

Fischer-Tropsch Kraftstoffe

	Eigenschaften	Bewertung	Chemische Zusammensetzung	Marktreife
Fakten	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedlich, durch Parameter veränderbar • Nahezu identische Eigenschaften wie fossile Kraftstoffe möglich • „Designerkraftstoffe“ • Energiedichte: 34 MJ/l Laut Richtlinie 2009/28/EG 	<p>Umwelt & Gesellschaft: Akzeptanz, Toxizität, Treibhausgas-emissionen, Marktpotenzial, Zielvorgaben der Politik</p> <p>Technologie: Energiedichte, Technologie-Reifegrad, Infrastruktur, Bereitstellung</p> <p>Wirtschaft & Politik: Gestehungskosten</p> <p>Score: 64</p>	$C_xH_yO_z$ Langkettige Kohlenwasserstoffe	
Herstellung	Quelle	Prozessschritte		Produkt
	Biomasse (1G, 2G)	Pyrolyse → Gasreinigung* → Fischer-Tropsch Synthese → Aufbereitung → Fischer-Tropsch Kraftstoffe		
	Strom, H ₂ O	Elektrolyse → Wasserstoff → Fischer-Tropsch Synthese → Aufbereitung → Fischer-Tropsch Kraftstoffe (CO ₂ input to Fischer-Tropsch Synthese)		
Anwendungen	Aktuell		In Zukunft	
	<ul style="list-style-type: none"> • 2011 wurden ca. 10 Mio. t Kohlenwasserstoffe über die Fischer-Tropsch Synthese aus Erdgas und Kohle hergestellt • Die Kraftstoffherstellung wird derzeit erprobt, ist aber noch nicht wirtschaftlich • <u>Stoffliche Nutzung</u>: Als Arbeitsstoffe in der Chemieindustrie • Keine energetische Nutzung aufgrund hoher Produktionskosten 		<ul style="list-style-type: none"> • Ein großer Vorteil im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Brennstoffen ist, dass eine konstante Produktqualität erreicht werden kann • Hohe Erträge und weitere Steigerungen prognostiziert, viel Forschung • Energetische Nutzung ausschließlich im Verkehr: Ersatz von Benzin, Diesel und Kerosin ohne Anpassungen möglich • Bestehende Infrastruktur nutzbar, niedriges technologisches Risiko • In Szenarien ist ein starker Anstieg prognostiziert 	

Quellen: /ÖKO-03 13/, /SPR-04 16/, /SPR-04 12/, /EBI-01 11/, /TUW-01 07/, /FNR-02 17/

Kriterium	Fischer-Tropsch Kraftstoffe	Quellen
Energiedichte	<ul style="list-style-type: none"> Laut Richtlinie 2009/28/EG: 34,0 MJ/l 	/EU-08 09/
Technologie-Reifegrad	<ul style="list-style-type: none"> Pilotanlagen zur Prozessoptimierung und Upscaling; Optimierung der Synthesegasbehandlung und der Endproduktbehandlung; Zwei Betreiber von Demonstrationsanlagen in Deutschland sind insolvent gegangen; Viele Pläne für kommerzielle Anlagen; Wird in relevanter Umgebung demonstriert, noch nicht maßstabsgetreu; → 6 	/DBFZ-02 14/ /FUR-01 14/ /LIU-01 15/ /IEA-07 14/ /SCHR-01 15/
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Als Drop-in Kraftstoff je nach Eigenschaften in Benzin- oder Dieselmotoren ohne Anpassungen einsetzbar; auch Beimischung möglich; Infrastruktur komplett ohne Anpassungen verwendbar; Auch Aufbereitung in bestehenden Ö raffinerien möglich; 	/LUBW-01 07/ /IEA-07 14/ /FUR-01 14/ /SPR-04 12/ /SUNF-01 14/
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung sowohl aus Biomasse 1G, 2G als auch aus Strom möglich; Biomasse: Gesamteffizienz schwankt je nach Konzept stark: ca. 40 - 73 %; Erträge von ca. 105 GJ/ha; Steigerung auf ca. 177 GJ/ha bis 2050 erwartet; Jede Art von Biomasse 1G oder 2G verwendbar; konstante Produktqualitäten; Nebenprodukte nutzbar; Keine große Vorbehandlung der Rohstoffe nötig; In großen Anlagen evtl. Probleme mit der Rohstofflogistik; Strom: Gesamtwirkungsgrad 42 - 56 % möglich; Theoretisches Mengenpotenzial sehr hoch aber Verfügbarkeit von überschüssigem Strom in Deutschland mittelfristig sehr begrenzt; Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion kann umgangen werden; 	/IEA-07 11/ /IEA-07 14/ /FUR-01 14/ /LIU-01 15/ /DBFZ-02 14/ /KIT-04 10/ /FFE-04 16/
Gestehungskosten	<ul style="list-style-type: none"> Spannweite: 3,0 bis 3,4; Durchschnitt: 3,1 ct/MJ; Größte Komponenten: Kapitalkosten (Min. 500 Mio. €) und Rohstoffkosten; F-T Anlagen lohnen sich erst bei > 95 Mio. l/Jahr, je größer desto billiger; 2030: ca. 2,3 ct/MJ möglich; aus Strom: ca. 2,8 - 2,9 ct/MJ langfristig möglich; FT-Kerosin: Brasilien: 4,0, Deutschland: 7,0 ct/MJ; Durchschnitt: 5,5 ct/MJ; Konversion macht die Hälfte der Kosten aus; danach Holzanbau; Produktion aus Strom voraussichtlich bis 2030 nicht wirtschaftlich 	/LEIB-01 09/ /IEA-07 14/ /LHG-01 14/ /IEA-07 11/ /SUNF-01 14/ /ET-14 14/
Zielvorgaben der Politik	<ul style="list-style-type: none"> Als Biokraftstoff 2G gelten folgende Ziele: Ver mehrt Zielvorgaben für Biokraftstoffe 2G; EU-Ziel: 0,5 % Biokraftstoffe 2G bis 2020 (unverbindlich) zur Einhaltung des 10 % Ziels dürfen sie doppelt gezählt werden; Deutschland: Alle synthetischen Kraftstoffe sind von Steuerabgaben befreit; keine Förderung durch EU; 	/REPN-01 16/ /EU-05 15/ /ENSTG-01 06/

Marktpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung im Verkehrssektor ohne Einschränkung -> EEV Verkehr: ca. 112 EJ; • Viele Anlagen angekündigt (2020: 160 Mio. Liter Kapazität); • Geringes Technologie-Risiko da F-T Synthese bereits fossil praktiziert; • In der Technology Roadmap der IEA betritt F-T Diesel 2020 den Markt und steigt langfristig am stärksten (2050: 11EJ); • In deutschen Szenarien ab 2030, aber nur mäßiger Anstieg; • 2 Großprojekte aufgrund fehlender Regularien und Ziele der Politik gestoppt; • 7 Forschungsanlagen zur Herstellung aus Biomasse, aus Strom noch keine; 	/ÖKO-03 13/ /STAT-01 17/ /LIU-01 15/ /IEA-07 14/ /IEA-07 11/ /AEE-02 16/ /EBTP-02 17/ /BIOE-01 13/
Treibhausgas-emissionen	<ul style="list-style-type: none"> • F-T Diesel 2G, zukünftig; Laut Richtlinie 2009/28/EG: 4 - 6 gCO₂-Äq/MJ; Durchschnitt: 5,0 gCO₂-Äq/MJ; • F-T Kerosin: ca. 21 - 49 gCO₂-Äq/MJ; • aus Strom wohl ca. 12,6 gCO₂-Äq/MJ möglich 	/EU-08 09/ /LHG-01 14/ /SUNF-01 14/
Toxizität	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund gleicher Eigenschaften ähnliche Toxizität wie fossile Kraftstoffe; • Keine Schwefeloxidemissionen; geringere Ruß-, CO- und KW-emissionen, Stickoxidausstoß fast gleich aber Minderung möglich; 	/LEIB-01 09/ /LUBW-01 07/
Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> • keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion; Herstellung aus Strom möglich (dann keine Anbauflächen benötigt); • THG-Emissionen: 5 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
- 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
- EBI-01 11** Schaub, Georg; Edzang, Régis: Erzeugung synthetischer Kraftstoffe aus Erdgas und Biomasse - Stand und Perspektiven in: Chemie Ingenieur Technik 2011, 83, No. 11. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie, 2011

- EBTP-02 17** Biomass to Liquid (Btl) biofuel production in Europe in: <http://www.biofuelstp.eu/btl.html> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pImV4CxR>. Brüssel, Belgien: European Biofuels Technology Platform, 2017
- ENSTG-01 06** Energiesteuergesetz (EnergieStG). Berlin: Bundesregierung Deutschland, 2006
- ET-14 14** Regett, Anika; Pelling, Christoph; Eller, Sebastian: Power2Gas - Hype oder Schlüssel zur Energiewende in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen - 64. Jg. (2014) Heft 10. Essen: etv Energieverlag GmbH, 2014
- 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 Palraments 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
- FFE-04 16** Pelling, Christoph; Schmid, Tobias; et al.: Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030 - Hauptbericht. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2016
- FNR-02 17** BtL - Biomass to Liquid in: <https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/btl-biomass-to-liquid/> (Abruf: 27.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pHGUVVOI>. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2017
- 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
- 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
- LEIB-01 09** Leible, Ludwig; Kälber, Stefan; Kappler, Gunnar: Biomass-to-Liquid: Hoffnungsträger für eine umweltfreundlich Zukunft? in: energie wasser-praxis. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe ITAS, 2009
- LHG-01 14** Zschoke, Alexander; Randt, Niclas; Wahl, Claus: Abschlussbericht zu dem Vorhaben Projekt BurnFAIR - Arbeitspakete 1.1 bis 1.4. Köln: Deutsche Lufthansa, 2014

- LIU-01 15** Liu, Guangrui; Yan, Beibei; Chen, Guanyi: Technical review on jet fuel production in: Renewable and Sustainable Energy Reviews 25 (2013). Tianjin, China: Tianjin University, 2015
- LUBW-01 07** Schaub, Georg; Pabst, Kyra; Lüft, Markus; Velji, Armin: Neuartige Kraftstoffe und zukünftige Abgasemissionen bei Kraftfahrzeugen – eine Übersicht. Karlsruhe: Universität Karlsruhe, 2007
- REPN-01 16** REN21: Renewables 2016 - Global Status Report. Paris, Frankreich: REN21, 2016
- SCHR-01 15** Chorens „Beta“-Anlage zur Demontage verkauft in: <http://stefanschroeter.com/567-chorens-beta-anlage-zur-demontage-verkauft.html> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6pliESVsu>. Leipzig: Stefan Schroeter, 2015
- SPR-04 12** Meyers, Robert A.: Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Berlin Heidelberg: Springer, 2012
- SPR-04 16** Kausch, Peter; Bertau, Martin; Matschullat, Jörg; Mischo, Helmut: Rohstoffwirtschaft und gesellschaftliche Entwicklung - Die nächsten 50 Jahre. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2016
- STAT-01 17** Energieverbrauch im Transportsektor weltweit bis 2040 in: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/321255/umfrage/energieverbrauch-im-transportsektor-weltweit/> (Abruf: 28.03.2017) Archived by WebCite® at: <http://www.webcitation.org/6plmDCRce>. Hamburg: Statista GmbH, 2017
- SUNF-01 14** Verdegaal, Wolfgang Michael; Becker, Sebastian; von Olshausen, Christian: Power-to-Liquids: Synthetisches Rohöl aus CO₂, Wasser und Sonne in: Chemie Ingenieur Technik 2015, 87, No. 4, 340–346. Dresden: sunfire GmbH, 2014
- TUW-01 07** Fürnsinn, Stefan; Hofbauer, Hermann: Synthetische Kraftstoffe aus Biomasse - Technik, Entwicklungen, Perspektiven in: Chemie Ingenieur Technik 2007, 79, No. 5. Wien, Österreich: Technische Universität Wien, 2007
- 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