

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>Eine mit Wasserdampf betriebene Hochtemperaturelektrolysezelle (solid oxide electrolyser cell – SOEC) zerlegt mit Hilfe von elektrischem Strom Wassermoleküle in Sauerstoff und Wasserstoff und stellt damit eine Umkehrung der Hochtemperaturbrennstoffzelle dar. Die Betriebstemperaturen liegen im Bereich von 700°C-1.000°C. Dabei kann die für den Betrieb benötigte Energie vollständig elektrisch zugeführt (thermoneutrale bzw. exotherme Betriebsweise) oder zu einem signifikanten Anteil auch als Wärme bereitgestellt werden (endotherme Betriebsweise), wodurch Wirkungsgrade von über 85% dargestellt werden können. Anode und Elektrolyt bestehen aus elektrisch leitenden Oxidkeramiken, die Kathode aus einem Keramik-Metall-Verbund mit Nickel als metallischer Komponente. Durch die hohen Betriebstemperaturen ist der Einsatz von teuren Edelmetallen als Katalysatoren nicht erforderlich.</p>
Speichercharakteristika	<p>Die SOEC selbst ist kein Energiespeicher sondern ein Energiewandler, welcher elektrische Energie in chemische Energie in Form von Wasserstoff oder durch nachfolgende Syntheseschritte in Kohlenwasserstoffen wie z.B. Methan umwandelt (Power-to-Gas – P-t-G). Die Themenbereiche Speicherung und Transport des durch Elektrolyse erzeugten Wasserstoffs sind Gegenstand der Wasserstofftechnologie.</p>
Subsysteme	<p>Neben der reinen Wasserelektrolyse kann eine SOEC aufgrund der hohen Betriebstemperaturen prinzipiell auch mit einem Gemisch aus Wasserdampf und Kohlendioxid betrieben werden (Ko-Elektrolyse). Dabei entsteht ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid (Synthesegas), welches in nachgeschalteten Prozessen zu Kohlenwasserstoffen weiterverarbeitet werden kann.</p>
Referenzen/Links	<p>FFG-Projekt HydroCell: https://www.klimafonds.gv.at/assets/ScienceBrunch/Praesentationen-newton2/HydroCellScience-Brunch-22-09-2014Master-newtonfinal.pdf</p> <p>EU-Projekt RELHY: http://cordis.europa.eu/result/rcn/53710_en.html</p>

Kenngroße	Ausgewählter Speicher
	<p>EU-Projekt HI2H2: http://cordis.europa.eu/result/rcn/47795_en.html http://www.hi2h2.com/</p> <p>FCH-JU-Projekt ADEL: http://www.adel-energy.eu/</p> <p>FCH-JU-Projekt HELMETH: http://www.helmeth.eu/index.php/technologies/high-temperature-electrolysis-cell-soec</p>
Technologiereifegrad	<p>Der Technologiereifegrad wird mit 3-4 angegeben. Der prinzipielle Funktionsnachweis von Hochtemperaturelektrolysezellen wurde bereits auf Zell- und Stackebene erbracht. Forschung und Entwicklung können dabei auf bereits bestehendes Know-how aus dem Bereich der Festelektrolytbrennstoffzellen aufbauen, die Degradationsmechanismen unterscheiden sich jedoch zum Teil deutlich von jenen der Brennstoffzellen.</p>
TRL (Technology Readiness Level)	3 - 4
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HöS=1)	5 - 7
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	langsam - mittel
Energiedichte (Wh/kg)	k.A.
Leistungsdichte (W/kg)	0.1 - 1 kW/kg
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	keine Selbstentladung
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	bis zu 90%
Kalendarische Lebensdauer (a)	< 5.000 Stunden
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	Kenngroße für Batterien - für Elektrolyse so nicht anwendbar!
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	<p>IK 1.000 - 2.000 €/kW (System)</p> <p>BK 0.01 - 0.1 €/kWh H2</p>
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	hoch
Ökol. Performance (CO2-Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	<p>H2O/CO2 – Ko-Elektrolyse prinzipiell möglich, Zellkomponenten enthalten Seltene Erden</p>
Recyclingfähigkeit	ev. Rückgewinnung Seltener Erden

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
Absatz, erwartet	unbekannt
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	kein SOFC/SOEC-Stackhersteller in Ö
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzzückzuspeisung) (J/N)	N
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	kW-MW
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	J
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	Lebensdauer 40.000 - 90.000 Stunden
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	<p>"Power to Gas – eine Systemanalyse, Markt- und Technologiescouting und -analyse", Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz (2014). "Electrical Energy Storage Using Fuel Cell Technology", University of Pennsylvania - Department of Chemical & Biomolecular Engineering (2011). "Development of Water Electrolysis in the European Union", E4tech Sàrl with Element Energy Ltd for the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (2014)</p> <p>"planSOEC: R&D and commercialization roadmap for SOEC electrolysis, R&D of SOEC stacks with improved durability", Topsoe Fuel Cell A/S (2011) M. Ni et al., International Journal of Hydrogen Energy, 33 (2008) 2337. Brett et al., International Journal of Hydrogen Energy, 36 (2011) 5782. E. Wachsman et al., Energy & Environmental Science, 5 (2012) 5498.</p>
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	700°C - 1.000°C
Materialien (Zellchemie)	<p>Zellkomponenten: oxidische Elektrokeramiken mit Elementen aus der Reihe der Seltenen Erden, Erdalkalimetalle und Übergangsmetalle</p> <p>Interkonnektoren: ferritische Edelstähle bzw. Chrombasislegierungen</p>
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	<p>Seltene Erden: La, Y, Sc, Ce, Gd Erdalkalimetalle: Sr (Ca, Ba) Übergangsmetalle: Mn, Fe, Co, Ni, Zr, Cr</p> <p>China ist gegenwärtig Hauptexporteur von Seltenen Erden und nutzt diese Vormachtstellung strategisch.</p>
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	eher nein

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
Infrastruktur (F&E Bedarf)	Speicherung und ev. Rückverstromung bzw. Weiterverarbeitung (z.B. Methanisierung) des erzeugten Wasserstoffs
Problembereiche	Technologie ist noch zu teuer, Degradationsraten sind zu hoch (ca. Faktor 10 über jenen von SOFCs), dementsprechend die Lebensdauer zu gering