

Bioethanol 2G

Fakten	Eigenschaften		Bewertung		Chemische Zusammensetzung	Marktreife
	Aggregatzustand:	flüssig			C_2H_5OH	
	Dichte (bei 15 °C):	790 kg/m ³			$ \begin{array}{c} H_2 \\ \\ H_3C - C - OH \end{array} $	
	Siedetemperatur:	78,5 °C				
	Heizwert:	27 MJ/kg				
Energiedichte:	21 MJ/l					
Herstellung	Quelle	Prozessschritte			Produkt	
	Biomasse (2G)			Bioethanol		
Anwendungen	Aktuell	In Zukunft				
	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung in der Demonstrationsphase Produktion von einigen Millionen Liter <u>Ausschließlich energetische Nutzung im Verkehrssektor:</u> Als Benzinersatz in Europa bisher nur als Beimischung bis 10% (E10); dies ist ohne Motoranpassung möglich In Brasilien und den USA: Einsatz von purem Bioethanol in sog. flex-fuel vehicles (FFV) 	<ul style="list-style-type: none"> Viele Forschungsprojekte; Ertragssteigerungen werden erwartet Auch die Herstellung aus Algen (3G) wird untersucht Vermeehrt politische Ziele für Biokraftstoffe der zweiten Generation Hohes technologisches Risiko, hohe Kapitalkosten um Skaleneffekte zu ermöglichen, Wirtschaftlichkeit noch nicht geklärt Keine Hinweise auf Nutzung außerhalb des Verkehrssektors 				

Quellen: /KAL-01 09/, /SPR-04 12/, /SPR-05 16/, /FUR-01 14/, /REPN-01 16/, /KSU-01 10/

Kriterium	Bioethanol 2G	Quellen
Energiedichte	<ul style="list-style-type: none"> • 21,3 MJ/l 	/SPR-04 12/ /KSU-01 10/
Technologie-Reifegrad	<ul style="list-style-type: none"> • In den USA und Brasilien werden schon mehrere Millionen Liter produziert; größte Anlage in den USA mit 140 Mio. Liter Kapazität; • In Deutschland gibt es eine Demonstrationsanlage; • Forschung an Effizienzsteigerungen und Upscaling; → Prototypen im betrieblichen Einsatz: → 7 • hohe Investitionskosten und technologische Risiken erschweren Etablierung 	/REPN-01 16/ /DBFZ-02 14/ /FUR-01 14/ /DUP-01 15/
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Beimischungen in kleinen Mengen problemlos möglich; für >10% werden Anpassungen der Materialien im Kraftstoffkreislauf benötigt (FFV); Deshalb fast nur max. E10 in Deutschland; • Korrosive Eigenschaften, deshalb nicht kompatibel mit Pipelines und Lagertanks; • Nutzung von LKWs, Züge, Schiffe oder Bau neuer Pipelines für Bioethanol möglich; • Produktionsanlagen für 1G können leicht für 2G umgerüstet werden 	/IEA-07 14/ /NWU-01 15/ /AOPL-01 11/ /BDB-02 17/ /SPR-04 12/
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienz der Herstellung: 37 - 77 %; aufwändige Rohstoffaufbereitung; • Ertrag steigt von ca. 70 GJ/ha auf 118 GJ/ha bis 2050; • Große Auswahl an Rohstoffen (Pappeln, Weiden, viele Abfälle); • Keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion; 	/DBFZ-02 14/ /IEA-07 11/ /FUR-01 14/ /SPR-05 16/
Gestehungskosten	<ul style="list-style-type: none"> • 2,0 bis 4,1 ct/MJ; Laut IEA ca. 3,0 ct/MJ; • Mittelfristig mögliche Senkung auf 1,5 ct/MJ; • Rohstoffkosten deutlich geringer; Betriebskosten (v. a. Enzyme) deutlich höher als 1G; • Baukosten für eine Produktionsanlage bis zu 10 mal höher, dafür Skaleneffekte; 	/FUR-01 14/ /SPR-05 16/ /DBFZ-02 14/ /SSE-01 09/
Zielvorgaben der Politik	<ul style="list-style-type: none"> • Vermehrt Zielvorgaben für Biokraftstoffe 2G; • EU-Ziel: 0,5 % Biokraftstoffe 2G bis 2020 (unverbindlich) zur Einhaltung des 10 % Ziels dürfen sie doppelt gezählt werden; • In den USA: Vorschrift: 1,2 Mrd. Liter Bioethanol 2G in 2017; • In D als besonders förderungswürdiger Biokraftstoff von der Steuer befreit; • Gesamtförderung durch EU: 186 Mio. € 	/REPN-01 16/ /ENSTG-01 06/ /EU-05 15/ /SCA-01 16/ /EBTP-01 16/
Marktpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Sinkender Benzinverbrauch in der EU und in Deutschland; • Weltweiter Benzinverbrauch 2012: 33 EJ, EU (2014): 3,5 EJ; • Szenarien: Weltweit stark steigende Nachfrage nach Bioethanol 2G; 2030: 2 EJ, 2050: 5 EJ; • Deutschland: keine Trennung 1G und 2G; also kurzfristig leicht steigende Nachfrage, danach wieder rückläufig, 2050 ähnliche wie heute; • Mit Abstand am meisten Forschungsprojekte zu Bioethanol 2G; viele große Demonstrationsanlagen; 	/UFOP-01 16/ /EIA-01 17/ /IEA-07 11/ /AEE-02 16/ /BIOE-01 13/ /EBTP-01 16/
Treibhausgasemissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Laut Richtlinie 2009/28/EG: 11 – 21gCO₂-Äq/MJ; • Durchschnitt: 15,9 gCO₂-Äq/MJ 	/EU-08 09/

Toxizität	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisch abbaubar; • Verbrennung setzt weniger Schwefeloxide und Feinstaub frei, Stickoxide sind laut 2 Quellen geringer, laut einer höher; • Der Rückstand der Destillation ist toxisch und schadet bei unzureichender Beseitigung Pflanzen, wenn er in Böden oder Grundwasser gelangt; 	/LUBW-01 07/ /SPR-05 16/ /SSE-01 09/
Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion; • THG-Emissionen: 16 gCO₂-Äq/MJ; • Mittlere Toxizität; 	

Literatur:

- AEE-02 16** Pieprzyk, Blörn; Rojas, Paula; Kunz, Claudia; Knebel, Alexander: Perspektiven fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2016
- AOPL-01 11** Ethanol, Biofuels, and Pipeline Transportation. Washington, D.C., USA: Association of Oil Pipe Lines, 2011
- BDB-02 17** E85 - Mobil mit bis zu 85% Bioethanol in: <http://www.bdbe.de/wirtschaft/e85> (Abruf: 27.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pHD7ztOQ>. Berlin: Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V., 2017
- BIOE-01 13** Bacovsky, Dina; Ludwiczek, Nikolaus; Ognissanto, Monica; Wörgetter, Manfred: Status of Advanced Biofuels Demonstration Facilities in 2012 - A Report to IEA Bioenergy Task 39. Graz, Österreich: BIOENERGY 2020+ GmbH, 2013
- DBFZ-02 14** Müller-Langer, Franziska; Majer, Stefan; O'Keeffe, Sinéad: Benchmarking biofuels - a comparison of technical, economic and environmental indicators in: Energy, Sustainability and Society 2014, 4:20. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH, 2014
- DUP-01 15** DuPont Celebrates the Opening of the World's Largest Cellulosic Ethanol Plant in: <http://www.dupont.com/corporate-functions/media-center/press-releases/dupont-celebrates-opening-of-worlds-largest-cellulosic-ethanol-plant.html> (Abruf: 27.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pHCTxoAW>. Nevada, USA: DuPont, 2015
- EBTP-01 16** R and D funding for advanced biofuels in Europe in: <http://biofuelstp.eu/funding.html> (Abruf: 27.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pHHzdRfx>. Brüssel, Belgien: European Biofuels Technology Platform, 2016
- EIA-01 17** Consumption of Motor Gasoline - World in: <https://www.eia.gov/beta/international/> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6plgYbe8C>. Washington, D.C., USA: U.S. Energy Information Administration (EIA), 2017
- ENSTG-01 06** Energiesteuergesetz (EnergieStG). Berlin: Bundesregierung Deutschland, 2006

- EU-08 09** Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Brussels: Europäisches Parlament, 2009
- EU-05 15** Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Brüssel, Belgien: Europäisches Parlament, 2015
- FUR-01 14** Padula, Antonio Domingos; dos Santos, Manoela Silveira; Santos, Omar Inácio Benedetti; Borenstein, Denis: Liquid Biofuels: Emergence, Development and Prospects in: Lecture Notes in Energy Vol. 27. Porto Alegre, Brasilien: Federal University of Rio, 2014
- IEA-07 11** IEA: Technology Roadmap - Biofuels for Transport. Paris, Frankreich: International Energy Agency (IEA), 2011
- IEA-07 14** Karatzos, Sergios; McMillan, James D.; Saddler, Jack N.: The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels. Canada: IEA Bioenergy, 2014
- KAL-01 09** Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans; Hofbauer, Hermann: Energie aus Biomasse, Springer Verlag, 2009
- KSU-01 10** Pfromm, Peter H.; Amanor-Boadu, Vincent; Nelson, Richard; Vadlani, Praveen; Madl, Ronald: Bio-butanol vs. bio-ethanol: A technical and economic assessment for corn and switchgrass fermented by yeast or Clostridium acetobutylicum in: Biomass and Bioenergy. Manhattan, USA: Kansas State University, 2010
- LUBW-01 07** Schaub, Georg; Pabst, Kyra; Lüft, Markus; Velji, Armin: Neuartige Kraftstoffe und zukünftige Abgasemissionen bei Kraftfahrzeugen – eine Übersicht. Karlsruhe: Universität Karlsruhe, 2007
- NWU-01 15** Ndaba, Busiswa; Chiyanzu, Idan; Marx, Sanette: n-Butanol derived from biochemical and chemical routes: A review in: Biotechnology Reports 8 (2015). Potchefstroom, South Africa: North-West University, 2015
- REPN-01 16** REN21: Renewables 2016 - Global Status Report. Paris, Frankreich: REN21, 2016
- SCA-01 16** Biello, David: Whatever Happened to Advanced Biofuels in: <https://www.scientificamerican.com/article/whatever-happened-to-advanced-biofuels/> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pljEt0Xf>. Armonk, USA: Scientific American, 2016
- 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 09** Demirbas, Ayhan: Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review in: Applied Energy 86 (2009) S.108 – S.117. Trabzon, Türkei: Sila Science and Energy, 2009
- UFOP-01 16** UFOP: Biodiesel 2014/2015 - Sachstandsbericht und Perspektive. Berlin: Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), 2016