

Zusammenfassung

Mit dem Versprechen einer umweltfreundlichen und effizienten Stromerzeugung werden Brennstoffzellentechnologien seit der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts erforscht.

Die technische Entwicklung verlief jedoch nicht gradlinig und führte zu unterschiedlichen Anwendungsschwerpunkten, die von der Raumfahrt über den Einsatz in Straßenfahrzeugen bis hin zu einem heute sehr breiten Einsatzspektrum in den Bereichen Energie und Verkehr reichen. Vor dem Hintergrund der aktuell stattfindenden Transition des Energiesystems wurden in diesem Statusreport der aktuelle Stand qualitativ analysiert und zukunftsweisende Anwendungsbereiche herausgearbeitet.

Die absehbare Dominanz von elektrischer Energie aus erneuerbarer Stromerzeugung macht saisonale Wasserstoffgroßspeicher und kurzfristig agierende Batteriespeicher zur Netzabsicherung notwendig. Das Stromnetz wird über deutlich höhere überregionale Transportkapazitäten verfügen und in der dezentralen Energieversorgung wird es verstärkt auf Flexibilität und Effizienz ankommen. Einer direkten Stromnutzung ist daher im Normalfall der Vorrang zu gewähren. Zukünftig notwendige Energieimporte beruhen verstärkt auf Wasserstoff und dessen Derivaten. Wenn wettbewerbsfähige Preisniveaus erreicht werden, kann von einer Verfügbarkeit von Wasserstoff als *Commodity* ausgegangen werden. Entsprechende Infrastrukturen sind derzeit im Aufbau. Brennstoffzellensysteme weisen daher mit ihrem hohen elektrischen Wirkungsgrad und gutem Teillastverhalten ein

hohes Anwendungspotenzial auf. Im Wettbewerb mit alternativen Technologien wird der tatsächliche Einsatz jedoch eine Funktion von Gesamtwirkungsgraden und Systemkosten sein.

Die Analyse der Anwendungsbereiche von Brennstoffzellen ergab ein heterogenes Bild: Einem breiten Spektrum an Einsatzoptionen in den Sektoren Energie und Verkehr steht eine nur begrenzte Verfügbarkeit in den jeweiligen Märkten gegenüber. Mögliche Ursachen dafür dürften in bisher nicht vollständig überzeugenden Produkten sowie starken und etablierten Wettbewerbstechnologien liegen. Darüber hinaus haben sich die aus der Energiesystemtransition resultierenden Anforderungen eventuell noch nicht in konkreten Spezifikationen für geeignete Systemtopologien und zugehörigen Komponenten niedergeschlagen. Aufgrund ihrer technologiespezifischen Eigenschaften können Brennstoffzellen zur Stabilisierung und Absicherung von Verteilnetzen beitragen – sowohl in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) im Wohn- und Gewerbeumfeld und in der Versorgung von Rechenzentren als auch in der kleinskaligen Rückverstromung. Im Verkehr ist der Einsatz von Brennstoffzellen in Bussen und Lkw sinnvoll; die Marktanteile batterieelektrischer Anteile dominieren jedoch. Zukunftsweisende Einsatzoptionen bestehen außerdem in der Stromversorgung an Bord von Schiffen und Flugzeugen, entweder für den Hauptantrieb oder zur Bordstromversorgung. Aufgrund der Umstellung der Energieversorgung zu kohlenstofffreien Kraft- und Brennstoffen ist zukünftig überwiegend von einem direkten Wasserstoffbetrieb auszugehen. Trotz der aktuell herausfordernden Situation für das Thema „Brennstoffzelle“ sehen die Autoren daher für die Technologien der Brennstoffzelle gute Aussichten für einen zukünftig verstärkten Einsatz für die umweltfreundliche sowie effiziente Stromerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung.

Inhalt

Zusammenfassung	1
1 Hintergrund und Zielsetzung	3
1.1 Historie	3
1.2 Herausforderungen der Energiewende	4
2 Brennstoffzellen im zukünftigen Energiesystem	7
2.1 Optionen und Herausforderungen	7
2.2 Rückverstromung	8
2.3 Kraft-Wärme-Kopplung	8
2.4 Off-Grid-Anwendungen	9
2.5 Schienen- und Straßenverkehr	10
2.6 Schifffahrt	11
2.7 Luftfahrt	12
2.8 Fazit	12
3 Brennstoffauswahl und infrastrukturelle Passfähigkeit	14
Autorenteam aus dem VDI/VDE-Fachausschuss Wasserstoff und Brennstoffzellen	16
Schrifttum	17