbauindustrie („Green Shipping“) sieht die Bundesregierung gute Marktperspektiven. In ihrer „Maritimen Agenda“ betont sie, dass die Entwicklung alternativer Antriebe und die Etablierung neuer Schiffskraftstoffe dazu beitragen können, die strengeren Luftreinhalteanforderungen einzuhalten. Darüber hinaus fördert die Bundesregierung im Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit dem Leuchtturmprojekt „e4ships“ die Verwendung von Wasserstoff in der Binnen- und Seeschifffahrt.

*(gh)*