

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>Die Polymerelektrolytbrennstoffzelle (Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle) ist eine Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle. Die Membran ist beidseitig mit einer katalytisch aktiven Elektrode beschichtet, einer Mischung aus Kohlenstoff und einem Katalysator (meistens Platin, eine Mischung aus Platin und Ruthenium, Platin und Nickel oder Platin und Cobalt). H₂-Moleküle dissoziieren auf der Anodenseite und werden unter Abgabe von zwei Elektronen zu je zwei Protonen oxidiert. Diese Protonen diffundieren durch die Membran (nur für positive Wasserstoffionen durchlässig). Auf der Kathodenseite wird Sauerstoff durch die Elektronen, die zuvor in einem äußeren Stromkreis elektrische Arbeit verrichten konnten, reduziert; zusammen mit den durch den Elektrolyt transportierten Protonen entsteht Wasser. Um die elektrische Arbeit nutzen zu können, werden Anode und Kathode an den elektrischen Verbraucher angeschaltet. Eine solche Einheit wird als Stack bezeichnet. Für die gute Verteilung der Gasströme werden Bipolarplatten genutzt. Mehrere Stacks werden u.a. über Interkonnektoren zusammengeschlossen. Der elektrische Wirkungsgrad beträgt je nach Arbeitspunkt etwa 60 Prozent. Als Elektrolyt dient dabei normalerweise eine feste Polymermembran, beispielsweise aus Nafion. Die Betriebstemperatur liegt im Bereich von 60 bis 120 °C, wobei für den kontinuierlichen Betrieb bevorzugt Temperaturen zwischen 60 und 80 °C gewählt werden.</p>
Speichercharakteristika	<p>Da Brennstoffzellen an sich keine Energiespeicher sind, sondern nur Energiewandler, muss, was die Speicherkenndaten angeht, das Gesamtsystem betrachtet werden. Weiters ist zu beachten, dass Energiedichte und Leistungsdichte in Wh/kg bzw. W/kg typische Werte für Batterien sind; bei der Elektrolyse/Bz werden diese Werte normalerweise nicht angegeben, da sie sehr stark vom jeweiligen System und der Nutzung abhängig sind. Falls dennoch ein Wert gefordert ist, bieten sich hier die Werte von Wasserstoff an: 33,3 kWh/kg DOE 2020-Dokument: 0,65 kW/L; 0,65 kW/kg</p>

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Subsysteme	<p>Ladezeit beträgt derzeit unter 3 Minuten (SAE J2601). Es besteht bei der 700 Bar Gasflasche keine Selbstentleerung.</p> <p>Subsysteme als solches gibt es keine. Es existieren aber unterschiedliche Arten von Brennstoffzellen, wie z.B.: die Alkalische Brennstoffzelle. In der Regel wird eine wässrige Kaliumhydroxid-Lösung als Elektrolyt verwendet. Entsprechend dem pH-Wert des Elektrolyten wird die Zelle als alkalische Brennstoffzelle bezeichnet. Als Brenngas dient ebenfalls Wasserstoff, der der Anode zugeführt und dort zu H⁺ oxidiert wird. Zusammen mit OH⁻-Ionen, die an der Kathode durch Reduktion von Sauerstoff gebildet werden und über den Elektrolyten zur Anode gelangen, bildet sich an der Anode als Reaktionsprodukt Wasser, welches ständig abgeführt werden muss. Die Arbeitstemperatur der Zelle liegt bei 60–120 °C. Im Vergleich zur PEMFC hat die AFC eine geringere Leistungsdichte, aber aufgrund der höheren Zellenspannung einen etwas besseren Wirkungsgrad. Sie erreicht jedoch zurzeit nicht die hohen Stromdichten einer PEMFC. Der Elektrolyt dient gleichzeitig zur Temperaturregelung des Stacks, womit kein weiterer Kühlkreislauf notwendig ist.</p>
Referenzen/Links	<p>Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik: Erzeugung, Speicherung, Anwendung (ATZ/MTZ-Fachbuch) Gebundene Ausgabe – 13. April 2012 von Helmut Eichlseder (Autor), Manfred Klell (Autor)</p> <p>Wasserstoff und Brennstoffzellen. von Sven Geitmann</p> <p>Erneuerbare Energien und Alternative Kraftstoffe - Mit neuer Energie in die Zukunft? von Sven Geitmann</p> <p>Wasserstoff und Wirtschaft - von Alf-Sibrand Rühle, Sven Geitmann</p>

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
	<p>Fuel Cell Technology Handbook von Martin G. Hogarth, David Thompsett, Charles Richard Stone, Gregor Hoogers</p> <p>Energierévolution Brennstoffzelle. Perspektiven - Fakten - Anwendungen. von M. Pehnt</p> <p>Brennstoffzellen: Entwicklung, Technologie, Anwendung von Konstantin-Hey Ledjeff, Falko Mahlendorf, Jürgen Roes</p> <p>Brennstoffzellentechnik von Peter Kurzweil</p> <p>Handbook of Fuel Cells - Fundamentals, Technology, Applications von Wolf Vielstich, Arnold Lamm und Hubert Gasteiger</p> <p>Auslegung von Brennstoffzellenanlagen von W. Winkler</p> <p>Brennstoffzellen-Technologie. Hoffnungsträger für den Klimaschutz. von Dagmar Oertel, Torsten Fleischer</p> <p>Fuel Cells and their applications von Karl Kordes, Günter Simader</p> <p>Energie der Zukunft. Die Ballard Brennstoffzelle und der Weg zum sauberen Elektroauto. von Tom Koppel</p>
Technologiereifegrad	7 bzw. schon am Markt (9) (Hyundai, Toyota, Honda, etc.) TRL 7 soll nur den Stand im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug angeben. Heute findet noch Forschung im Bereich Effizienzsteigerung, Beständigkeit,

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
	Lebensdauererhöhung und Kostenreduktion statt. Die genaueren Maßnahmen und die möglichen Forschungsfragen sind im Abschlussbericht zusammengefasst.
TRL (Technology Readiness Level)	7 - 9
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HÖS=1)	mobile Anwendung
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	Ladefähigkeit: < 3 min. (SAE J2601)
Energiedichte (Wh/kg)	Wasserstoffgas (700 bar): 1,855 Wasserstoff: 33,3 kWh/kg
Leistungsdichte (W/kg)	FC (DOE 2020): 0,65 kW/L; 0,65 kW/kg
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	keine
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	FC (DOE 2020): 65%
Kalendarische Lebensdauer (a)	> 15 Jahre
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	> 20.000
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	FC (DOE 2020): <40 \$/kW H2 Tank: <10 \$/kW
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	mittel
Ökol. Performance (CO2-Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	Treibhauspotential [kg CO2-Äqu.] sehr stark abhängig von Strominput Edelmetalleinsatz (F&E Fokus)
Recyclingfähigkeit	Pt-Recycling möglich. Second Life nicht relevant
Absatz, erwartet	Weltweit (2014): 50.000 (stationär & mobil) Österr. 2015: 6 FCEV erwartet für 2016: 35 - 50 FCEV
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	OMV: H2-Produktion Fronius: Produktion FC für industrielle Anwendungen (z.B Gabelstapler) Linde: Tankstellen-Produktion Plansee: Bipolarplatten, Interkonnektoren Magna: H2-Tanks AVL: Entwicklungsdienstleister automotive und stationäre FC Systeme; Produktion Komponenten Miba, Proionic: H2 Speichermaterial Miba: Beschichtungstechnologie für metall. BPP
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzurückzuspeisung) (J/N)	Back-up Power / USV: Anwendung im Bereich Telekom (Tetranetze mit langer Backup Zeit)

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	W bis MW Scale möglich
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	Ja
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	siehe DOE Targets
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	Buch: Brennstoffzellentechnik: Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	60 - 80°C / -30°C bis +45°C
Materialien (Zellchemie)	Katalysatormaterialien sind vor allem Pt (bzw. Gemisch aus Pt und Ni oder Co) als Katalysator. (Mengenreduktion wurde vorwiegend über Strukturierung der Pt Katalysatoren erreicht); Sulfoniertes Tetrafluorethylen-Polymer für die Membran
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	Pt: Verfügbar, aber teuer, daher wird versucht zu substituieren. Derzeitige FC-Autos haben nicht mehr Pt in der Zelle als ein herkömmlicher Diesel im Katalystor (laut Toyota bei der A3PS-Konferenz) Restliche oben erwähnte Materialien leicht und billig zu erwerben. Metallische Bipolar Platte aus zB.316 L mit 0,1 mm Dicke ermöglicht starke Kostenreduktion.
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	Elektronik ist wichtige Integrationstechnologie für Leistung, Steuerung (Lebensdauer), Sicherheit
Infrastruktur (F&E Bedarf)	Stückzahlmarkt erforderlich, um stabile Lieferantenstrukturen für Komponenten zu etablieren und Kosten zu senken. Forschungsbedarf parallel zur Marktentwicklung auf allen Ebenen, um Performance zu steigern und Kosten weiter zu senken; Marktbarrieren wie Mangel an HRS, legislative Benachteiligungen durch Unwirksamkeit der Vorteile (Emissionsfreiheit, CO2 Einsparung, etc.) aufheben
Problembereiche	Initialmarkt in Europa für Stabilisierung der Wertschöpfungsketten und Technologiereifung (Kostensenkung, Lebensdaueroptimierung, etc.); für mobile Anwendungen ist ausreichende Anzahl HRS erforderlich; Pilotprojekte zur Darstellung und Kommunikation der technolog. Vorteile; Abbau von legislativen Barrieren für Emissionsfreie Technologien und

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
	Aufbau von legistischen Barrieren für gesundheitsschädigende, herkömmliche Technologien