

Biobutanol 1G

Fakten	Eigenschaften		Bewertung		Chemische Zusammensetzung	Marktreife
	Aggregatzustand:	flüssig			C_4H_9OH <chem>CC(C)C(O)C</chem>	
	Dichte (bei 20 °C):	810 kg/m ³				
	Siedetemperatur:	118 °C				
	Heizwert:	33 – 34 MJ/kg				
Energiedichte:	27 – 29 MJ/l					
Herstellung	Quelle	Prozessschritte				Produkt
	Biomasse (1G)	Synthesegaserzeugung		Katalytische Umwandlung	Biobutanol	
	Biomasse (1G)	Hydrolyse	Verzuckerung	Fermentierung	Biobutanol	
Anwendungen	Aktuell		In Zukunft			
	<ul style="list-style-type: none"> 2009 eröffnete die erste kommerzielle Anlage zur Herstellung von Biobutanol 2012 wurden weltweit 4 Mio. Tonnen Biobutanol produziert <u>Stoffliche Nutzung in der Chemieindustrie:</u> Synthetisch hergestelltes Biobutanol wird fast ausschließlich als Chemikalie in Kosmetika, Reinigungsmitteln und Arzneimitteln verwendet 		<ul style="list-style-type: none"> Bis 2018 wird mit einem Produktionswachstum von 5 % gerechnet Ohne Umrüstung zu Benzin oder Diesel beimischbar oder pur verwendbar, die bestehende Infrastruktur ist nutzbar +: hohe Energiedichte, geringe Wasseraufnahme, gute Mischbarkeit -: hohe Rohstoffkosten, geringer Ertrag, hohe Extraktionskosten Wird die Produktion billiger könnte Biobutanol im Verkehrssektor ein bedeutender Energieträger werden 			

Quellen: /KSU-01 10/, /NWU-01 15/, /SPR-05 16/, /EU-08 09/, /IITGN-01 11/, /IITG-01 11/

Kriterium	Biobutanol 1G	Quellen
Energiedichte	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Angaben 27 oder 29,2 MJ/l; • Laut Richtlinie 2009/28/EG: 27 MJ/l; 	/EU-08 09/ /SPR-05 16/ /SPR-04 12/
Technologie-Reifegrad	<ul style="list-style-type: none"> • 2009 wurde in England die erste kommerzielle Anlage zur Biobutanolherstellung eröffnet; • Es gibt mehrere kommerzielle Anlagen mit Kapazitäten von mehreren hundert Millionen Liter pro Jahr; → Nachweis der Verwendung als Reinstoff erfolgt; → 9 	/NWU-01 15/ /IEA-07 14/
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Quelle ist Biobutanol in Verbrennungsmotoren als Reinstoff oder als Beimischung in hohem Verhältnis ohne Anpassungen verwendbar; • Zur Verteilung kann die komplette Infrastruktur ohne Anpassungen verwendet werden; 	/IEA-07 14/ /IMB-01 07/ /NWU-01 15/ /GEV-01 11/;
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Masseertrag nur zwischen 10 und 15 %; • Aktuell wird Biobutanol aus Biomasse 1G (Zuckerrohr, Zuckerrübe, Mais) hergestellt, also Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion; • Eine Vielzahl von essbaren Pflanzen und Energiepflanzen kommen zur Biobutanolherstellung in Frage; • Biobutanol 2G wurde bis ca. 1980 hergestellt aber wegen steigenden Rohstoffkosten und billigerem Öl wieder eingestellt; Untersuchungen zur Produktion aus Reststoffen und Lignozellulose laufen 	/ANL-01 07/ /IEA-07 14/ /IMB-01 07/ /SPR-05 16/ /NWU-01 15/
Gestehungskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Spannweite: 1,0 bis 5,1 ct/MJ; • Durchschnitt aus 4 Angaben: 2,7 ct/MJ; • Stark schwankende Annahmen (Ertrag, Größe, Rohstoff, etc.); • Ungefähre Kostenverteilung: Rohstoffe 30 - 60 %, Enzyme 16%, Abwasserbehandlung 16% und Rohstoffaufbereitung 13%; • Große Anlagen benötigt da geringer Ertrag -> hohe Investitionskosten; 	/NREL-01 13/ /IEA-07 14/ /IITGN-01 11/ /PAG-01 13/
Zielvorgaben der Politik	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Ziele für Biobutanol; Kein Hinweis auf Steuerbefreiung; • EU-Ziel: 7 % Biokraftstoffe 1G im Verkehrssektor bis 2020; • D: 20 % EE im Verkehrssektor 2020; • In der EU wird ein Projekt mit 4,6 Mio. € gefördert; 	/REPN-01 16/ /ENSTG-01 06/ /EU-05 15/ /EU-09 16/
Marktpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Reinform und Beimischung zu Benzin und Diesel möglich; • Gesamter Verbrauch Benzin und Diesel: ca. 91 EJ; • Weiterverarbeitung zu Biokerosin möglich; • Es wird erwartet, dass die Produktion von Biobutanol von 2012 bis 2018 um ca. 5 % von 4 Mio. Tonnen auf ca. 4,2 Mio. Tonnen (=140 PJ) steigen wird; • 3 Forschungsprojekte weltweit; 	/IITG-01 11/ /UFOP-01 16/ /PIRA-01 14/ /EIA-01 17/ /SPR-05 16/ /GEV-01 11/ /BIOE-01 13/
Treibhausgasemissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Isobutanol; laut Studie, nur Modellannahmen; 57,8 gCO₂-Äq/MJ; • Mit Gutschrift für die Stromerzeugung: 41,3 gCO₂-Äq/MJ; 	/NREL-01 13/

Toxizität	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht biologisch abbaubar, aber die geringe Wasserlöslichkeit reduziert das Kontaminierungsrisiko für das Grundwasser; • Deutlich reduzierte Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden; 	/IITG-01 11/ /NWU-01 15/
Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion; • THG-Emissionen: 58 gCO₂-Äq/MJ; • niedrige Toxizität 	

Literatur:

- ANL-01 07** Wu, M.; Wang, M.; Liu, J.; Huo, H.: Life-Cycle Assessment of Corn-Based Butanol as a Potential Transportation Fuel. Lemont, USA: Center for Transportation Research, Energy Systems Division, Argonne National Laboratory, 2007
- 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
- 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/6pIgybe8C>. 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
- EU-09 16** ButaNexT in: http://cordis.europa.eu/project/rcn/193725_en.html (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pljfrDLB>. Brüssel, Belgien: Europäische Kommission, 2016
- GEV-01 11** Ryan, Christopher; Munz, Dave; Bevers, Gary: Isobutanol - A renewable solution for the transportation fuels value chain. Englewood, USA: Gevo Inc., 2011
- IEA-07 14** Karatzos, Sergios; McMillan, James D.; Saddler, Jack N.: The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels. Canada: IEA Bioenergy, 2014

- IITG-01 11** Ranjan, Amrita; Moholkar, Vijayanand S.: Biobutanol: science, engineering, and economics in: International Journal of Energy Research. Guwahati, India: Indian Institute of Technology Guwahati, 2011
- IITGN-01 11** Kumar, Manish; Gayen, Kalyan: Developments in biobutanol production: New insights in: Applied Energy 88 (2011). Gujarat, India: Indian Institute of Technology Gandhinagar, 2011
- IMB-01 07** Dürre, Peter: Biobutanol: An attractive biofuel in: Biotechnology Journal 2 (2007). Ulm: Universität Ulm, 2007
- 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
- NREL-01 13** Tao, Ling; Tan, Eric C. D.; McCormick, Robert; Zhang, Ming; Aden, Andy; He, Xin; Zigler, Bradley T.: Techno-economic analysis and life-cycle assessment of cellulosic isobutanol and comparison with cellulosic ethanol and n-butanol in: Biofuels, Bioproducts and Biorefining 8: 30-48 (2014). Golden, CO, USA: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2013
- 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
- PAG-01 13** Grooms, Lynn: Bio-butanol can be produced for about same cost as ethanol, Optinol reports in: <http://www.farministrynews.com/blog/bio-butanol-can-be-produced-about-same-cost-ethanol-optinol-reports> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pljt7o7C>. New York, USA: Penton Agriculture, 2013
- PIRA-01 14** An Assessment of the Diesel Fuel Market - Demand, Supply, Trade, and Key Drivers. New York, USA: PIRA Energy Group, 2014
- REPN-01 16** REN21: Renewables 2016 - Global Status Report. Paris, Frankreich: REN21, 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
- UFOP-01 16** UFOP: Biodiesel 2014/2015 - Sachstandsbericht und Perspektive. Berlin: Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), 2016