

Biowasserstoff

Fakten	Eigenschaften		Bewertung		Chemische Zusammensetzung	Marktreife
	Aggregatzustand:	gasförmig			H ₂	
	Dichte:	0,08–0,09 kg/m ³				
	Siedetemperatur:	-252,8 °C				
	Heizwert:	120 MJ/kg				
	Energiedichte:	0,010–0,011 MJ/l				
		H-H				
Herstellung	Quelle	Prozessschritte			Produkt	
	Biomasse (1G, 2G)	<ul style="list-style-type: none"> • Dampfreformierung • Vergasung • Photolyse • Fermentation (Dunkelreaktor) 			Wasserstoff	
Anwendungen	Aktuell		In Zukunft			
	<ul style="list-style-type: none"> • 2007 wurden 600 Mrd. m³ Wasserstoff (fossil) produziert aber fast ausschließlich stofflich genutzt • <u>Stoffliche Nutzung</u>: Zur Ammoniak-Produktion, in der (Petro-)Chemischen Industrie und Elektronikindustrie • <u>Energetische Nutzung</u>: Bisher nur im Verkehr (Kleinserien-Brennstoffzellen Fahrzeuge) aber <1 % des produzierten Wasserstoffs • Die Produktion von regenerativem Wasserstoff ist noch zu teuer 		<ul style="list-style-type: none"> • Es wird ein Nachfrageanstieg von Wasserstoff erwartet • Die Entwicklung wird durch relativ hohe Produktionskosten und einer schlechten Infrastruktur begrenzt • Energetische Nutzung: Verkehr (Brennstoffzellen) und Wärme (Beimischung ins Erdgasnetz <10%, Erzeugung von Prozesswärme) • Nutzung zur Herstellung von allen synthetischen Kraftstoffen • Förderung des Baus von Wasserstofftankstellen in Deutschland 			

Quellen: /LUBW-01 07/, /FNR-01 15/, /FHS-01 14/, /GHFCA-01 16/, /FEAS-01 16/

Kriterium	Biowasserstoff	Quellen
Energiedichte	<ul style="list-style-type: none"> Dichte im flüssigen Zustand: 0,071 kg/l; Heizwert: 120 MJ/kg → 8,5 MJ/l 	/FHS-01 14/ /LUBW-01 07/
Technologie-Reifegrad	<ul style="list-style-type: none"> Verschiedene Umwandlungspfade existieren; alle befinden sich in der Konzeptentwicklung oder in der frühen Forschungsphase; Linde betreibt eine Anlage zur Herstellung von Wasserstoff aus Glycerin, in der es aber eher um die technische Machbarkeit geht; → die Technologie ist noch nicht nachgewiesenermaßen erprobt; → 2 	/FEAS-01 16/ /LIN-01 17/
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Beimischung zu Erdgas/Methan im einstelligen Prozentbereich ohne Anpassungen möglich; Extrem hohe Aufwendungen für Aufbau einer Infrastruktur (ca. 4 Mal so hoch wie andere EBS) inkl. Tankstellennetz, Speichersysteme: knapp 8 Mrd. Dollar; Zusätzlich aufwändiges Tanksystem und Brennstoffzellen in Autos; 	/DVGW-03 13/ /LUBW-01 07/ /UKHEN-01 00/ /SPR-04 12/ /FEAS-01 16/
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> Sehr viele verschiedene Herstellungsprozesse möglich (alle in der frühen Entwicklung); Wirkungsgrad von bis zu 72 % (über Biomassevergasung); H₂ aus Erdgas wird noch lange effizienter bleiben; Ausgangsstoffe für Vergasung: Biomasse 1G, 2G; Speicherung nötig (Druck, flüssig, chemisch); Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion kann umgangen werden; 	/LUBW-01 07/ /FVS-01 04/ /FEAS-01 16/ /KIT-04 10/ /IEA-07 14/
Gestehungskosten	<ul style="list-style-type: none"> Wenig verlässliche Daten; Zwei ältere Studien prognostizieren Kosten von ca. 1,0 bis 2,4 ct/MJ; Durchschnitt: 1,7 ct/MJ; Vergleich: H₂ aus Erdgas: ca. 0,6 - 1,2 ct/MJ; Von Rohstoffkosten und Anlagengröße abhängig; 	/SSE-01 10/ /FEAS-01 16/ /IEA-07 14/
Zielvorgaben der Politik	<ul style="list-style-type: none"> Bis 2023 sollen 400 Wasserstoff Tankstellen in Deutschland verfügbar sein (Förderung des BMVI: 20 Mio. €); Ab 2018 jährlich 80 Mio. € des BMVI um Wasserstoff und Brennstoffzellen im Verkehr bis 2026 wettbewerbsfähig zu machen; In den USA haben sehr viele Staaten Programme zur Förderung von Wasserstoff und Brennstoffzellen (in Form von Krediten, Steuerbefreiungen, etc.); Förderprogramme der Regierung und der EU nur für Wasserstoff und Brennstoffzellen, keine Förderung von Wasserstoff aus Biomasse ersichtlich; 	/BREG-01 17/ /BMVI-03 16/ /FCHEA-01 14/ /WIE-01 15/

Marktpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Wasserstoffproduktion weltweit: 5,4 EJ; • In allen Sektoren nutzbar (auch PW), Speicherung von Strom, stoffliche Nutzung auch von großer Bedeutung; bestehende Absatzmärkte; • Weltweit wird ein jährlicher Anstieg der Wasserstoffnachfrage von 5 - 7 % erwartet; • In deutschen Szenarien: Anteil im Erdgasnetz 2030: ca. 1 - 8 %, 2050: ca. 11 - 23 %; • Im Verkehr (Brennstoffzellen und Verbrennungsmotor möglich) aber Henne-Ei-Problem, Flugverkehr wohl kein Einsatz; • Viele sehen Wasserstoff als den dominanten Energieträger der Zukunft; Seit 40 Jahren wird mittelfristig ein Durchbruch prognostiziert; • Erst langfristig wirtschaftlich attraktiv; 	/DLR-03 02/ /SPR-05 16/ /FEAS-01 16/ /GHFCA-01 16/ /FHS-01 14/ /DVGW-03 13/ /HILG-01 16/ /LUBW-01 07/ /RVB-01 15/ /ÖKO-03 13/
Treibhausgas-emissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Kaum Werte vorhanden; • Laut einer älteren Quelle ca. 20 gCO₂-Äq/MJ; • Linde berichtet von 80 % Einsparung zur fossilen Wasserstoffproduktion; 	/DLR-03 02/ /LIN-01 17/
Toxizität	<ul style="list-style-type: none"> • Keine toxische oder schädigende Wirkung; • Keine Schadstoffemissionen außer Stickoxide, die aber verhindert werden können; 	/FHS-01 14/ /LUBW-01 07/ /FEAS-01 16/
Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> • "Hindenburg-Syndrom": Wasserstoff wird oft als gefährlich beschrieben; • Aber viele Studien belegen, dass der sichere Umgang mit Wasserstoff möglich ist, und dass die Gefahren nicht größer sind wie beim Umgang mit Benzin, Erdgas, etc.; • Einführung im Verkehr: evtl. Bedenken bzgl. Technik (Tanken, Reparatur, Sicherheit); • Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion kann umgangen werden; • THG-Emissionen: ca. 20 gCO₂-Äq/MJ; • Nicht toxisch; 	/DWV-01 00/ /RVB-01 15/ /FEAS-01 16/

Literatur:

- BMVI-03 16** Fortsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP). Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2016
- BREG-01 17** Bundesregierung - Verkehr in: www.bundesregierung.de (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6plnmmV2e>. Berlin: Bundesregierung, 2017
- DLR-03 02** Nitsch, Joachim; Fishedick, Manfred: Eine vollständig regenerative Energieversorgung mit Wasserstoff – Illusion oder realistische Perspektive?. Stuttgart: DLR-Institut für Technische Thermodynamik , 2002

- DVGW-03 13** Krause, Hartmut; Wersch, Matthias; Franke, Steffen; Giese, Anne; Benthin, Jörn; Dörr, Holger: Abschlussbericht Untersuchungen der Auswirkungen von Gasbeschaffenheitsänderungen auf industrielle und gewerbliche Anwendungen. Bonn: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., 2013
- DWV-01 00** Bain, Addison; Schmidtchen, Ulrich: Afterglow of a Myth - Why and how the "Hindenburg" burnt. Berlin: Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellenverband (DWV), 2000
- FCHEA-01 14** Overview of State Support and Policies for Fuel Cells and Hydrogen. Washington, D.C., USA: Fuel Cell and Hydrogen Energy Association, 2014
- FEAS-01 16** Rosen, Marc A.; Koohi-Fayegh, Seama: The prospects for hydrogen as an energy carrier: an overview of hydrogen energy and hydrogen energy systems in: Energy, Ecology, and the Environment (2016) 1(1):10–29. Oshawa, Kanada: Faculty of Engineering and Applied Science, University of Ontario Institute of Technology, 2016
- FHS-01 14** Lehmann, Jochen; Luschtinetz, Thomas: Wasserstoff und Brennstoffzellen - Unterwegs mit dem saubersten Kraftstoff in: Technik im Fokus. Stralsund: Fachhochschule Stralsund, 2014
- FNR-01 15** Basisdaten Bioenergie Deutschland 2015. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2015
- FVS-01 04** Schnurnberger, Werner; Janßen, Holger; Wittstadt, Ursula: Wasserspaltung mit Strom und Wärme in: FVS Themen 2004. Berlin: Forschungsverbund Sonnenenergie, 2004
- GHFCA-01 16** Töpler, Johannes; Lehmann, Jochen: Hydrogen and Fuel Cell - Technologies and Market Perspectives. Berlin: German Hydrogen and Fuel Cell Association, 2016
- HILG-01 16** Hilgers, Michael: Alternative Antriebe und Ergänzungen zum konventionellen Antrieb. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2016
- IEA-07 14** Karatzos, Sergios; McMillan, James D.; Saddler, Jack N.: The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels. Canada: IEA Bioenergy, 2014
- KIT-04 10** Dinjus, Eckhard; Dahmen, Nicolaus: Das Bioliq-Verfahren - Konzept, Technologie und Stand der Entwicklung in: Motortechnische Zeitschrift. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie, 2010
- LIN-01 17** Umweltfreundlicher Wasserstoff aus Biomasse in: http://www.linde-engineering.com/de/innovations/green_hydrogen_from_biomass/index.html (Abruf: 27.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pHEZGWqT>. Dresden: Linde AG - Engineering Division, 2017
- LUBW-01 07** Schaub, Georg; Pabst, Kyra; Lüft, Markus; Velji, Armin: Neuartige Kraftstoffe und zukünftige Abgasemissionen bei Kraftfahrzeugen – eine Übersicht. Karlsruhe: Universität Karlsruhe, 2007

- RVB-01 15** Bargende, Michael: Erdgas und erneuerbares Methan für den Fahrzeugantrieb - Wege zur klimaneutralen Mobilität. Bad Wimpfen: Richard van Basshuysen, 2015
- SPR-04 12** Meyers, Robert A.: Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Berlin Heidelberg: Springer, 2012
- SPR-05 16** Soccol, Carlos Ricardo; Brar, Satinder Kaur; Faulds, Craig; Ramos, Luiz Pereira: Green Fuels Technology - Biofuels. Schweiz: Springer, 2016
- SSE-01 10** Balat, Havva; Kirtay, Elif: Hydrogen from biomass - Present scenario and future prospects. Trabzon, Türkei: Sila Science & Energy Company, University Mah, Trabzon, Turkey, 2010
- UKHEN-01 00** Jones, Stuart: Hydrogen Distribution and Transmission. Warrington, UK: UK Hydrogen Energy Network, 2000
- WIE-01 15** Wietschel, Martin et al.: Energietechnologien der Zukunft - Erzeugung, Speicherung, Effizienz und Netze. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015
- ÖKO-03 13** Kasten, Peter; Blanck, Ruth; Loreck, Charlotte; Hacker, Florian; Forin, Silvia: Strombasierte Kraftstoffe im Vergleich – Stand heute und die Langfristperspektive - Working Paper. Freiburg: Öko-Institut e.V , 2013