

Bioethanol: Rohstoffe und Produkte der Bioraffinerie

Nelli Elizarov^a

Auf dem Weg zu einem emissionsfreien Verkehrssektor verringern Biokraftstoffe wie Bioethanol nachweislich umwelt- und gesundheits-schädliche Emissionen. Die Herstellung von Bioethanol liefert jedoch viel mehr als nur den Alkohol. Nachhaltig zertifizierte Rohstoffe werden in der Bioraffinerie zu Bioethanol und zahlreichen wichtigen und wertvollen Koppelprodukten verarbeitet. Die Erzeugnisse finden Verwendung in der Lebensmittel- und Futtermittelindustrie sowie im chemischen, pharmazeutischen und kosmetischen Bereich. Besonders hervorzuheben ist die Herstellung von proteinreichen Futtermitteln für die Eiweißversorgung der heimischen Nutztiere. Damit ist die Bioethanolwirtschaft ein wichtiger Faktor in der deutschen Bioökonomie.

1. Bedeutung von Bioethanol im Verkehr

Im Verkehrssektor besteht großer Handlungsdruck, um das von der Bundesregierung gesetzte Klimaschutzziel einer Reduktion von Treibhausgas-Emissionen (THG) auf 85 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bis zum Jahr 2030 erreichen zu können [1] (CO₂-Äquivalent ist eine Maßeinheit für die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Klimawirkung). Kürzlich hat das Umweltbundesamt (UBA) ermittelt, dass das Klimaschutzziel im Verkehr für das Jahr 2020 im Wesentlichen durch pandemiebedingte Mobilitätseinschränkungen erreicht werden

konnte [2]. Bei gleichzeitig steigender Verkehrsleistung und trotz langsam zunehmender Elektromobilität, stammen noch immer über 90% der Energieträger im Verkehr aus fossilen Quellen [3]. Unter den erneuerbaren Alternativen leisten Biokraftstoffe den mit Abstand größten Beitrag (Abb. 1) [4]. Im Jahr 2019 konnten durch den Einsatz von Biokraftstoffen rund 10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden [5].

Der weltweit bedeutendste Biokraftstoff ist Bioethanol. Neben zahlreichen Koppelprodukten wird der Alkohol in hocheffizienten Produktionsanlagen unter möglichst vollständiger Ausnutzung der verarbeiteten Biomasse erzeugt. Mit der Beimischung von Bioethanol zu Benzin werden THG-Emissionen im Vergleich zu fossilem Kraftstoff reduziert. Gleichzeitig führt dies zur Verbesserung der Luftqualität in Städten [6–10]. In Deutschland wird das nachhaltig erzeugte

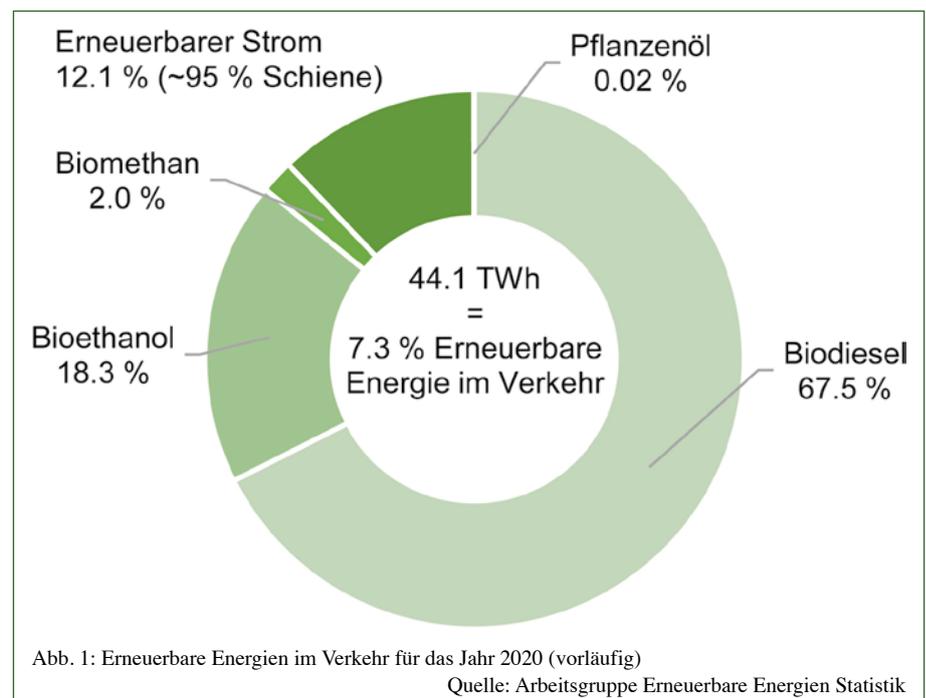
Bioethanol den Kraftstoffen Super Plus, Super (E5) und Super E10 beige-mischt.

2. Prozessschritte der Bioethanolherzeugung

Bioethanol wird hergestellt aus

- zuckerhaltigen Pflanzen wie Zuckerrüben und Zuckerrohr,
- stärkehaltigen Pflanzen wie Getreide, Kartoffeln und Mais,
- zellulosehaltigen Rohstoffen wie Holz und Stroh, biogenen Abfällen und Reststoffen [11].

In Deutschland werden hauptsächlich Getreide und Zuckerrüben als Rohstoffe verarbeitet. Die einzelnen Prozessschritte unterscheiden sich je nach Rohstoffeinsatz. Schlüsselschritt der Alkoholgewinnung ist dabei stets die Fermentation,



^a Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V.

Bioethanol: Rohstoffe und Produkte der Bioraffinerie

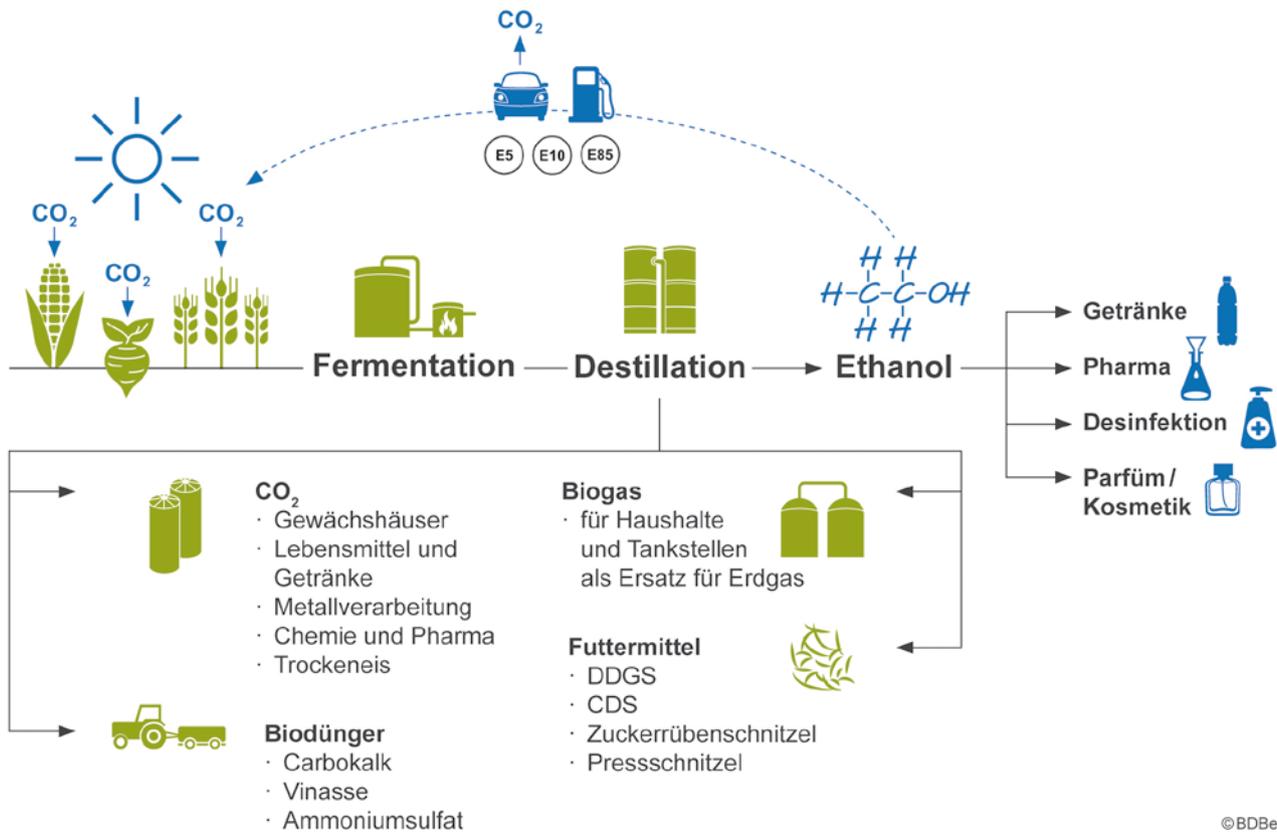


Abb. 2: Bioethanol und seine Koppelprodukte aus der Bioraffinerie

also die Umwandlung von Zucker in Ethanol. Nach der Fermentation erhält der Alkohol durch mehrere Destillationsschritte und abschließende Trocknung mit Molekularsieben einen Reinheitsgrad von über 99%.

3. Futtermittel und Gluten aus der Bioethanolherzeugung

Neben Bioethanol stellen die Produzenten zahlreiche Koppelprodukte her (Abb. 2). Das Ziel der Unternehmen ist es, die verarbeiteten Rohstoffe möglichst vollständig zu verwenden [12, 13].

Der Rückstand der Gärflüssigkeit nach der Abdestillation des Alkohols ist reich an Proteinen, Fasern, Fett und Mineralstoffen. Die sogenannte Schlempe, der Rückstand aus der Erzeugung von Bioethanol ausgehend von stärkehaltigem Getreide, eignet sich hervorragend als Futtermittel und wird bereits seit Jahr-

hundertern an Tiere verfüttert. Schlempe kann sowohl eingedickt, flüssig (CDS, Concentrated Distillers' Solubles) als auch getrocknet und pelletiert (DDGS, Distillers' Dried Grains with Solubles) als Futtermittel vermarktet werden. Entscheidend bei der Produktion sind der Stärke- und der Rohproteingehalt des verarbeiteten Getreides. Üblicherweise werden für eine höhere Bioethanolausbeute Getreidesorten mit hohem Stärkegehalt bevorzugt, was jedoch niedrigere Rohproteingehalte bedingt. Für die Qualität der Futtermittel ist es erforderlich, ausschließlich gesundes Korn zu verarbeiten, d. h. ohne Mutterkornbesatz oder Schimmelpilze, und vor allem Getreide mit sehr niedrigem Fusariumbesatz bzw. geringer Belastung mit Mykotoxinen.

Das trockene Futtermittel DDGS kann nicht nur einfach transportiert, sondern auch gut gelagert werden. Je nach ver-

wendeter Getreideart und Getreidequalität können die Inhaltsstoffe variieren, vor allem sind jedoch Weizen, Gerste, Mais und Zuckersirupe zur Herstellung geeignet. Zum Beispiel enthält DDGS bei einer Trockenmasse (TM) von 91% neben verschiedenen Spurenelementen, Mineralstoffen und Aminosäuren einen Proteingehalt je Kilogramm TM von 316 g, einen Faseranteil von 76 g und einen Fettanteil von 86 g. Aufgrund dieser Eigenschaften und des vorteilhaften Energiegehaltes ist DDGS ein wertvolles Futtermittel für Nutz- und Heimtiere sowie Aquakulturen, wobei es vor allem Soja- und Rapsextraktionsschrot ersetzt. Im Durchschnitt entstehen zum Beispiel aus 1 t Getreide 380 l Bioethanol und 370 kg des Futtermittels DDGS.

Je nach Anlagensetup kann aus Weizen und Zucker das flüssige und ebenfalls sehr nährstoffreiche Proteinfuttermittel CDS (TM = 26%) gewonnen werden,

welches insbesondere für Wiederkäufer und Schweine geeignet ist. Ausgehend von Zuckerrüben werden neben Bioethanol Pressschnitzel und Zuckerrübenschnitzel erzeugt, die in der Futtermittelindustrie und Nutztierhaltung gefragte Kraffutterkomponenten sind.

Der Selbstversorgungsgrad bei Futtermitteln auf Basis pflanzlicher Proteine wird in der EU zu 76% (56 Mio. t Rohprotein) durch heimische Produkte gedeckt [14]. Gentechnikfreie Futtermittel aus der Bioethanolproduktion machen mit rund 4,2 Mio. t Rohprotein einen Anteil von 6% aus und tragen somit dazu bei, insbesondere Sojaimporte aus Süd- und Nordamerika zu reduzieren.

Ein weiteres wichtiges Produkt aus der Bioethanolherzeugung ist Gluten.

Gluten, das nach der Vermahlung des Getreides abgetrennt und getrocknet wird, ist nach den International Food Standards zertifiziert und zeichnet sich durch einen Proteingehalt von mehr als 80% aus. Aufgrund seines hohen Proteingehaltes und seiner viskoelastischen Eigenschaften findet Gluten Abnehmer in der Lebensmittel- sowie Futtermittelbranche. Unter anderem wird das Getreideprotein zur Herstellung pflanzenbasierter Fleischersatzprodukte verwendet.

Die Koppelprodukte variieren je nach

Rohstoffen und installierter Prozesstechnologie. Teil der Kreislaufwirtschaft in einer Bioethanolraffinerie ist auch die Rückgewinnung von Kohlenstoffdioxid (CO₂), das in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie Verwendung findet. Weitere Koppelprodukte können Neutralalkohol, Biogas, Biodünger (Carbokalk, Ammoniumsulfat, Vinasse) sowie Aldehyde und Fuselöle für Parfüm-, Kunststoffherstellung und die pharmazeutische Industrie sein.

4. Rohstoffbasis der deutschen Bioethanolherzeugung

Die in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Bayern gelegenen Bioethanolanlagen weisen eine jährliche Produktionskapazität von rund 740000 t auf. Insgesamt wurden in Deutschland im Jahr 2020 nahezu 700000 t Bioethanol, das im Kraftstoffsektor (75%), im Lebens- und Getränkemittelbereich (13%) sowie in der chemischen und pharmazeutischen Industrie (12%) Verwendung fand, erzeugt [15].

Aus Futtergetreide wurden im vergangenen Jahr rund 590000 t Bioethanol hergestellt (+5,2% gegenüber 2019), wobei die deutschen Hersteller neben Roggen, Gerste und Triticale, insbesondere Mais

und Weizen als Rohstoff einsetzen (Tab.). Dies entspricht einer Verwendung von 2,5 Mio. t Futtergetreide als Rohstoff und somit 5,8% der deutschen Getreideernte von fast 43,2 Mio. t im Jahr 2020. Das Getreide für die Ethanolherzeugung stammt fast ausschließlich aus Europa und dabei zu 75% aus einem Umkreis von 250 km um die jeweilige Produktionsstätte, wird also standortnah bezogen. Das gleiche gilt für die zuckerbasierte Ethanolproduktion. Aus Zuckerrübenstoffen wurden fast 108000 t Bioethanol hergestellt. Hinzu kommt ein niedriger, von der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE) nicht genau quantifizierter Anteil von Bioethanol, der aus Rest- und Abfallstoffen produziert wurde.

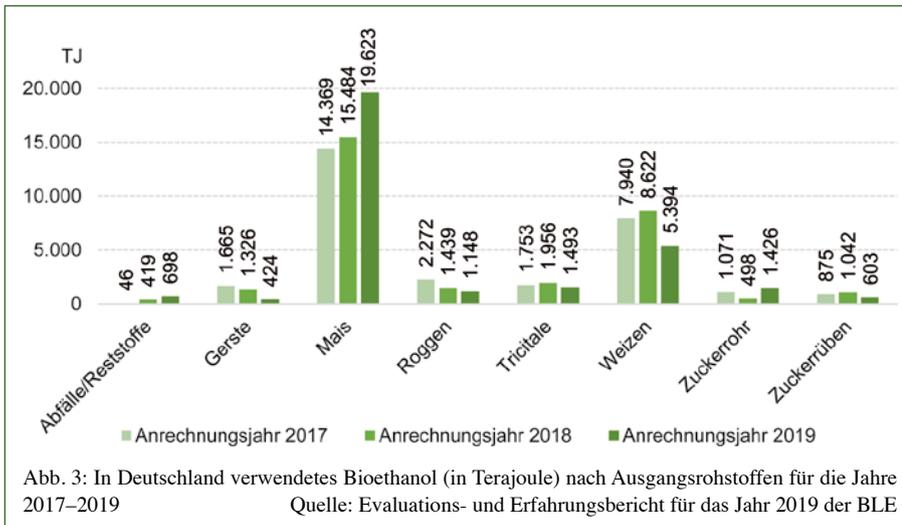
5. Rohstoffbasis des in Deutschland verbrauchten Bioethanols

Auskunft über die Herkunft der verwendeten Rohstoffe für das in Deutschland eingesetzte Bioethanol gibt der jährlich erscheinende Evaluations- und Erfahrungsbericht der BLE [16]. Die für den deutschen Markt verwendeten Mengen an Biokraftstoffen werden bei Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Nachhaltigkeitsbestimmungen in der staatlichen Datenbank Nachhaltige Biomassesystem (Nabisy) erfasst. Die BLE hat die Zuständigkeit für die Kontrolle der Umsetzung von Nachhaltigkeitsanforderungen und verwaltet somit die in Nabisy verfügbaren Daten. Auf diese Datenbasis bezieht sich der aktuellste Bericht für das Jahr 2019.

Die im Jahr 2019 verwendete Gesamtmenge Bioethanol blieb nahezu auf dem Niveau des Vorjahres (2019: 30808 TJ, 2018: 30785 TJ). Am häufigsten eingesetzte Ausgangsstoffe für das in Deutschland in den Kraftstoffsarten Super E10, Super (E5) und Super Plus verwendete Bioethanol waren mit Abstand Mais mit rund 64% (+27% zum Vorjahr) und Weizen mit rund 18% (-37%, Abb. 3), wobei der verarbeitete Mais nahezu ausschließlich aus europäischen Ländern (Ukraine, Ungarn, Polen) stammte [17].

Deutsche Bioethanolproduktion (in Tonnen) nach Rohstoffen			Quelle: BLE	
Rohstoffe	Jahr	Tonnen	Veränderung	
Getreide gesamt	2020	590251	+5,2%	
	2019	560872		
davon	Mais	2020	178656	-13,0%
		2019	205392	
	Weizen	2020	199181	+9,1%
		2019	182505	
	Sonstige	2020	212413	+22,8%
		2019	172975	
Melasse/Zuckerrübenstoffe	2020	107856	+18,9%	
	2019	90693		
Rest- und Abfallstoffe*)	k. A.	k. A.		
Gesamt*)	2020	698107	+7,1%	
	2019	651565		

*) Summe ohne Rest- und Abfallstoffe, keine Angaben aus kartellrechtlichen Gründen



Der Einsatz zuckerhaltiger Pflanzen als Rohstoff für Bioethanol blieb insgesamt nahezu konstant. Es verringerte sich jedoch die Verwendung von Zuckerrüben um 42% gegenüber 2018 (Rückgang 2018: 8,5%, Rückgang 2017: 64%), während die Verwendung von importiertem Zuckerrohr im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 187% stieg. Ein Grund für den deutlich rückläufigen Anteil von Zuckerrüben zur Produktion von Bioethanol im Jahr 2019 ist in der zu befriedigenden Nachfrage nach Zucker in der EU bei gleichzeitig unterdurchschnittlichen witterungsbedingten Ernten zu sehen [18].

Die Rohstoffe für das in Deutschland verwendete Bioethanol waren zu rund 95% europäischer Herkunft, wobei 8% (2452 TJ) der Ausgangsstoffe aus Deutschland (2018: 15%, 4601 TJ) stammten. Wichtigste Ausgangsstoffe deutscher Herkunft waren Roggen (19%) und Zuckerrüben (19%) (Abb. 4). Erhebliche Rückgänge waren bei der Verwendung von Gerste (–70%) und Weizen (–74%) zu verzeichnen.

6. Nachhaltigkeit der Rohstoffe

Bereits im Jahr 2009 hat die EU im Rahmen des Klima- und Energiepakets verschiedene Rechtsvorschriften zur Senkung von THG-Emissionen erlassen. Kernelemente sind bis heute das EU-Emissionshandelssystem und die soge-

nannte Erneuerbare-Energien-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen [19, 20].

In Deutschland werden die europäischen Nachhaltigkeitsvorgaben durch entsprechende nationale Nachhaltigkeitsverordnungen umgesetzt [21, 22]. So müssen Biokraftstoffe unter anderem über die gesamte Produktionskette hinweg eine Minderung der THG-Emissionen gegenüber fossilen Kraftstoffen von mindestens 50% aufweisen. Die zur Herstellung verwendeten Agrarrohstoffe wie Getreide und Zuckerrüben dürfen grundsätzlich nicht von Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt oder hoher biologischer Vielfalt stammen. Die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien über die gesamte Wertschöpfungskette (Anbau der Agrarrohstoffe, Lieferung und Herstellung der Biokraftstoffe) wird von unabhängigen Zertifizierungssystemen [23, 24] kontrolliert, die von der EU-Kommission anerkannt werden müssen und in Deutschland von der BLE überwacht werden. Das im deutschen Kraftstoffmarkt verwendete Bioethanol weist eine amtlich festgestellte Emissionsminderung gegenüber fossilen Kraftstoffen von 88,2% auf [25].

Im Jahr 2020 wurden 16,2 Mio. t Otto-kraftstoff abgesetzt, was pandemiebedingt fast 10% weniger als im Vorjahr ist [26]. Dabei wurden rund 1,1 Mio. t Bioethanol den Benzinsorten Super E10, Super Plus und Super (E5) als reiner Alkohol oder in Form von Ethyl-*tertiär-*

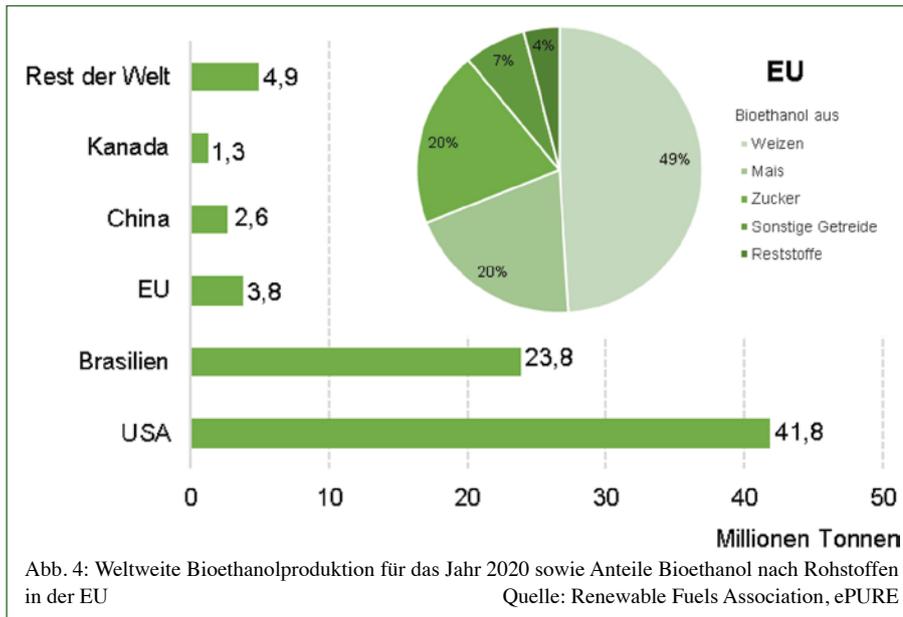
butylether (ETBE, Kraftstoffadditiv hergestellt aus Bioethanol) beigemischt. Die meistverkaufte Benzinsorte ist mit einem Marktanteil von knapp 82% Super (E5). Die Kraftstoffsorte Super E10 mit einem Volumenanteil an Bioethanol von bis zu 10% hatte im Jahr 2020 einen Anteil von 13,9% auf dem Benzinmarkt. Super E10 ist mittlerweile in 14 Mitgliedsstaaten der EU verfügbar, Großbritannien und Schweden planen die Markteinführung noch für das laufende Jahr. Mit dem Einsatz von Bioethanol im Verkehrssektor konnten in Deutschland im Jahr 2020 insgesamt 3,1 Mio. t CO₂-Äquivalente im Vergleich zum fossilen Benzin eingespart werden.

7. Bioethanol in der EU und weltweit

Weltweit wurden im Jahr 2020 rund 78,3 Mio. t Bioethanol für Kraftstoffanwendungen hergestellt [27]. Mit einer jährlichen Produktion von mehr als 40 Mio. t sind die USA Hauptproduzent von Bioethanol. Als Rohstoff für die Herstellung des Alkohols wird dort nahezu ausschließlich Mais verwendet, wobei im Jahr 2020 35% der gesamten Maisernte von über 360 Mrd. t zu Bioethanol verarbeitet wurde [28].

Im Jahr 2020 stammten 23,8 Mio. t der weltweiten Bioethanolproduktion aus Brasilien [27]. In der größten Volkswirtschaft Südamerikas wird Benzin mindestens ein Anteil von 20–25% Bioethanol beigemischt, denn 85% aller neu zugelassenen Fahrzeuge sind Flex-Fuel-Fahrzeuge [29]. Rohstoff für die brasilianische Bioethanolerzeugung ist insbesondere Zuckerrohr. Jedoch nimmt der Anteil der aus Mais erzeugten Alkoholmenge stark zu. Aktuell werden 95% Bioethanol aus Zuckerrohr und 5% aus Mais hergestellt [30].

Die EU hat eine Produktionskapazität von 7,8 Mio. t und lieferte im Jahr 2020 bei einer Anlagenauslastung von 87% Bioethanol für den Kraftstoffsektor (82%), industrielle Zwecke (9%) sowie für Nahrungs- und Getränkemittel (9%) [31]. Nahezu 50% des hergestellten Bioethanols wurden aus Mais gewonnen,



jeweils 20% stammten aus Weizen und Zuckerrüben. Für die Produktion werden nahezu ausschließlich europäische Rohstoffe verwendet.

8. Defossilisierung des Verkehrssektors

Zur nationalen Umsetzung der europäischen Vorgaben setzt Deutschland auf die Weiterentwicklung der sogenannten THG-Minderungsquote. Durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz [32] sind Mineralölunternehmen seit 2015 dazu verpflichtet, die THG-Emissionen der von ihnen in Verkehr gebrachten Kraftstoffe um einen bestimmten Prozentanteil zu senken. Diese Verpflichtung kann durch die Beimischung von Biokraftstoffen wie z. B. Bioethanol oder Biodiesel zu fossilen Kraftstoffen erfüllt werden. Seit 2020 liegt die THG-Quote bei 6% und soll bis 2030 stufenweise auf 25% angehoben werden. Auf diese Weise soll die Nutzung alternativer Energieträger gefördert und der Verkehrssektor schrittweise defossilisiert werden.

9. Literatur

- Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes – Deutscher Bundestag, Drucksache 19/30230 (Juni 2020)
- www.bmu.de/pressemitteilung/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent/ (abgerufen am 8. Juli 2021)

- www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/ende-energieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#spezifischer-energieverbrauch-sinkt (abgerufen am 8. Juli 2021)

- www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/grafik-dossier-erneuerbare-energien-im-verkehr (abgerufen am 8. Juli 21)

- Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2020 – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020), Kap. 6.4, S. 62

- Costenoble, O., und T. de Groot: Engine tests with new types of biofuels and development of biofuel standards. – Horizon2020, SA/CEN/RESEARCH/EFTA/000/2014-13 (2020)

- https://ec.europa.eu/energy/studies/e2025-technical-development-study_da

- www.bdb.de/mediacenter/presseinformationen/verbrauchstests-mit-super-e10-benzin-weniger-schadstoffe-und-kein-mehrverbrauch (abgerufen am 8. Juli 21)

- Singer, A., M. Kortschack, M. Jakob und J. Krahl: Investigation of gasoline and diesel engine related alternative fuels using series vehicles in RDE test cycles. – Konferenz Kraftstoffe der Zukunft (2021)

- Müller, S., G. Dennison, and Sh. Liu: An Assessment on Ethanol-Blended Gasoline/Diesel Fuels on Cancer Risk and Mortality. – Int. J. Environ. Res. Public Health **18** (2021), p. 6930

- www.bdb.de/bioethanol/verfahren (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.cropenergies.com/de/produkte (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.nordzucker.com/de/expertise-produkte/ (abgerufen am 8. Juli 21)

- EU-feed protein balance sheet- 2020/21. – [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/balance-](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/balance-sheets-sector/oilseeds-and-protein-crops_en)

[sheets-sector/oilseeds-and-protein-crops_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/balance-sheets-sector/oilseeds-and-protein-crops_en) (abgerufen am 8. Juli 21)

- BDBE-Statistik, basierend auf Daten der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft

- Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2020 – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020), Kap. 6.1, S. 37 ff.

- BDBE-Berechnung auf Basis von Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2020 – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020), Kap. 6, S. 41–47, 54/55

- Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker. – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2021), Kap. 3, S. 7 ff.

- https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de (abgerufen am 8. Juli 21)

- Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001. – https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ.L:2018:328:TOC (abgerufen am 8. Juli 21)

- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Bundesamt für Justiz: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen. – www.gesetze-im-internet.de/biokraft-nachv/ (abgerufen am 8. Juli 21)

- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Bundesamt für Justiz: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung. – www.gesetze-im-internet.de/biost-nachv/ (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.redcert.org/ (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.iscc-system.org/ (abgerufen am 8. Juli 21)

- Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2020 – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2020), Kap. 6.4, S.65

- Mineralölstatistik des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

- <https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/> (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.worldofcorn.com/#corn-used-of-ethanol-and-ddg-production (abgerufen am 8. Juli 21)

- <https://anfavea.com.br/estatisticas-copiar-3> (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.udop.com.br/noticia/2020/04/24/brasil-registra-a-maior-producao-de-etanol-da-sua-historia.html (abgerufen am 8. Juli 21)

- www.epure.org/wp-content/uploads/2020/11/200813-DEF-PR-ePURE-infographic-European-renewable-ethanol-key-figures-2019_web.pdf (abgerufen am 8. Juli 21)

- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Bundesamt für Justiz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. – www.gesetze-im-internet.de/bimsg/ (abgerufen am 8. Juli 2021)