

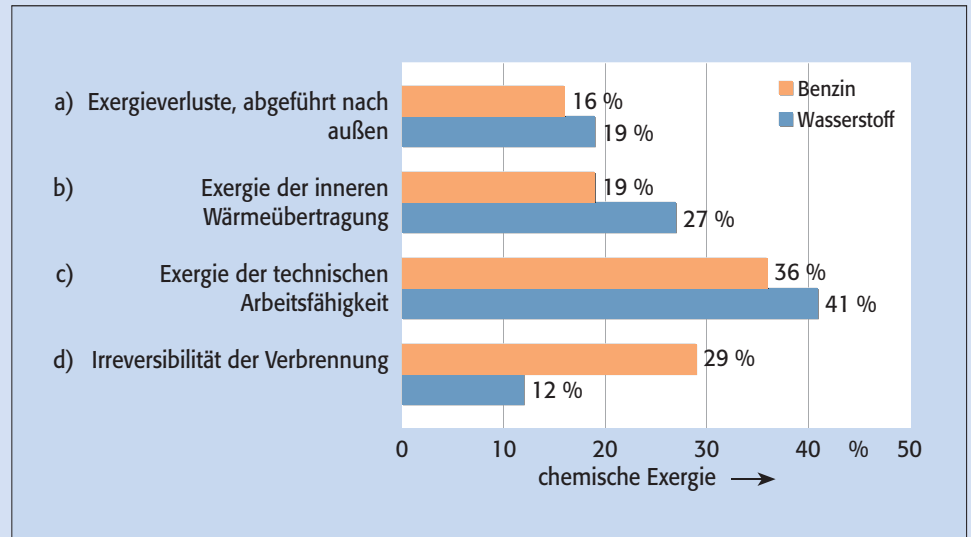
Neue Energietechnologien – zum Nachdenken

Verbrennungsmotoren mit Benzin oder Wasserstoff als Kraftstoff – ein Exergievergleich

Verbrennungsmotoren (VM) sind chemo-mechanische Energiewandler, sie wandeln die chemische Energie des Kraftstoffs in mechanische Energie der Kurbelwelle um (die ihrerseits – gegebenenfalls über ein Getriebe – Automobile antreibt oder elektrische Generatoren, Pumpen, Kompressoren usw.). Jede Energiewandlung zerlegt Energie in Exergie und Anergie. Per definitionem kann Exergie in jede beliebige andere Energieform umgewandelt werden, Anergie nicht. Es stellt sich die Frage, wie viel (unerwünschte Verlust-)Wärme (Anergie) der VM bereitstellt und wie viel technische Arbeitsfähigkeit an der Kurbelwelle (Exergie) – jeweils beim Benzin- und Wasserstoffmotor.

Für den Vergleich werden hier vorausgesetzt: Es handelt sich thermodynamisch um ein geschlossenes System; das Arbeitsmedium ist ein ideales Gas; es werden ausschließlich (dominierende) Konvektionsverluste betrachtet, die Wärmeabfuhr geschieht nur über das Kühlsystem des VM; es handelt sich um politrope Kompressions- und Expansionsvorgänge; die Ventile des VM öffnen/schließen am unteren/oberen Todpunkt des Kolbens; schließlich, die Verbrennung ist stöchiometrisch.

Das Bild zeigt die vier charakteristischen Beiträge zur VM-Totalexergie, jeweils aufgetragen über der chemischen Exergie des Kraftstoff/Luftgemischs: a) Exergieverluste, abgeführt nach außen, b) Exergie der inneren Wärmeübertragung, c) Exergie der technischen Arbeitsfähigkeit (an der Kurbelwelle) und schließlich d) die Irreversibilitäten der Verbrennung. Deutlich erkennbar ist, dass die drei Exergiebeiträge des Wasserstoff-



VMs größer sind als die des Benzinmotors, und dass die Irreversibilitäten des Wasserstoffmotors kleiner sind als die des Benzinmotors.

Zusammengefasst ist der Wasserstoff-VM mit gut 41 % exergetisch effizienter als der Benzin-VM mit knapp 36 %. Gründe liegen in der verminderten Kompressionsarbeit von Wasserstoff, höherer Kompressibilität sowie der sehr viel geringeren Irreversibilität der Verbrennung. Wenn auch die spezifische Arbeit des Wasserstoffmotors bei gleichem Hubraum kleiner ist als die des Benzinmotors, vergleichbare Leistung verlangt mithin höhervolumige Motoren.

Quelle: J. Nieminen, I. Dincer, Comparative exergy analysis of gasoline and hydrogen fuelled ICEs; Int'l J Hydrogen Energy 35 (2010) 5124 – 5132

(39667) www.itsHYtime.de