

Warum man in der Großmotorenforschung weiter Gas gibt

Why Large Engines Research Steps on the Gas

Andreas Wimmer

Die Erreichung der ambitionierten Umweltziele stellt die Forschung weltweit vor die zentrale Herausforderung, innovative und nachhaltige Lösungen im Bereich der Mobilität, des Transports und der Energieerzeugung zu entwickeln. In Zusammenhang mit dem Thema Elektromobilität wird dabei häufig die Frage gestellt, ob zukünftig Forschung im Bereich von Verbrennungsmotoren überhaupt noch notwendig sein wird.

Elektroantriebe, so sinnvoll diese für die urbane Mobilität sind, stellen jedoch keine Universallösung dar. Insbesondere wenn hohe Reichweiten und Nutzlasten gefordert sind, werden Verbrennungsmotoren auch in den nächsten Jahrzehnten noch eine maßgebliche Rolle spielen.

Im Pkw-Bereich wird sich die Forschung vor allem auf den Bereich der bestmöglichen Kombination von Verbrennungsmotor und Elektromotor (Hybridkonzepte) fokussieren. Neben der Elektrifizierung des Antriebsstrangs werden zudem der Einsatz sogenannter „eFuels“ (mit Überschusselektrizität aus erneuerbaren Energien produzierte Kraftstoffe) und das Ziel, nahezu Nullemissionen zu erreichen, zentrale Forschungsthemen darstellen.

Großmotoren

Im Vergleich zum Mobilitätsbereich zeichnet sich für den zukünftigen Einsatz von konventionellen Verbrennungsmotoren im Großmotorenbereich ein wesentlich klareres Bild. Wie Abbildung 1 links auf Basis der verkauften Motorleistungen (Motoren > 1MW) für das Jahr 2015 verdeutlicht, werden Großmotoren in einem sehr hohen Ausmaß für die Energieerzeugung eingesetzt. In vielen Fällen handelt es sich dabei um KWK (Kraft-Wärme-Kopplung)-Anlagen, bei denen gleichzeitig Strom und Wärme produziert wird. Eine Hauptanwendung für den Großmotor stellt auch der Marinebereich dar. Verbrennungsmotoren liefern dabei im Verbund Motor – Generator die elektrische Energie für den >

In order to meet ambitious environmental goals, research around the world must rise to the challenge of developing innovative and sustainable solutions in the areas of mobility, transportation and power generation. The question often arises in connection with electric mobility whether there will be any need to conduct research on internal combustion engines in the future.

As practical as electric powertrains are for urban mobility, they do not provide a “one size fits all” solution. Internal combustion engines will still play a significant role in the coming decades, especially in response to demands for long driving ranges and heavy cargo loads.

Research on passenger vehicles will focus above all on the best possible combination of the internal combustion engine and the electric motor (hybrid concepts). In addition to this electrification of the powertrain, the use of “e-fuels” (fuels produced using excess electricity from renewable energies) and the achievement of nearly zero emissions are key research topics.

Large engines

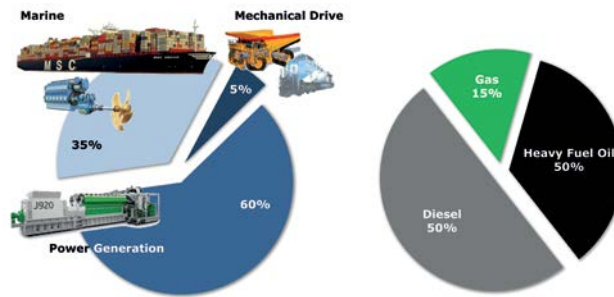
In contrast to the area of mobility, the picture is much clearer in regard to the future use of conventional internal combustion engines in large engine applications. As Figure 1 makes clear based on engine power output (engines > 1 MW) sold in 2015, large engines are used to a very great extent for power generation. In many cases, this occurs in CHP (combined heat and power) facilities where electricity and heating are produced at the same time. The marine sector is another major area of application for large engines. In the combination engine-generator, internal combustion engines provide the electrical energy for ship propulsion or work directly on the propeller – as in the case of large container ships. In addition, large engines can be found in many other applications, for example locomotive propulsion or mining trucks. >



Andreas Wimmer ist stellvertretender Leiter des Institutes für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik. Er ist zudem Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter des Large Engines Competence Center (LEC), eines COMET K1-Forschungszentrums.

Andreas Wimmer works at TU Graz's Institute of Internal combustion Engines and Thermodynamics. Since its inception in 2002 he has been leading the Large Engines Competence Center (LEC), which was turned into a COMET K1 Center in 2015.

Abbildung 1:
Verteilung des in Großmotoren
eingesetzten Kraftstoffs.
Figure 1:
Breakdown of fuels for
large engines.



© Andreas Wimmer

Schiffsantrieb oder wirken – wie insbesondere bei den großen Containerschiffen – direkt auf den Propeller. Darüber hinaus sind Großmotoren in vielen weiteren Applikationen, wie etwa für den Antrieb von Lokomotiven oder Mining Trucks, zu finden.

Beim Einsatz von Verbrennungsmotoren für die Energieerzeugung ist ein Ersatz per se nicht möglich. In Zusammenhang mit der Bereitstellung von Spitzenstrom zum Ausgleich von Schwankungen, die durch die Produktion auf Basis erneuerbarer Quellen (Solar und Wind) bedingt sind, kann aufgrund der schnellen Reaktionszeiten zukünftig sogar von einer Erhöhung des Anteils ausgegangen werden. Auch in der Seeschifffahrt, die weltweit gesehen für etwa 90 Prozent aller Warentransporte verantwortlich zeigt, werden Verbrennungsmotoren in absehbarer Zukunft nicht ersetzt werden können. Elektrische Antriebe können dabei aus technischen Gründen – wie etwa Gewicht oder Reichweite – nur in Ausnahmefällen realisiert werden. Im Bereich der mechanischen Antriebe wird der Verbrennungsmotor überall dort unverzichtbar bleiben, wo keine Elektrizität verfügbar ist.

Gasmotoren

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der für die Großmotoren eingesetzten Kraftstoffe. Schweröl, das vorwiegend im Marinebereich zu finden ist, und konventioneller Dieseldieselkraftstoff haben mit in Summe ca. 85 Prozent nach wie vor den größten Anteil. Gas liegt bei einem Anteil von etwa 15 Prozent. Es ist aber ein klarer Trend zu einer Erhöhung des Gasanteils zu erkennen. Dafür sind zum einen die bessere Umweltverträglichkeit und die hohe Verfügbarkeit von Erdgas verantwortlich. Zum anderen haben dazu aber vor allem auch die rasanten technologischen Entwicklungen der letzten Jahre beigetragen. Als Beispiel ist dazu in Abbildung 2 die Entwicklung des Wirkungsgrads des Baureihe-6-Motors von General Electric, die in erheblichem Maße auch durch die langjährige und erfolgreiche Forschungs-

There is no way around using internal combustion engines to generate power. Because of their quick reaction times, it can be assumed that their share may even increase in connection with the provision of peak electricity to compensate for fluctuations caused by production from sustainable sources (solar and wind). In the foreseeable future, internal combustion engines will not be able to be replaced in maritime shipping, which is responsible for around 90% of all transportation of goods worldwide. Electrical powertrains are not possible in this area for technical reasons – for example weight or range. The internal combustion engine will also remain indispensable for mechanical drives wherever electricity is not available.

Gas engines

Figure 1 shows the distribution of fuels for large engines. While heavy oil, which is predominantly found in marine applications, has approximately a 35% share and gas around 15%, diesel still accounts for the largest share. All in all, the trend toward the use of gas is clear. This is due to the lower environmental impact as well as the great availability of natural gas. The rapid technological developments of the past few years have also greatly contributed to this trend. One good example shown in Figure 2 is the development in the efficiency of General Electric's Type 6 engine, which was made possible to a great extent by the longstanding, successful research cooperation between General Electric and TU Graz as well as LEC. Electrical efficiency increased by around 10% points to over 47%, which corresponds to more than 20% savings in fuel consumption. In engines of the 10 MW class that have a larger displacement, efficiencies of over 50% have been achieved. As a result, the gas engine has caught up with the diesel engine in terms of efficiency as well as performance. This is also apparent from Figure 3, which presents a basic evaluation of gas and dual fuel engines (engines that allow a choice to be made between operation with diesel

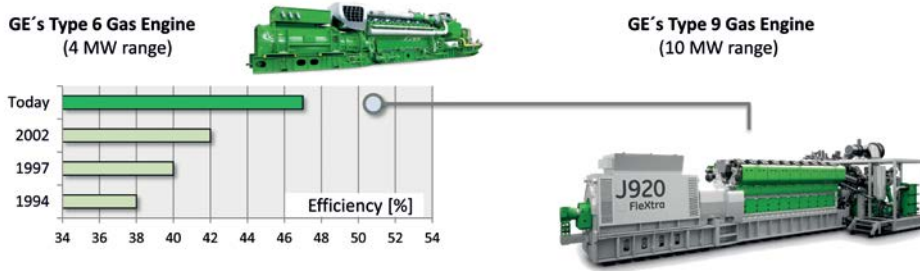


Abbildung 2:
Entwicklung des Wirkungsgrads von General Electric-Gasmotoren.

Figure 2:
Development in efficiency of General Electric's engines.

© Andreas Wimmer

kooperation von General Electrics mit der TU Graz sowie dem LEC ermöglicht wurde, dargestellt. Der elektrische Wirkungsgrad konnte dabei um etwa 10 Prozentpunkte auf über 47 Prozent gesteigert werden, was einer Kraftstoffverbrauchseinsparung von mehr als 20 Prozent entspricht. Mit den hubraumgrößeren Motoren der 10-MW-Klasse können bereits Wirkungsgrade über 50 Prozent realisiert werden. Damit hat der Gasmotor den Dieselmotor im Bereich Wirkungsgrad ebenso wie im Leistungsvermögen eingeholt.

and natural gas). Along with the excellent emissions behavior, this leads to greater use of gas engines.

Cutting-edge research

The gas engine still has drawbacks in terms of transient behavior, robustness and fuel flexibility, and the elimination of these flaws is one of the main elements of the research program of the COMET-K1 Center LEC EvoLET. The LEC EvoLET's international network of leading research institutions and industrial partners, the COMET research program and the infrastructure of TU Graz offer ideal conditions for conducting cutting-edge research in this area. ■

Dies ist auch aus Abbildung 3, die eine grundsätzliche Bewertung von Gas- und Dual-Fuel-Motoren (Motoren, die den wahlweisen Einsatz von Diesel und Erdgas ermöglichen) im Vergleich zum Dieselmotor darstellt, ersichtlich. Gemeinsam mit dem ausgezeichneten Emissionsverhalten führt dies zu einem verstärkten Einsatz von Gasmotoren.

| | | Performance | | | | Robustness | | |
|-------------------------|-------------|-------------|----------|---------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|
| | | Efficiency | Emission | Power Density | Load Response | Maintenance | Long Term Stability | Fuel Flexibility |
| Diesel Engine | | ○ | - | ++ | ++ | ++ | + | + |
| Gas Engine | | + | ++ | + | - | - | - | - |
| Dual Fuel Engine | Gas Mode | ○ | ○ | + | ○ | + | - | - |
| | Diesel Mode | -- | - | + | ++ | + | ○ | + |

Abbildung 3:
Bewertung von Gas-, Dual-Fuel- und Dieselmotoren.

Figure 3:
Basic evaluation of gas and dual-fuel engines.

© Andreas Wimmer

Spitzenforschung im Bereich Großmotoren

Nachteile für den Gasmotor bestehen noch im transienten Verhalten, in der Robustheit und in der Kraftstoffflexibilität. Deren Beseitigung stellt eine wesentliche Grundlage des Forschungsprogramms des COMET-K1-Zentrums LEC EvoLET dar. Das internationale Partnernetzwerk des LEC EvoLET mit weltweit führenden Forschungseinrichtungen sowie Industriepartnern, das COMET-Forschungsprogramm und die Infrastruktur an der TU Graz bieten ideale Rahmenbedingungen für Spitzenforschung in diesem Bereich. ■