

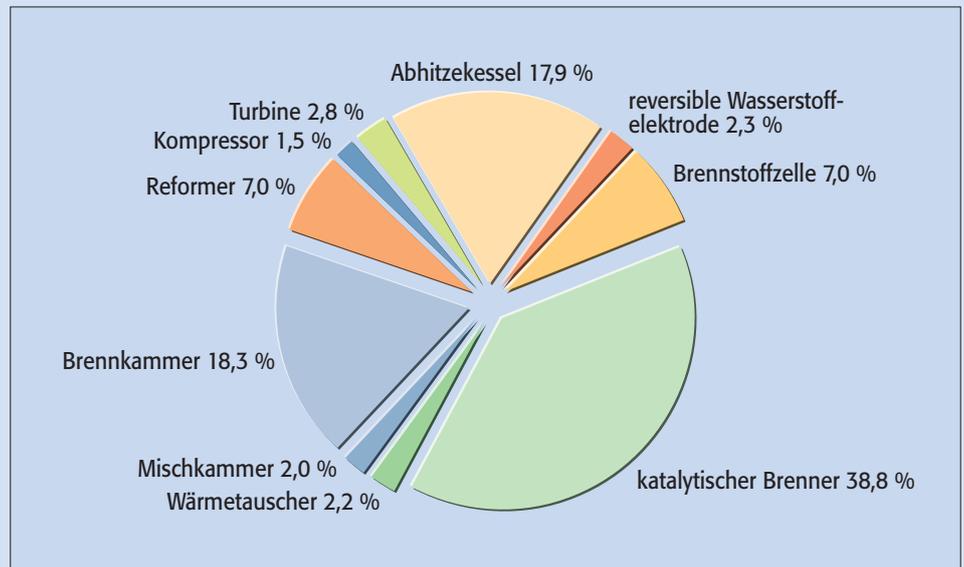
Neue Energietechnologien – zum Nachdenken

Effizienz

In der bevorstehenden nachnuklearen Zeit in Deutschland kommen den Energie- und Exergieeffizienzgewinnen überragende Bedeutung zu. Denn auch nach 250 Jahren moderner anthropogener Energienutzung hat der Energienutzungsgrad Deutschlands nur wenig mehr als 30 % erreicht, der Exgienutzungsgrad, der beschreibt, wie viel technische Arbeitsfähigkeit aus Energie gewonnen wird, sogar nur 15 %. Im Endeffekt wurde ein Wärmesystem geschaffen, das die weitaus überwiegenden Anteile der eingesetzten Energie nicht in technische Arbeitsfähigkeit (Exergie) umwandelt, sondern am falschem Ort zu falscher Zeit in Anergie mit Temperaturen, die niemandem Nutzen bringen: Energie = Exergie + Anergie.

Die allfälligen Irreversibilitäten der Kessel, Brennkammern, Wärmetauscher sowie der aerothermochemischen Umwandlung bei Durchgang durch die Anlage führen dazu, dass selbst die fossilen Kraftwerke mit den bewundernswerten elektrischen (exergetischen) Wirkungsgraden nahe 50 % die Hälfte der Energie in die Umwelt entlassen (sollte kein Nutzer in der Nähe sein, der diese entlassenen Mengen samt Temperaturen in seine Produktion aufnimmt). Vergleichbares gilt für die mit 10 bis 15 % Exergiewirkungsgrad miserablen Boiler der Hausenergiesysteme, die den Umweg über eine Flammentemperatur von bis zu 1 000 °C gehen müssen, um letztlich die simplen Vorlauftemperaturen von 50 bis 70 °C der Raumheizkörper bereitzustellen. Den Verbrennungsmotoren der Automobile geht es nicht anders, sie machen zunächst Wärme und erst danach Vortriebsenergie, der exergetische Wirkungsgrad von 25 bis 40 % (Diesel) ist folglich mäßig. Das *Bild* zeigt zur Illustration den Exergieverlust (exergy destruction) einer aus Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle und Gasturbine bestehenden, biogasversorgten Kombianlage: Deutlich zu sehen sind die hohen Verluste im katalytischen Brenner, im Abhitzeessel (HRSG heat recovery steam generator) sowie in der Brennkammer.

Es geht um die Exergetisierung des Energiesystems, um den Wechsel vom Wärmesystem, das auch ein wenig technische Arbeitsfähigkeit bereitstellt, hin zur Maximierung technischer Arbeitsfähigkeit und der parallelen Bereitstellung von Wärme – jetzt aber der »richtigen«, vom Markt nachgefragten Temperatur am Ort des Nutzers. Das mag auf dem Weg der Weiterentwicklung des überkommenen Systems gehen, der aber heute be-



reits asymptotisch nur mehr inkrementale Verbesserungen verspricht. Denn die immer höheren Temperaturen, etwa von Turbinen, in der Kraftwerkstechnik verlangen Werkstoffe, deren Herstellung außergewöhnliche Herausforderungen bietet; oder die physikalische Chemie der instationären Verbrennung in den Zylindern der Motoren lässt nur mehr sehr kleine Potenziale zu.

Was bevorsteht ist ein Systemwechsel. Hin zu latenten (vorhandenen, aber bisher verborgenen und folglich ungenutzten) Energietechnologien. Hierher gehört, Kohle in Kraftwerken nicht zu verbrennen, sondern zu CO und H₂ zu vergasen, das CO in der Shift-Reaktion in CO₂ umzuwandeln, dadurch mehr H₂ zu generieren, das dann in exergetisch hocheffizienten Kombianlagen aus Hochtemperaturbrennstoffzelle, Gasturbine und Dampfturbine verstromt wird. Hierher gehören ferner die wasserstoffversorgten Niedertemperaturbrennstoffzellen im Auto oder als Ersatz für den Boiler, beide erzeugen exergetisch effizient Strom, und die Temperatur der Restwärme entspricht just den Vorlauftemperaturen der Heizkörper des Hauses. Wasserstoff, ob pur oder aus Erdgas reformiert, ist für den Systemwechsel konstitutionell.

Bildquelle: R. S. El-Erman, I. Dincer: Energy and exergy analyses of a combined molten carbonate fuel cell – gas turbine system, Int'l J Hydrogen Energy 36 (2011), p. 8927 – 8935, doi:10.1016/j.ijhydene.2011.04.228

(40968) www.itsHYtime.de