

Biogene Kraftstoff- Beimischung als Beitrag zur Erreichung der Klimaziele 2030

Konkreter Vorschlag für den Markt-
hochlauf von Biokraftstoffen in
Österreich

Datum 19. Jänner 2024

Nummer 957 TR N-31-378-0

Autorenteam **BEST GmbH**
Doris Matschegg
Dina Bacovsky



Economica GmbH
Markus Fichtinger
Georg Graser
Alex Zanol



Auftraggeber ÖAMTC

BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
office@best-research.eu
www.best-research.eu
FN 232244k
Landesgericht für ZRS Graz
UID-Nr. ATU 56877044



Inhalt

1	Einleitung und Vorgehensweise	4
2	Entwicklung des Kraftstoffbedarfs im Status quo bis 2030	5
3	Benötigte Kraftstoffmengen je Kraftstoffqualität	9
4	Potentielle THG-Reduktion im Verkehrssektor	14
5	Bedarf an Biokraftstoffen aus bestimmten Rohstoffkategorien	20
6	Sozio-ökonomische Auswirkungen einer erhöhten Beimischung von biogenen Kraftstoffen	25
7	Diskussion und Schlussfolgerungen	30
8	Verzeichnisse	31

1 Einleitung und Vorgehensweise

Die gegenständliche Studie wurde im Auftrag des ÖAMTC vom Biomasseforschungszentrum BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH und dem Wirtschaftsforschungsinstitut Economica GmbH durchgeführt. Der Studie liegt die Überlegung zugrunde, dass eine Reduktion der THG-Emissionen im Verkehrssektor um -48% im Vergleich zu 2005 auf Basis der derzeitigen Maßnahmen in 2030 nicht möglich scheint. Es werden daher die Auswirkungen einer erhöhten biogenen Beimischung untersucht.

Die Studie erhebt die potentielle Reduktion der THG-Emissionen des Verkehrssektors durch die Einführung von Kraftstoffqualitäten mit höherem biogenem Anteil bis 2030, unter den Annahmen einer Erhöhung der E-Mobilität und Verringerung des Kraftstoffexports („Tanktourismus“). Ziel der Studie ist zu erheben, ob ein Reduktionsziel von -48% THG-Emissionen im Vergleich zu 2005 im Verkehrssektor mit diesen Maßnahmen bis 2030 in Österreich erreicht werden kann, und welche Auswirkungen sie auf Rohstoff- und Biokraftstoffnachfrage und die Preise an der Zapfsäule haben.

In einem ersten Schritt wurde der Kraftstoffbedarf im Straßenverkehr bis 2030 modelliert. Die Berechnungen für den Pkw-Verkehr basieren auf Prognosen zur Entwicklung von Pkw-Bestand und Pkw-Neuzulassungen von Fichtinger et al. (2023). Diesen liegen optimistische Annahmen zum Tempo des Umstiegs auf E-Mobilität zugrunde, sowohl was das Verhalten der Haushalte als auch die Rate des technologischen Fortschritts betrifft. Für die Ermittlung des Kraftstoffbedarfs des Lkw-Verkehrs wurde eigens für diese Studie ein Prognosemodell erstellt.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurde je ein Szenario mit einer vollständigen und einer stufenweisen Einführung von Biokraftstoffen mit einem biogenen Anteil von 33% entwickelt. Daraus wurden der zukünftige Kraftstoffbedarf je Kraftstoffqualität und deren potentielle THG Reduktion ermittelt. Die THG Reduktion wurde mit der UNFCCC Methodik berechnet. Diese berücksichtigt lediglich direkte Emissionen; Emissionen aus der Vorkette werden anderen Sektoren zugeordnet. Bei dieser Methodik werden demnach Emissionen aus der E-Mobilität bzw. Biokraftstoffe mit Null in der Bilanz berücksichtigt, bilanziert wird somit die Reduktion der fossilen Kraftstoffe.

Des Weiteren wurde untersucht, welche Auswirkungen eine Erhöhung der Biokraftstoffe auf die Rohstoffe und diesbezügliche Ziele haben. Die europäische Gesetzgebung, welche zum Teil gerade neu verhandelt wird, sieht Sub-Ziele und Limitierungen für gewisse Rohstoffkategorien vor. Diese Studie untersucht den Bedarf an Biokraftstoffen aus bestimmten Rohstoffen unter Einhaltung der Sub-Ziele der Gesetzgebung.

Außerdem wurde untersucht, wie sich die Preise der Kraftstoffqualitäten durch eine Erhöhung des biogenen Anteils entwickeln und welche Auswirkung diese auf den zukünftigen Kraftstoffbedarf und die Mobilität haben werden.

2 Entwicklung des Kraftstoffbedarfs im Status quo bis 2030

Die gegenständliche Studie geht davon aus, dass Österreich bis 2030 die Emissionen in den Sektoren außerhalb des EU ETS um 48% gegenüber 2005 senken muss. Somit lässt sich für den Straßenverkehr ein Zielwert in Höhe von 12,8 Millionen Tonnen ermitteln.

Gemäß Verbrauchsstatistik des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität Innovation und Technologie wurden 2022 in Österreich rund 6,1 Millionen Tonnen Dieselmotorkraftstoff und 1,4 Millionen Tonnen unverbleite Motorenbenzine abgesetzt. Dies entspricht einem Plus bei Benzin um 4,1 Prozent bzw. einer Reduktion bei Diesel um 5,7 Prozent im Vergleich mit dem Vorjahr.¹

Das Umweltbundesamt beziffert die CO₂-Äquivalentemissionen 2021 (neuere Daten sind bei Erstellung der Studie noch nicht verfügbar) für den Straßenverkehr mit 21,4 Millionen Tonnen, wobei 11,78 auf den Pkw-Verkehr und 9,5 auf den Lkw-Verkehr entfallen. Der Kraftstoffexport ist mit knapp 5 Millionen Tonnen für etwa ein Viertel der Emissionen im Straßenverkehr verantwortlich.

In diesem Abschnitt soll nun die Entwicklung des Kraftstoffbedarfs bis 2030 modelliert werden. Dazu werden Abschätzungen zu den zukünftigen Pkw- und Lkw-Beständen- bzw. Neuzulassungen benötigt. Emissionen aus den Bereichen „Mofas“ und „Motorräder“ werden in dieser Studie vernachlässigt.²

Für die Prognosen, die den Pkw-Verkehr betreffen, wird auf eine Vorstudie von Economica (Fichtinger et al. 2023) zurückgegriffen.³ Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Pkw-Bestand 2030 aus rund 2,9 Millionen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, 1,3 Millionen Hybriden und knapp 1,1 Millionen batterieelektrischen Fahrzeugen zusammensetzen wird (siehe Abbildung 2-1).

¹ <https://www.wko.at/oe/industrie/mineraloelindustrie/verbrauchsstatistik-erdoelprodukte-2022.pdf>

² Die motorisierten Zweiräder waren 2021 für Emissionen von 149 kt CO₂-Äquivalenten verantwortlich. Dies entspricht 0,69 % der Emissionen im Straßenverkehr.

³ Die Studie stützt sich auf adaptierte Zahlen von Arthur D. Little und unterstellt einen konstanten Motorisierungsgrad, sowie ein rasches Tempo beim Umstieg auf E-Mobilität. Dies wird unter anderem durch eine steigende Nutzungsdauer von alternativen Antriebsarten argumentiert.

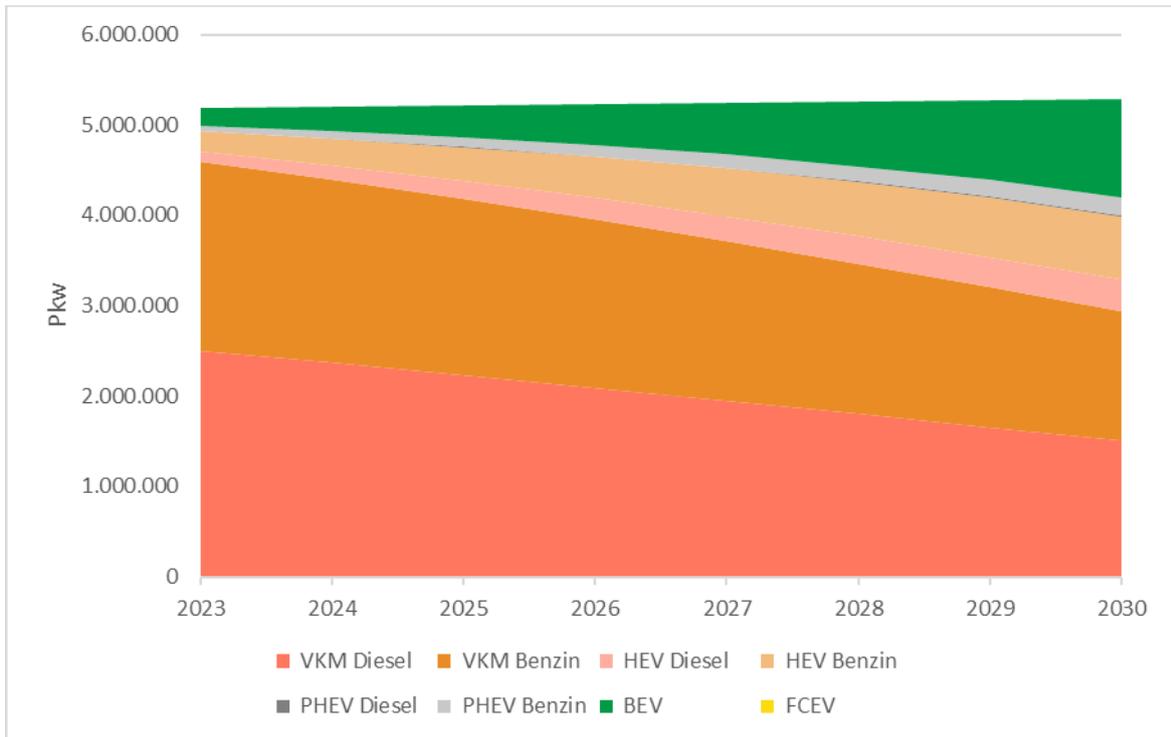


Abbildung 2-1: Prognostizierter Pkw-Bestand 2023–2030

Zur Ermittlung der Emissionen fehlen sodann noch Informationen zur Fahrleistung der Pkw. Dazu werden Zahlen, die vom Umweltbundesamt veröffentlicht werden, herangezogen. Um die Effekte der drastischen Mobilitätseinschränkungen, die mit den Corona-Schutzmaßnahmen einhergegangen sind, zu exkludieren, wurden nicht die aktuellsten verfügbaren Daten verwendet, sondern jene für das Jahr 2019. Die jeweiligen Kilometerleistungen je Antriebsart sind in Tabelle 2-1 aufgelistet.

Tabelle 2-1: Fahrleistungen je Antriebsart in Kilometer

VKM Benzin	VKM Diesel	HEV Benzin	HEV Diesel	PHEV Benzin	PHEV Diesel
10.300	16.800	10.300	16.800	14.900	14.900

Quelle: Umweltbundesamt 2021 (Datenstand 2019)

Exkurs: Treibstoffpreise und CO₂-Bepreisung

Neben Maßnahmen, wie Ankaufsförderungen, die den Umstieg auf E-Mobilität beschleunigen sollen, stellen vor allem die Endkundenpreise für Treibstoffe eine wichtige Stellschraube dar, um die Emissionen zu begrenzen und die Klimaziele zu erreichen. In Österreich wird seit Oktober 2022 für CO₂-Emissionen, die nicht dem EU-ETS unterliegen (im EU-ETS werden die Emissionen von europaweit rund 10.000 Anlagen der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie erfasst; zusammen verursachen diese Anlagen rund 36 % der Treibhausgas-Emissionen in Europa), ein gesetzlich festgelegter Preis von 30 Euro je Tonne erhoben. Dieser soll bis 2025 schrittweise auf 55 Euro ansteigen. Allerdings kann es aufgrund von starken Energiepreisveränderungen durch einen sogenannten Preisstabilitätsmechanismus zu einem langsameren oder schnelleren Anstieg des CO₂-Preises kommen.

Die durchschnittlichen Treibstoffpreise von Januar bis Oktober 2023 beliefen sich auf 1,60 Euro für Benzin und 1,64 Euro für Diesel. Die geplante CO₂-Bepreisung wird unmittelbar zu einer Erhöhung des Endkundenpreises von Diesel und Benzin führen. Dadurch werden die Autofahrer und Autofahrerinnen dazu angetrieben werden, ihre Fahrleistung entsprechend ihrer Preissensibilität proaktiv einzuschränken.

Unter der Annahme, dass die CO₂-Bepreisung in ihrer aktuell gültigen Fassung bestehen bleibt und ab 2025 konstant fortgeschrieben wird und die Autofahrer und Autofahrerinnen daraufhin ihr Fahrverhalten anpassen (reduzieren) ergibt sich für 2030 ein prognostizierter Kraftstoffbedarf in Höhe von 1,3 Milliarden Liter Benzin und 1,7 Milliarden Liter Diesel.⁴ Dies korrespondiert mit Treibhausgasemissionen in Höhe von 6,7 Millionen Tonnen.

Da für die Ermittlung des Treibstoffbedarfs des Lkw-Verkehrs keine Prognosen bis 2030 vorliegen, wurde für diese Studie eine neues Prognosemodell erstellt. Dieses basiert auf der Unterstellung eines linearen Zusammenhangs zwischen der Wirtschaftsleistung und dem Lkw-Fahrzeugbestand. Gestützt auf Wirtschaftsprognosen der OECD⁵ lässt sich so die Anzahl Lkw bis 2030 schätzen.

⁴ Angemerkt sei an dieser Stelle, dass der annahmegemäße Wegfall des Kraftstoffexports diese Ergebnisse begünstigen.

⁵ World Economic Outlook 2022 (OECD)

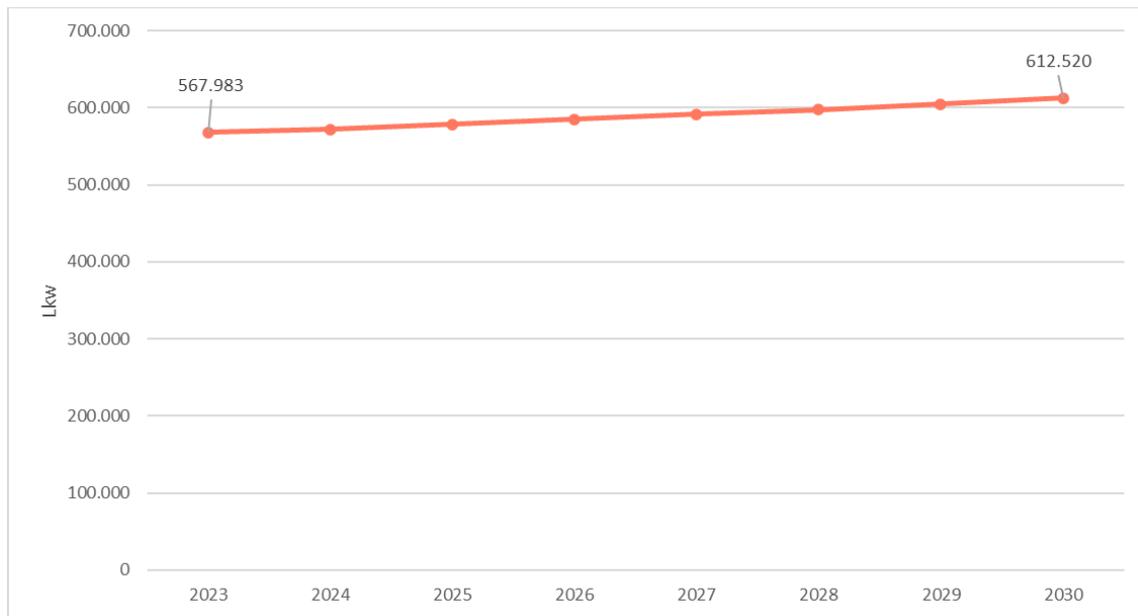


Abbildung 2-2: Prognostizierter Lkw-Bestand 2023–2030

Auf Basis dieser Annahmen, wird für 2030 ein Bestand von über 612.000 Lkw errechnet (siehe Abbildung 2-2). Im Rahmen der Studie wird davon ausgegangen, dass die steigenden Kraftstoffpreise nur bei Pkw zu Mobilitätseinschränkungen – wenn auch nur im geringen Ausmaß – führen. Für die Lkw wird hingegen angenommen, dass diese auf die Preissteigerungen nicht reagieren (können). Diese Annahme wird auch in Anbetracht des hier moderaten Preisanstiegs über die Jahre getroffen, der daher für die Veränderung der Berufs- und Handelsverkehrsdynamiken nicht stark genug wäre. Somit ergibt sich für 2030 ein rechnerischer Kraftstoffverbrauch von 2,7 Milliarden Liter Diesel – exklusive Kraftstoffexport – was THG-Emissionen in Höhe von 6,5 Millionen Tonnen bedeuten würde.

3 Benötigte Kraftstoffmengen je Kraftstoffqualität

Der in Kapitel 2 prognostizierte Kraftstoffbedarf wurde für die Berechnung der biogenen Kraftstoffmengen als Basis herangezogen. Folgende Kraftstoffqualitäten wurden für diese Studie berücksichtigt:

- Diesel
 - B7 (fossil 93%, FAME 7%)
 - R33 Diesel (fossil 67%, FAME 7%, HVO 26%)
 - P100 (HVO 50%, Fischer-Tropsch Diesel 50%)
- Benzin
 - E10 (fossil 90%, Ethanol 10%)
 - R33 Benzin (fossil 67%, Ethanol 10%, Bio-Naphtha oder Ähnliches 23%)

Die Kraftstoffqualitäten B7 (7% FAME in Diesel) und E10 (10% Ethanol in Benzin) werden bereits flächendeckend an österreichischen Tankstellen angeboten. Bei R33 Diesel und Benzin handelt es sich um Qualitäten mit einem biogenen Anteil von 33%. Diese werden bereits hergestellt und unter dem Markennamen „Blue Diesel“ bzw. „Blue Gasoline“ vereinzelt in Deutschland angeboten. Sowohl R33 Diesel als auch R33 Benzin sind laut Herstellerangaben nach DIN EN 228 (Benzin) bzw. DIN EN 590 (Diesel) für die Verwendung im Straßenverkehr zugelassen⁶. Auch geringere Beimischungen von HVO (unter 26%) sind von der Norm abgedeckt. Biogene Reinanwendungen, wie z. B.: P100, bestehend aus 50% HVO und 50% Fischer-Tropsch Diesel wurden bei der Studie zwar berücksichtigt, es wird aber davon ausgegangen, dass diese nicht vor 2030 eingeführt werden.

Sofortige, flächendeckende Umstellung auf R33

Für diese Studie zum Markthochlauf von Biokraftstoffen in Österreich wurde angenommen, dass im Jahr 2026 R33 Diesel für die Substitution von Diesel und im Jahr 2028 R33 Benzin als Substitution für Benzin eingeführt wird. Die Reinanwendung (P100) von HVO oder FT-Diesel wurde erst für nach dem Betrachtungszeitraum von 2030 angenommen. Vereinfacht wurde angenommen, dass die betrachteten Kraftstoffqualitäten 100% darstellen (Reinanwendungen von fossilen oder biogenen Kraftstoffen wurden nicht berücksichtigt).

Die Anteile der Biokraftstoffe am Gesamtbedarf bei einer vollständigen und sprunghaften Einführung von R33 Diesel und R33 Benzin sind in Tabelle 3-1 dargestellt. Dieses Szenario geht davon aus, dass R33 die bestehenden Kraftstoffqualitäten sofort und vollumfänglich ersetzt.

⁶ <https://www.bft.de/themen/uberzeugungsarbeit-fur-die-zukunft-flussiger-kraftstoffe>

Tabelle 3-1: Anteil Biokraftstoffe am Gesamtbedarf bei vollständiger Einführung (in %)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
B7	100	100	100	100	0	0	0	0	0
R33 Diesel	0	0	0	0	100	100	100	100	100
E10	100	100	100	100	100	100	0	0	0
R33 Benzin	0	0	0	0	0	0	100	100	100

Anhand der Daten für den prognostizierten Kraftstoffbedarf von Economica und den angenommenen Anteilen an Biokraftstoffen bis 2030 wurden die Kraftstoffmengen je Kraftstoff ermittelt. Diese sind in Abbildung 3-1 dargestellt. Die Reduktion des fossilen Diesels von 6.784 Millionen Liter auf 2.883 Millionen Liter im Jahr 2030 ist gut ersichtlich. Durch die sprunghafte Einführung von R33 in den Jahren 2026 (Diesel) und 2028 (Benzin) ist die Substitution der fossilen Kraftstoffe durch HVO und Bio-Naphtha klar erkennbar. Der Anteil von FAME und Ethanol ist leicht rückläufig, dies lässt sich durch die gleichbleibende Beimischung und die generelle Abnahme des Kraftstoffbedarfs erklären.

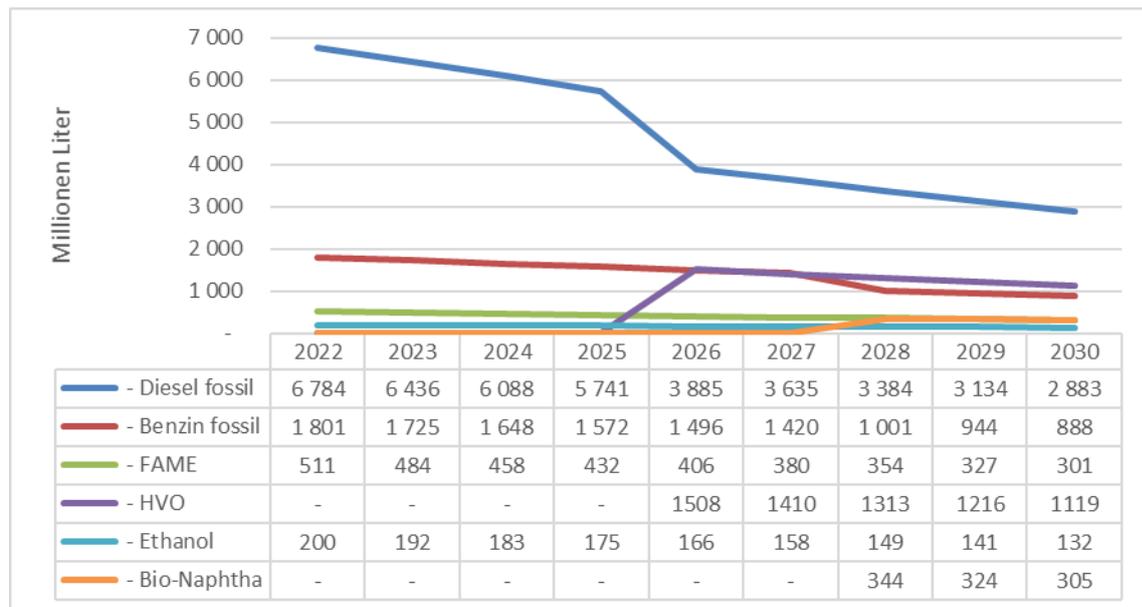


Abbildung 3-1: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei vollständiger Einführung (in Millionen Liter)

Abbildung 3-2 zeigt dieselbe Ausgangssituation ohne die fossilen Kraftstoffe um den starken Anstieg von, vor allem HVO, zu verdeutlichen.

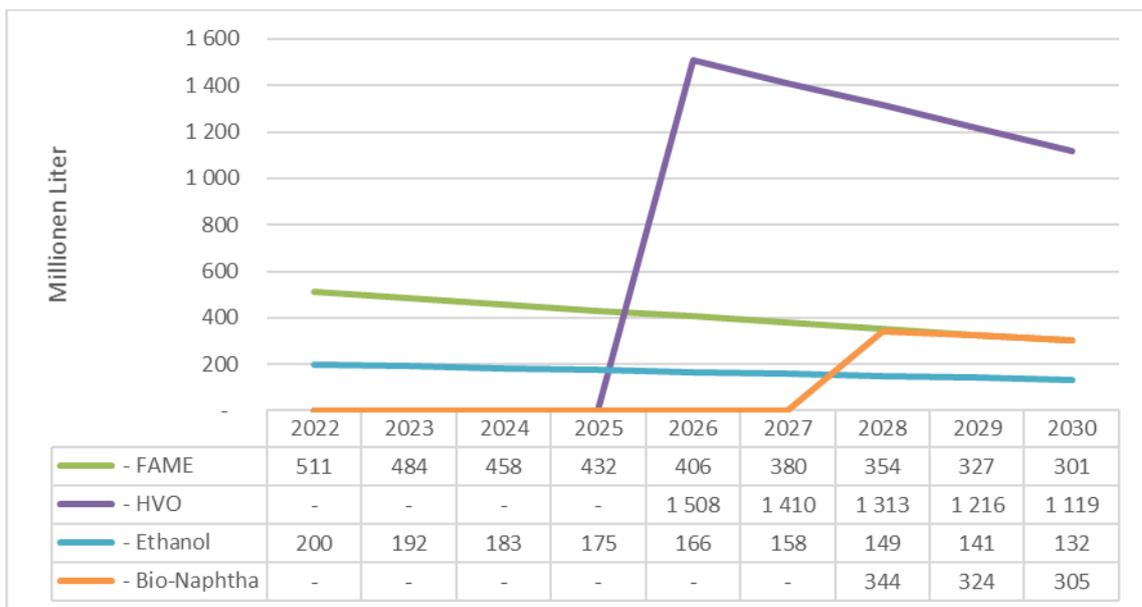


Abbildung 3-2: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei vollständiger Einführung ohne fossile Kraftstoffe (in Millionen Liter)

Dieses sprunghafte Szenario zeigt das Reduktionspotential der THG-Emissionen, welche durch die Einführung von 100% der Kraftstoffqualitäten R33 Diesel und R33 Benzin ermöglicht werden würde (siehe Abbildung 4-1). Das angestrebte Ziel könnte dadurch auch deutlich überschritten werden. Allerdings wird dieses Szenario aufgrund des starken Bedarfsanstiegs als nicht realistisch erachtet. Aus diesem Grund wurde auch eine stufenweise Einführung von R33 untersucht. Dieses wird als deutlich realistischer angesehen. Zudem kann das angestrebte Ziel auch in diesem Szenario erreicht werden.

Stufenweise Einführung von R33

Im Sinne einer einfachen Markteinführung könnte die Umsetzung so passieren, dass dem fossilen Kraftstoff zusätzlich zu 7% FAME im Fall von Diesel bzw. 10% Ethanol im Fall von Benzin auch noch jeweils ein Anteil von HVO bzw. Bio-Naphtha zugefügt wird. Dieser Anteil würde über die Jahre sukzessiv ansteigen.

Die stufenweise Einführung der Kraftstoffqualitäten ist in Tabelle 3-2 ersichtlich. R33 Diesel und R33 Benzin werden ebenfalls in den Jahren 2026 und 2028 eingeführt, aber im Unterschied zur vollständigen Einführung erfolgt diese stufenweise in 5% Schritten. Zudem werden in diesem Szenario bis 2030 nur 25% R33 Diesel und 15% R33 Benzin eingeführt. Der restliche Kraftstoffbedarf wird weiterhin mit B7 und E10 gedeckt. Daraus ergibt sich in 2030 ein biogener Anteil von insgesamt 13,5% in Diesel (FAME und HVO) und ebenfalls 13,5% in Benzin (Ethanol und Bio-Naphtha oder Ähnliches).

Tabelle 3-2: Anteil Biokraftstoffe am Gesamtbedarf bei stufenweiser Einführung (in %)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
B7	100	100	100	100	95	90	85	80	75
R33 Diesel	0	0	0	0	5	10	15	20	25
E10	100	100	100	100	100	100	95	90	85
R33 Benzin	0	0	0	0	0	0	5	10	15

Abbildung 3-3 zeigt die benötigten Kraftstoffmengen je Kraftstoff bis zum Jahr 2030 in Millionen Liter. Aufgrund der erhöhten Beimischung von biogenen Kraftstoffen und des reduzierten Kraftstoffbedarfs ist ein klarer Abwärtstrend bei fossilem Diesel erkennbar. Während im Jahr 2022 noch 6.784 Millionen Liter Diesel benötigt werden, sinkt dieser Wert im Jahr 2030 auf 3.722 Millionen Liter. Die Einführung von R33 als Substitut von Diesel und Benzin lässt den Bedarf für HVO und Bio-Naphtha ansteigen. Der Bedarf für Ethanol und FAME ist leicht rückläufig, dies lässt sich auf den reduzierten Kraftstoffbedarf und die gleichbleibende Beimischungsquote zurückführen. Da für die Produktion von FAME und HVO dieselben Rohstoffe verwendet werden, kann der erhöhte Rohstoffbedarf für die Produktion von HVO teilweise durch den Bedarfsrückgang von FAME abgedeckt werden. Bio-Naphtha ist ein Nebenprodukt der HVO Produktion, somit erhöht sich das Angebot von Bio-Naphtha bei erhöhter HVO Produktion⁷.

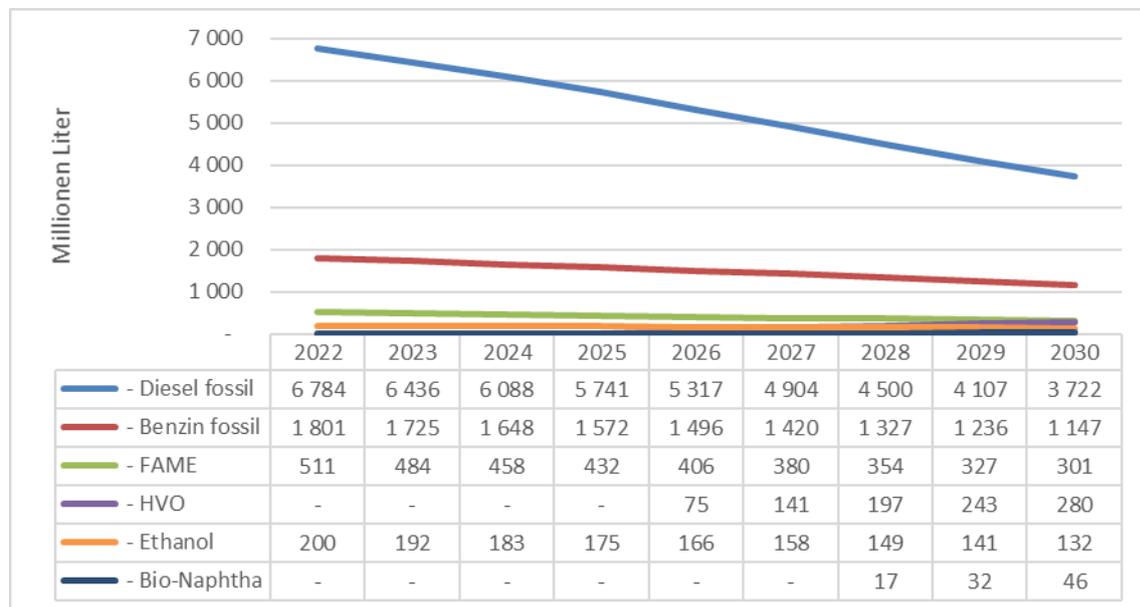


Abbildung 3-3 Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei stufenweiser Einführung (in Millionen Liter)

Abbildung 3-4 zeigt die benötigten Kraftstoffmengen je Kraftstoff bis zum Jahr 2030 ohne fossilen Diesel und Benzin. Der Anstieg von HVO und Bio-Naphtha ist im Vergleich zur vollständigen

⁷ <https://www.etipbioenergy.eu/value-chains/conversion-technologies/conventional-technologies/hydrotreatment-to-hvo>

Einführung deutlich moderater. Durch den prognostizierten Kraftstoffrückgang (erhöhte E-Mobilität, Wegfall des Tanktourismus) müssen die Mengen an biogenen Dieselsubstituten bis 2030 nur marginal steigen, von 511 Millionen Liter in 2022 auf 581 Millionen Liter in 2030. Die Art des Kraftstoffs würde sich allerdings verändern (weniger FAME, mehr HVO). Bei biogener Benzin-substitution sinkt der Gesamtbedarf von 200 Millionen Liter in 2022 auf 178 Millionen Liter in 2030. Gesamt steigt der Bedarf an Biokraftstoffen von 711 Millionen Liter im Jahr 2022 auf 759 Millionen Liter im Jahr 2030 an, was in etwa 7% entspricht.

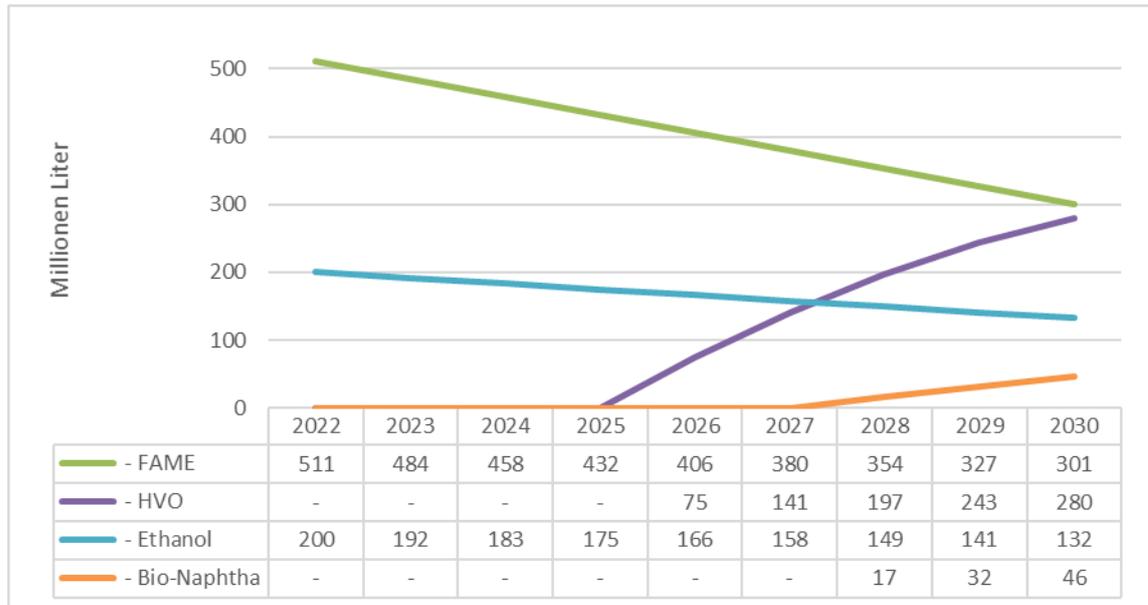


Abbildung 3-4: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei stufenweiser Einführung ohne fossile Kraftstoffe (in Millionen Liter)

4 Potentielle THG-Reduktion im Verkehrssektor

Nach UNFCCC⁸ (United Nations Framework Convention on Climate Change) Methodik, werden nur direkte Emissionen aus dem Verkehrssektor in die Berechnung miteinbezogen. Die Vorkette der Biokraftstoffe oder der E-Mobilität (Stromproduktion) werden nicht dem Verkehrssektor zugerechnet. Das bedeutet, dass z. B. der Anbau der Rohstoffe dem Landwirtschaftssektor zugeteilt wird. Bei der Berechnung der THG-Emissionsreduktion wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die Biomasse, aus der die Kraftstoffe erzeugt werden, während des Wachstums dieselbe Menge an CO₂ aus der Atmosphäre entzieht, wie bei der Verbrennung des Kraftstoffes entsteht. Bei der Berechnung der österreichischen Treibhausgasbilanz werden Biokraftstoffe mit Null in der Bilanz berücksichtigt. Da Elektrofahrzeuge im Betrieb kein CO₂ emittieren, werden sie ebenfalls mit Null in der Bilanz berücksichtigt.

Die Europäischen Mitgliedstaaten berichten in den nationalen THG-Inventuren demnach nur die direkten Emissionen. Die wesentliche Grundlage zur Berechnung sind die IPCC 2006 Reporting Guidelines⁹. Der „Austria’s National Inventory Report 2022“, publiziert vom Umweltbundesamt, berücksichtigt fossile Kraftstoffe mit 3,153 kgCO_{2eq}/kg Kraftstoff¹⁰. Bei einer Dichte von 0,83 kg/l für Diesel und 0,74 kg/l für Benzin, ergibt sich ein Wert von 2.614 gCO_{2eq}/l Diesel und 2.331 gCO_{2eq}/l Benzin.

Die vorliegende Studie geht davon aus, dass im Falle eines rechtlich verbindlichen sektorspezifischen Ziels für den Verkehrssektor von einer Reduktion um 48 Prozent auszugehen ist. Zum einen würde dies dem Reduktionsziel für Österreich über alle Sektoren gemäß Effort-Sharing-Verordnung entsprechen, zum anderen wurde eine Reduktion um 48 Prozent im Verkehrssektor auch im Entwurf des NEKP¹¹ als Ergebnis von Szenarienberechnungen dargestellt. Darüber hinaus wurde diese Zielsetzung im Entwurf für ein neues Klimaschutzgesetz (KSG) im Jahr 2021 vorgesehen.

Die gegenständliche Studie zielt daher darauf ab, zu ermitteln, ob das THG-Reduktionsziel im Verkehrssektor bis 2030 mit der Erhöhung von E-Mobilität, Verringerung des Kraftstoffexports und einer erhöhten biogenen Beimischung erreichbar ist.

Laut Klimaschutzbericht betragen die THG-Emissionen im österreichischen Verkehrssektor, im Jahr 2005, 24,6 Millionen Tonnen¹². Der Verkehrssektor ist einer der Hauptverursacher der THG-Emissionen in Österreich, dazu zählen hauptsächlich der Pkw- und Lkw-Verkehr, aber auch Emissionen aus Schienenverkehr und nationalem Flugverkehr werden dem Verkehrssektor

⁸ <https://unfccc.int/>

⁹ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

¹⁰ <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0811.pdf>

¹¹ https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:34c13640-4532-4930-a873-4eccc4d3001/NEKP_Aktualisierung_2023_2024_zur_Konsultation_20230703.pdf

¹² <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0871.pdf>

zugeordnet. Die gegenständliche Studie berücksichtigt in erster Linie den Pkw- und Lkw-Verkehr. Beim Schienenverkehr wurde vereinfacht angenommen, dass die dafür benötigte Energiemenge des Jahres 2022 auch in den Folgejahren bis 2030 verbraucht wird. Dazu wurde vereinfacht das Modell von Economica mit dem energetischen Endverbrauch des Verkehrssektors im Jahr 2022 (343.108,206 TJ)¹³ gegengerechnet. Die THG-Emissionen des Schienenverkehrs sowie des nationalen Flugverkehrs wurden nicht berücksichtigt. Emissionen aus mobilen Geräten und Maschinen, wie Traktoren und Baumaschinen, werden laut Umweltbundesamt nicht dem Verkehrssektor zugerechnet¹⁴.

Die potentielle THG Reduktion im Verkehrssektor durch die vollständige und sprunghafte Einführung von R33 Diesel und R33 Benzin beträgt 61%, wie in Abbildung 4-1 ersichtlich. Das in dieser Studie angestrebte Ziel kann demnach unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Annahmen schon im Jahr 2027 erreicht werden, noch vor der Einführung von R33 Benzin. Das 2030 Ziel kann in diesem Szenario sogar deutlich übertroffen werden.

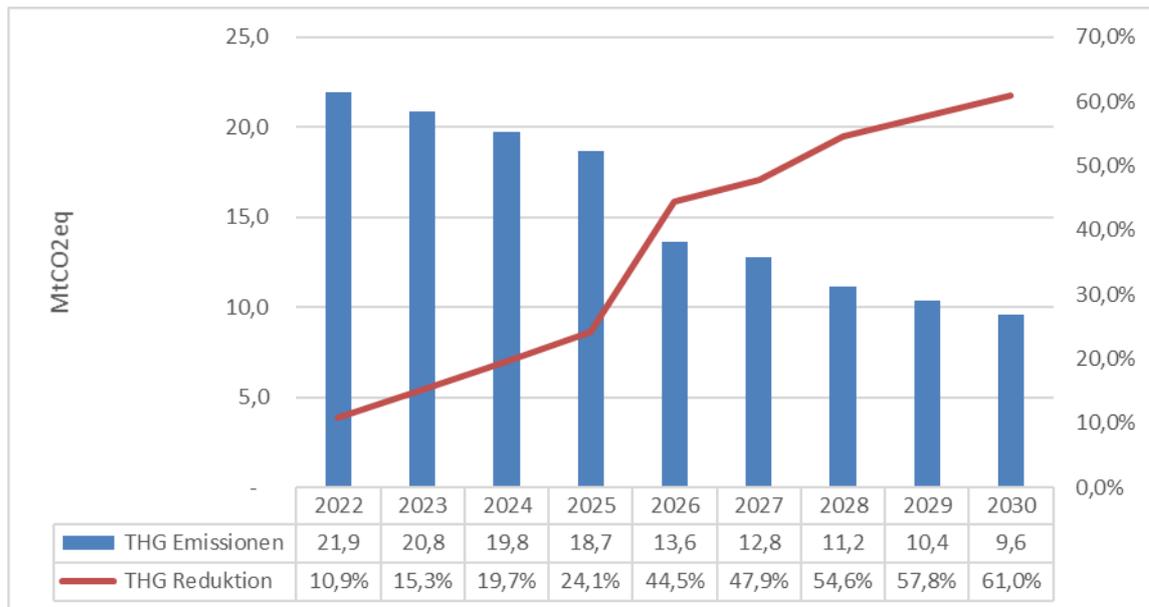


Abbildung 4-1: Reduktion der THG-Emissionen im Verkehrssektor bei vollständiger Einführung

¹³ <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>

¹⁴ <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/mobilitaet/mobilitaetsdaten/verkehr-treibhausgase>

Bei der stufenweisen Einführung von R33 kann eine THG Reduktion von 49,6% im Jahr 2030 erreicht werden, das angestrebte Ziel kann somit auch in diesem Szenario erreicht werden.

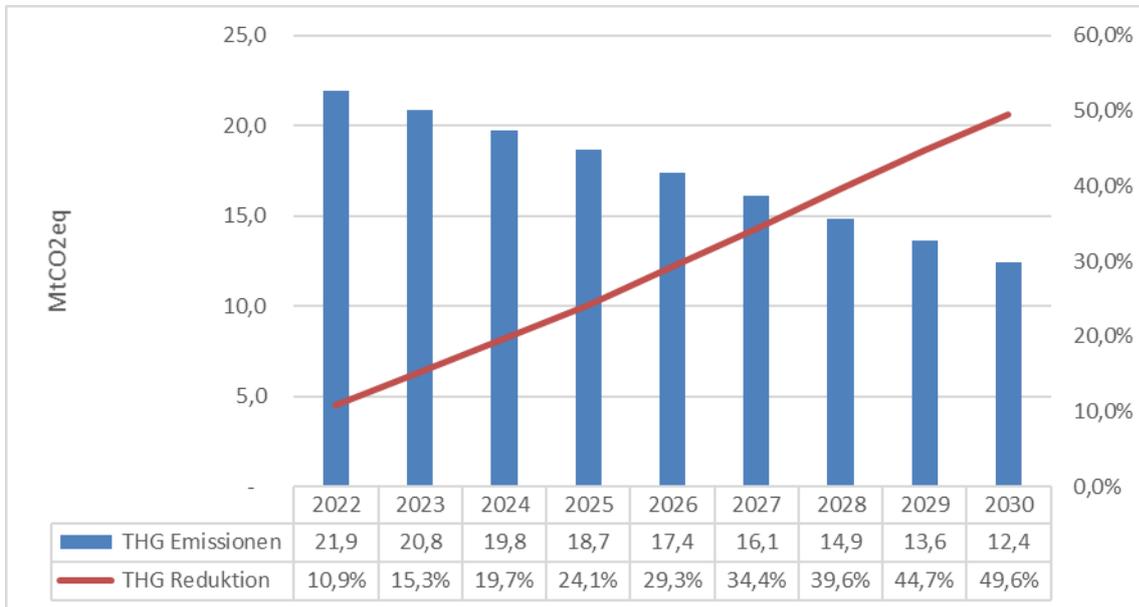


Abbildung 4-2: Reduktion der THG-Emissionen im Verkehrssektor bei stufenweiser Einführung

4.1 THG-Intensität der Kraftstoffe (inklusive Vorkette)

Obwohl die Vorkette der Biokraftstoffe für die Zielerreichung nicht berücksichtigt wird, wird in diesem Abschnitt ermittelt, wie sich die THG-Intensität der Kraftstoffe bei der Einführung von R33 entwickeln kann.

Die Erneuerbare Energien Richtlinie berücksichtigt Diesel mit 95,1 gCO_{2eq}/MJ (3.424 gCO_{2eq}/l Diesel) und Benzin mit 93,3 gCO_{2eq}/MJ (2.986 gCO_{2eq}/l) für die Berechnung der THG-Intensität¹⁵. Für die Ermittlung der Emissionsfaktoren der biogenen Kraftstoffe wurde der Bericht „Erneuerbare Kraftstoffe und Energieträger im Verkehrssektor in Österreich 2022“, publiziert vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, herangezogen¹⁶. Dieser Bericht listet sowohl Rohstoffzusammensetzung der in Verkehr gebrachten (IVB) biogenen Kraftstoffe, als auch deren THG-Emissionen je Rohstoff auf. Tabelle 4-1, Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 listen die Rohstoffe und Emissionen der Kraftstoffqualitäten FAME, Ethanol und HVO und die gemittelten Emissionsfaktoren. Die letzte Spalte zeigt die Zuteilung der Rohstoffe in Rohstoffkategorien, nähere Informationen dazu finden sich im Kapitel 5.

Im Fall von FAME besteht eine auffallende Differenz in den gemittelten Emissionsfaktoren zwischen Produktionsdaten und IVB Daten. Für diese Studie wurden nur die IVB Daten

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02018L2001-20220607>

¹⁶ <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/biokraftstoffbericht.html>

herangezogen, bei welchen FAME zu großen Teilen aus Lebens- und Futtermittel (siehe Tabelle 4-1) hergestellt wurden. Würde der in Österreich produzierte FAME berücksichtigt, ergäbe sich ein gemittelter Emissionsfaktor von 17,4 gCO₂eq/MJ (bzw. 572,5 gCO₂eq/l), da für die Produktion deutlich mehr Reststoffe und Nebenprodukte (z. B. 45% Altspeiseöl, 12% diverse Fettsäuren und 9% tierische Fette verwendet werden. Aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland (THG-Minderungsquote) werden Biokraftstoffe mit niedriger THG-Intensität stärker nachgefragt und aus Österreich importiert. Ab 2023 sieht die österreichische Kraftstoffverordnung (KVO) nun eine Minderung der Treibhausgasemissionen vor. Zudem wurde ab 2023 ein Ausgleichsbetrag von 600€ pro Tonne CO₂ Äquivalent festgelegt¹⁷. Diese Änderungen können dem Export von in Österreich hergestellten Biokraftstoffen nach z. B. Deutschland entgegenwirken, zumindest solange die Ziele in den Exportmärkten nicht weiter verschärft werden.

Tabelle 4-1: Emissionsfaktor FAME

FAME	Rohstoffanteil 2021	gCO ₂ eq/MJ	Kategorie
Raps	67,1%	31,62	1G
Soja	29,2%	33,58	1G
Sonnenblume	1,1%	30,54	1G
<i>Palmöl</i>	<i>0,7%</i>	<i>29,23</i>	<i>1G*</i>
Altspeiseöl pflanzlich	0,7%	9,36	IX B
POME	0,7%	13,23	IX A
Abfallbasierte Fettsäuren	0,1%	13,47	IX A
Pflanzenölabfall	0,1%	9,36	IX A
Öl aus Bleicherde	0,1%	10,9	IX A
Flotationsfett	0%	8,74	IX A
Mittel FAME	31,8	gCO₂eq/MJ	
Mittel FAME	1049,2	gCO₂eq/l	

* *Palmöl darf in Zukunft nicht mehr für die Produktion von Biokraftstoffen verwendet werden.*

¹⁷ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008075>

Tabelle 4-2: Emissionsfaktor Ethanol

Ethanol	Rohstoffanteil 2021	gCO _{2eq} /MJ	Kategorie
Mais	56,7%	23,38	1G
Weizen	26,1%	24,87	1G
Zuckerrüben	5,3%	29,17	1G
Braunlauge	4,4%	2,2	IX A
Triticale	3,8%	24,61	1G
Roggen	2,8%	20,35	1G
Zuckerrohr	0,5%	14,72	1G
Gerste	0,3%	20,86	1G
A-Stärkeschlamm	0,1%	26,5	OK
Mittel Ethanol	23,1	gCO_{2eq}/MJ	
Mittel Ethanol	622,6	gCO_{2eq}/l	

Tabelle 4-3: Emissionsfaktor HVO

HVO	Rohstoffanteil 2021	gCO _{2eq} /MJ	Kategorie
Tierische Fette Kategorie 3	23%	7,5	OK
<i>Palmöl</i>	22%	27,3	1G*
Raps	21%	31,06	1G
POME	17%	12,45	IX A
Soja	9%	33,7	1G
Altspeiseöl	7%	9,41	IX B
Altspeiseöl pflanzlich	1%	10,01	IX B
Mittel HVO	20,16	gCO_{2eq}/MJ	
Mittel HVO	685,5	gCO_{2eq}/l	

* *Palmöl darf in Zukunft nicht mehr für die Produktion von Biokraftstoffen verwendet werden.*

Da R33 Benzin in Österreich noch nicht am Markt ist, kann in diesem Fall nicht auf die IVB Daten zurückgegriffen werden. Laut Herstellerangaben wird mit R33 mindestens eine THG Reduktion von 20% im Vergleich zu fossilem Benzin erreicht¹⁸. Daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor von 1.176 gCO_{2eq}/l.

Unter der Annahme, dass die Rohstoffzusammensetzung der Biokraftstoffe bis 2030 konstant bleibt (Ausnahme Palmöl, das durch POME ersetzt wurde) und bei Verwendung der Werte aus der Erneuerbaren Energien Richtlinie für fossilen Diesel und Benzin ergeben sich folgende THG-Intensitäten (siehe Abbildung 4-3).

¹⁸ <https://www.shell.de/ueber-uns/newsroom/pressemitteilungen-2021/shell-entwickelt-neues-benzin-mit-mindstens-minderung.html>

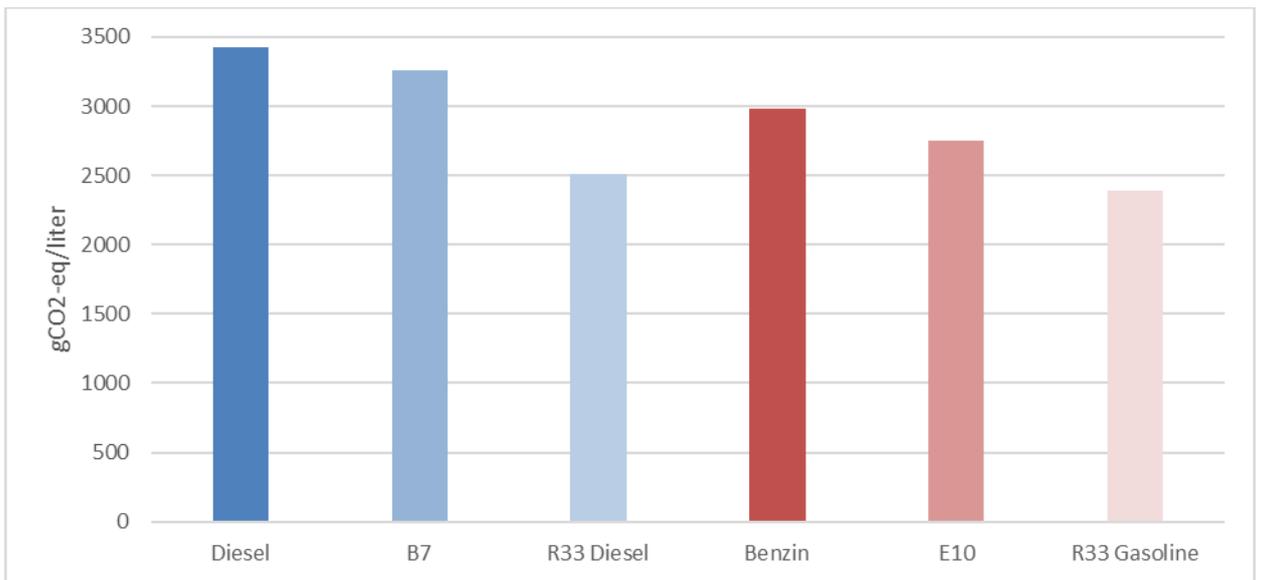


Abbildung 4-3: THG-Intensität der Kraftstoffqualitäten mit Berücksichtigung der Vorkette

Im Vergleich dazu zeigt Abbildung 4-4 die THG Intensität der Kraftstoffqualitäten ohne Berücksichtigung der Vorkette. Wie bereits am Anfang des Kapitels beschrieben, werden in diesem Fall Biokraftstoffe mit Null in der Bilanz berücksichtigt. Die Reduktion der THG Intensität entspricht demnach dem biogenen Anteil.

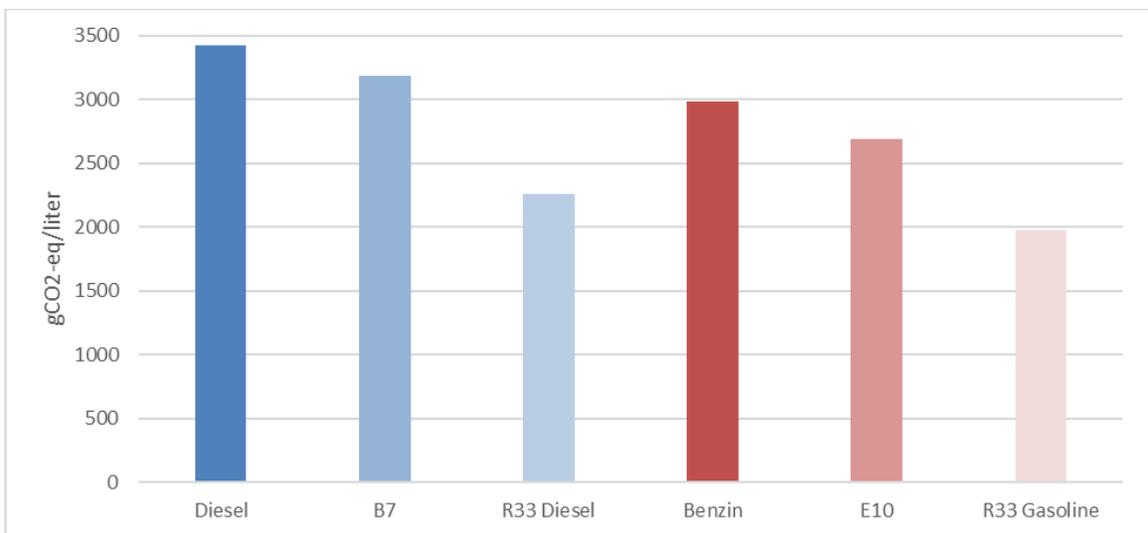


Abbildung 4-4: THG Intensität der Kraftstoffqualitäten (exklusive Vorkette)

5 Bedarf an Biokraftstoffen aus bestimmten Rohstoffkategorien

Die Rohstoffe für die Biokraftstoffproduktion werden in der Gesetzgebung in verschiedene Kategorien eingeteilt:

- **1G:** Erste Generation Biokraftstoffe und somit Rohstoffe, welche auch als Lebens- und Futtermittel verwendet werden können. Diese Rohstoffe dürfen energetisch maximal 7% am Gesamtenergiebedarf (Straße und Schiene) betragen (z. B.: Raps, Soja oder Mais).
- **IX A:** Rohstoffe welche in der Erneuerbaren Energien Direktive (RED III)¹⁹ im Anhang IX A gelistet sind. Diese Rohstoffe sind nicht limitiert, sondern haben ein Mindestbeimischungsziel von 0,2% in 2022, 1% in 2025 und 3,5% in 2030 (z. B.: POME, abfallbasierte Fettsäuren oder Braunlauge).
- **IX B:** Rohstoffe welche in der Erneuerbaren Energien Direktive (RED III) im Anhang IX B gelistet sind. Diese Rohstoffe sind auf maximal 1,7% des Gesamtenergiebedarfs limitiert. Die Verwendung über dem Limit ist zwar zulässig, es erfolgt aber keine Anrechnung an die Ziele der RED. Dieser Cap tritt erst 2030 in Kraft, wird in dieser Studie aber bereits berücksichtigt (z. B.: Altspeiseöl oder tierische Fette der Kategorien 1 und 2).
- **OK:** Ohne Kategorie, dabei handelt es sich um Rohstoffe, welche zur Biokraftstoffproduktion verwendet werden können und derzeit in keine der zuvor genannten Kategorien fallen. Diese Rohstoffe haben somit weder eine Limitierung noch einen Zielwert (z. B.: Fettsäuren aus der Biodieselproduktion, A-Stärkeschlamm oder tierische Fette der Kategorie 3).

Biokraftstoffe, welche aus Rohstoffen der Kategorien IX A und IX B hergestellt werden, bezeichnet man auch als fortschrittliche Biokraftstoffe.

In einem ersten Berechnungsschritt wurde angenommen, dass die Rohstoffzusammensetzung der in Verkehr gebrachten biogenen Rohstoffe (siehe Kapitel 4.1) bis 2030 konstant bleibt. Im Fall von Palmöl, welches für die Produktion von Biodiesel in Europa in Zukunft nicht mehr zulässig ist, wurde mit POME substituiert.

Bei einer vollständigen Einführung von R33 und einer konstanten Rohstoffzusammensetzung würden sich die Rohstoffkategorien wie in Abbildung 5-1 dargestellt entwickeln.

¹⁹ Der Kommission hat die Befugnis delegierte Rechtsakte zu erlassen, um die Liste der in Annex IX Part A und B Rohstoffe zu ändern, indem Rohstoffe hinzugefügt, aber nicht gestrichen werden.

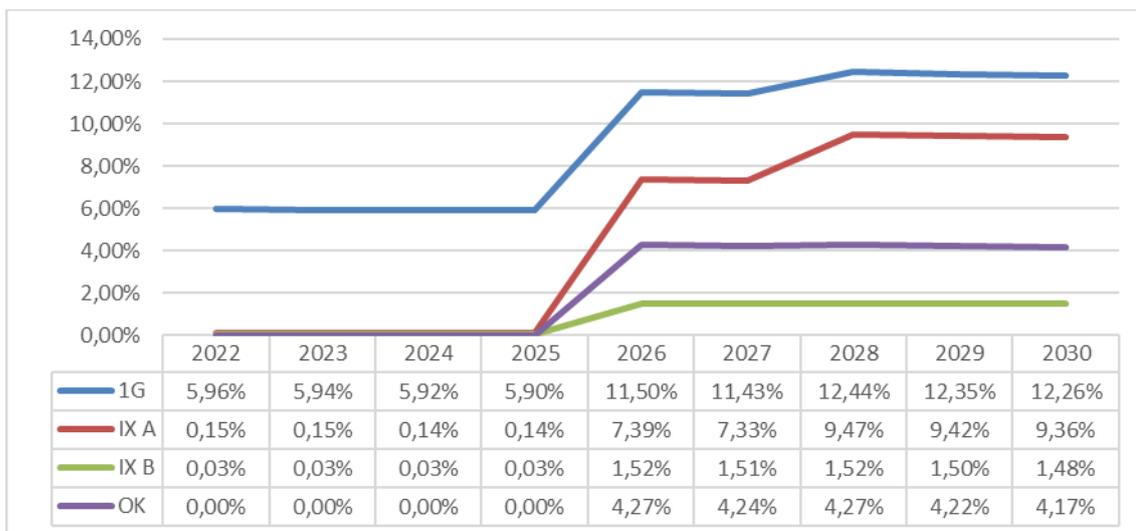


Abbildung 5-1: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei vollständiger Einführung (konstant)

Allerdings übertrifft in diesem Fall der Anteil an Biokraftstoffen aus Lebens- und Futtermitteln die gesetzliche Deckelung von 7%, weshalb in einem nächsten Schritt die Rohstoffkategorien in Abbildung 5-2 adaptiert wurden. Dazu wurden Rohstoffe der Kategorie 1G bei 7% limitiert. Die überschüssigen Mengen wurden Rohstoffen der Kategorie IX B zugeordnet. Rohstoffe dieser Kategorie werden nur bis 1,7% des Gesamtenergiebedarfs angerechnet (dieser Wert darf aber überschritten werden). Die überschüssigen Mengen wurden danach der Kategorie IX A zugeordnet. Rohstoffe der Kategorie OK wurden gleich belassen. Bei diesen Rohstoffen handelt es sich um Rohstoffe, welche noch nicht in die anderen Kategorien eingeteilt sind. Es handelt sich dabei meist um geringe Mengen und es wird nicht davon ausgegangen, dass große Mengen für die Produktion von Biokraftstoffen zur Verfügung stehen werden. Andernfalls würden diese Rohstoffe auch rechtlich berücksichtigt und somit einer der anderen Kategorien zugeteilt werden.

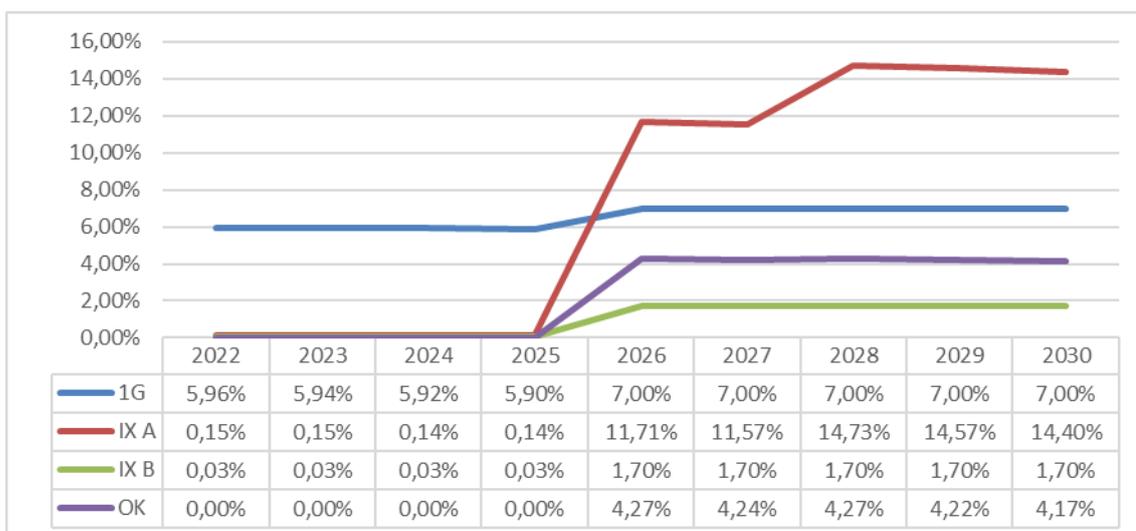


Abbildung 5-2: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei vollständiger Einführung (bereinigt)

Wie die obige Abbildung zeigt, wird die Limitierungen der Rohstoffkategorie 1G eingehalten. Die Schwelle der Anrechenbarkeit von IX B Rohstoffen wird im Jahr 2026 erreicht, bzw. schon im Jahr 2022, falls der Rohstoffmix den in Österreich produzierten Biokraftstoffen entspricht. Die Mindestbeimischungsziele der Kategorie IX A können teilweise nicht erreicht werden. Das trifft auf die Ziele 0,2% in 2022 und 1% in 2025 zu. Wenn R33 Diesel bereits im Jahr 2025 eingeführt würde, könnte das zweite Ziel allerdings erreicht werden. Bei einer vollständigen Einführung kann das Ziel von 3,5% in 2030 theoretisch sehr leicht erreicht werden.

Die Produktion von Biokraftstoffen aus Rohstoffen, die in Annex IX A gelistet sind, ist schwieriger als die herkömmliche Produktion. Aus Sicht der Europäischen Kommission sind diese Rohstoffe jedoch von ihren Umweltauswirkungen günstiger, und ihre Verarbeitung soll daher über ein spezifisches Subziel gefördert werden. Beispiele für IX A Rohstoffe für die Produktion von Biokraftstoffen sind in Tabelle 5-1 gelistet.

Tabelle 5-1: Beispiele für Annex IX A Rohstoffe

Ölige Rohstoffe	Lignozellulose Rohstoffe
POME (palm oil mill effluent)	Sägespäne und Sägemehl
Abfallbasierte Fettsäuren	Rinde, Zweige, Durchforstungsholz
Pflanzenölabfall	Schwarz- und Braunlauge
Öl aus Bleicherde	Stroh
Flotationsfett	Maisspindel
Tallöl	Traubentrester und Weintrub
Algen	Hülsen
	Faserschlämme

Die Ethanol-Produktion basiert derzeit hauptsächlich auf 1G Rohstoffen. Der Umstieg auf lignozellulose Rohstoffe aus Annex IX A erfordert erhebliche Veränderungen am Prozess und einen höheren Energieaufwand, um den Rohstoff aufzuschließen. Erste bestehende Anlagen sind daher oft in die Zellstoffproduktion integriert, wo der Rohstoff bereits für die Zellstoffproduktion aufgeschlossen wird und Ethanol aus der Ablauge gewonnen werden kann. Andere Anlagen, die auf Stroh basieren, demonstrieren gerade die technische und wirtschaftliche Machbarkeit des Prozesses; nach erfolgreicher Demonstration kann die Ausrollung der Technologie beginnen.

Die Produktion von FAME und HVO kann relativ einfach von 1G auf ölige Rohstoffe der Kategorie IX A, wie z. B. POME (Abwasser aus der Palmölproduktion), umgestellt werden. Allerdings sind diese Rohstoffe industrielle Reststoffe und daher in ihrer Verfügbarkeit begrenzt weshalb eine Diversifizierung der Rohstoffquellen wichtig ist.

Eine starke Ausweitung der Produktion von Biokraftstoffen sollte auf lignozellulosen Rohstoffen basieren. Dafür kommt zur Produktion von Dieselsubstituten unter anderem die Fischer-Tropsch Technologie in Frage, bei der aus lignozellulosen Rohstoffen oder sonstigen Reststoffen ein Synthesegas erzeugt wird, aus dem dann über die Fischer-Tropsch Synthese Diesel produziert

werden kann. Die technische Machbarkeit und Anwendbarkeit in Fahrzeugen sind bereits bewiesen, biogener FT-Diesel wird derzeit aber nur in den USA produziert. Eine großtechnische Produktion in Österreich wird gegen 2030 erwartet, geringere Mengen können aber bereits früher produziert oder importiert werden.

Ein weiteres Beispiel für eine entwickelte aber noch nicht in großem Umfang ausgerollte Technologie ist die Herstellung von Pyrolyseöl aus lignozellulosen Rohstoffen. Dieses Pyrolyseöl kann entweder direkt zu Biokraftstoffen aufbereitet oder in Raffinerien via co-processing mitverarbeitet werden. Bei co-processing handelt es sich um die Mitverarbeitung von biogenen Komponenten, wie z. B. Altspeiseöl oder Pyrolyseöl in fossilen Raffinerien. Die biogenen Komponenten sind in allen Produkten (z. B. Benzin, Kerosin, Diesel) zu finden; diese Produkte sind dann Kraftstoffe mit biogenem Anteil (HVO).

Zu beachten ist außerdem, dass bei sinkendem Bedarf an fossilen Kraftstoffen (bspw. Durch zunehmende Elektrifizierung des Verkehrssektors sowie durch sinkende km-Leistungen) eine gleichbleibende Menge an Biokraftstoffen einen höheren Anteil substituieren kann.

Wie bereits im Kapitel 4 erläutert, reicht eine stufenweise Einführung von R33 aus um das angestrebte Reduktionsziel von 48% im Verkehrssektor (im Vergleich zu 2005) bis 2030 zu erreichen. Abbildung 5-3 zeigt die Anteile der Rohstoffkategorien am Gesamtenergiebedarf bei einer stufenweisen Einführung. Im Vergleich zur vollständigen Einführung überschreiten die 1G Rohstoffe nur knapp die 7% Limitierung im Jahr 2030, die 1,7% Limitierung der IX B Rohstoffe wird nicht überschritten. Allerdings können alle drei Mindestbeimischungsziele der IX A Rohstoffe nicht erreicht werden.

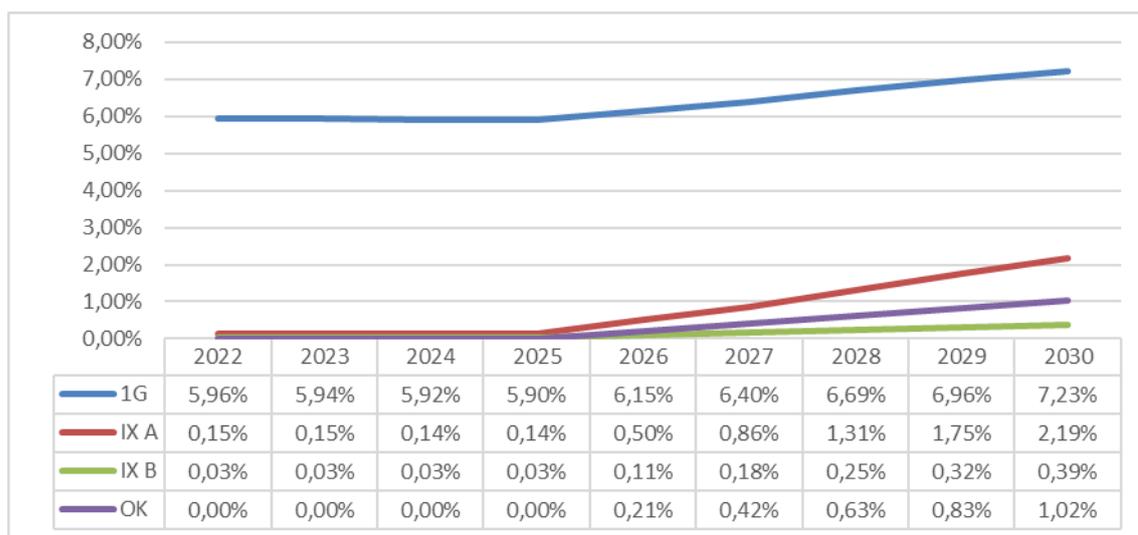


Abbildung 5-3: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei stufenweiser Einführung (konstant)

Die Bereinigung der Anteile nach rechtlichen Limitierungen ist bei der stufenweisen Einführung erst ab 2030 notwendig. Die Mindestbeimischungsziele der IX A Rohstoffe werden aber nicht erreicht. Die vermehrte Verwendung dieser Rohstoffkategorie muss aktiv gefördert werden um diese Ziele zu erreichen. Dass es Probleme beim Ausbau der Produktion fortschrittlicher Biokraftstoffe in mehreren Mitgliedsstaaten der Europäischen Union gibt, bestätigt auch vor kurzem der Europäische Rechnungshof²⁰.

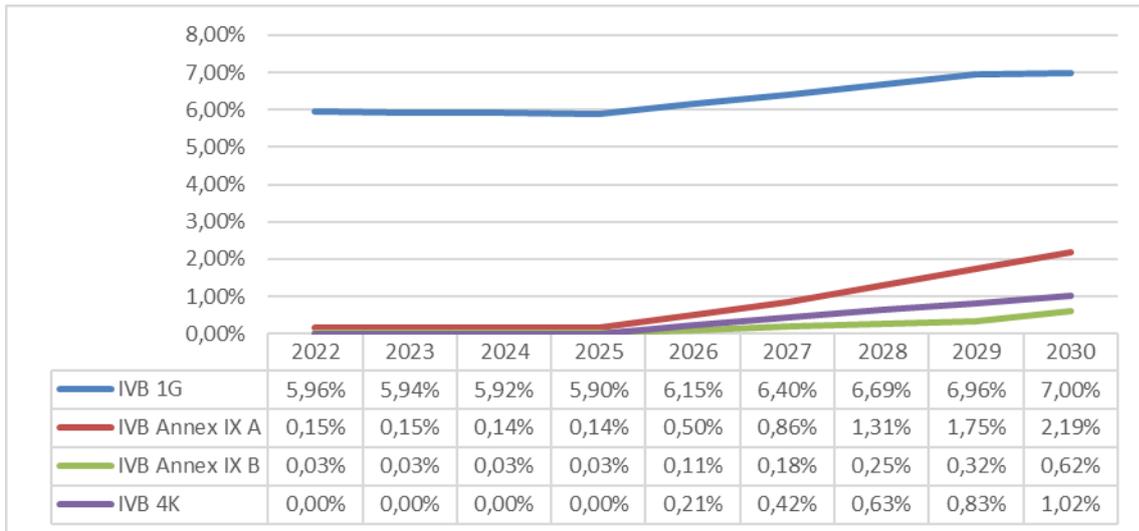


Abbildung 5-4: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei stufenweiser Einführung (bereinigt)

²⁰ https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-29/SR-2023-29_DE.pdf

6 Sozio-ökonomische Auswirkungen einer erhöhten Beimischung von biogenen Kraftstoffen

In diesem Kapitel wird nun die stufenweise Einführung von R33 (Szenario 2) hinsichtlich ihrer sozio-ökonomischen Effekte entlang zweier Dimensionen näher untersucht. Dies geschieht durch Preis- und Gesamtkostenabschätzungen einerseits sowie Prognosen zu den Auswirkungen auf die Mobilität anhand der Fahrleistung von Pkw und Lkw andererseits. Um diese Ergebnisse in einen umfassenderen Kontext zu stellen, wird zudem ein alternatives Basisszenario (Szenario 1) eingeführt, das die verstärkte Beimischung von Bio-Kraftstoffen nicht berücksichtigt, also eine Fortschreibung des Status quo darstellt.

Die Grundlage für den Szenarienvergleich bilden erneut die Pkw- und Lkw-Bestandsprognosen, die antriebspezifischen Kilometerleistungen, sowie die Annahmen zur CO₂-Bepreisung, wie sie bereits in Kapitel 2 dargestellt wurden. Die gegenwärtigen Kraftstoffpreise (Durchschnitt Jänner bis Oktober 2023) von 1,60€ für Benzin und 1,64€ für Diesel werden unter Berücksichtigung des geplanten CO₂-Bepreisungspfads, sowie der Inflation²¹ fortgeschrieben.²² Zur Ermittlung der Kraftstoffpreise im Szenario 2 sind weitere Abschätzungen und Annahmen notwendig, da es derzeit noch kein flächendeckendes bzw. wettbewerbsfähiges Angebot der einzuführenden Kraftstoffqualitäten an den Tankstellen gibt, das verlässliche Preisbeobachtungen ermöglichen würde. Daher werden auf deutsche Großhandelspreise Transportkosten und die österreichische Umsatzsteuer aufgeschlagen. Es wird weiters angenommen, dass für den erhöhten biogenen Beimischungsanteil weder eine CO₂-Bepreisung noch die Mineralölsteuer anfällt. Dadurch ergeben sich im Jahr 2030 im Szenario 2 um 9 Cent höhere nominelle Tankstellenpreise für Diesel sowie um 4 Cent höhere nominelle Benzinpreise (siehe Abbildung 6-1).

²¹ Es wird die Inflation gemäß OeNB-Prognose bis 2025 übernommen. Danach wird eine Inflation in Höhe von 2,0% p. a. angenommen.

²² Bei der Kalkulation der Gesamtkosten wird der Tankstellenpreis für den Lkw-Verkehr um die Umsatzsteuer bereinigt. Gewerbliche Nutzer haben die Möglichkeit, die Umsatzsteuer als Vorsteuer geltend zu machen, weshalb sie in der Gesamtkostenberechnung nicht berücksichtigt wird.

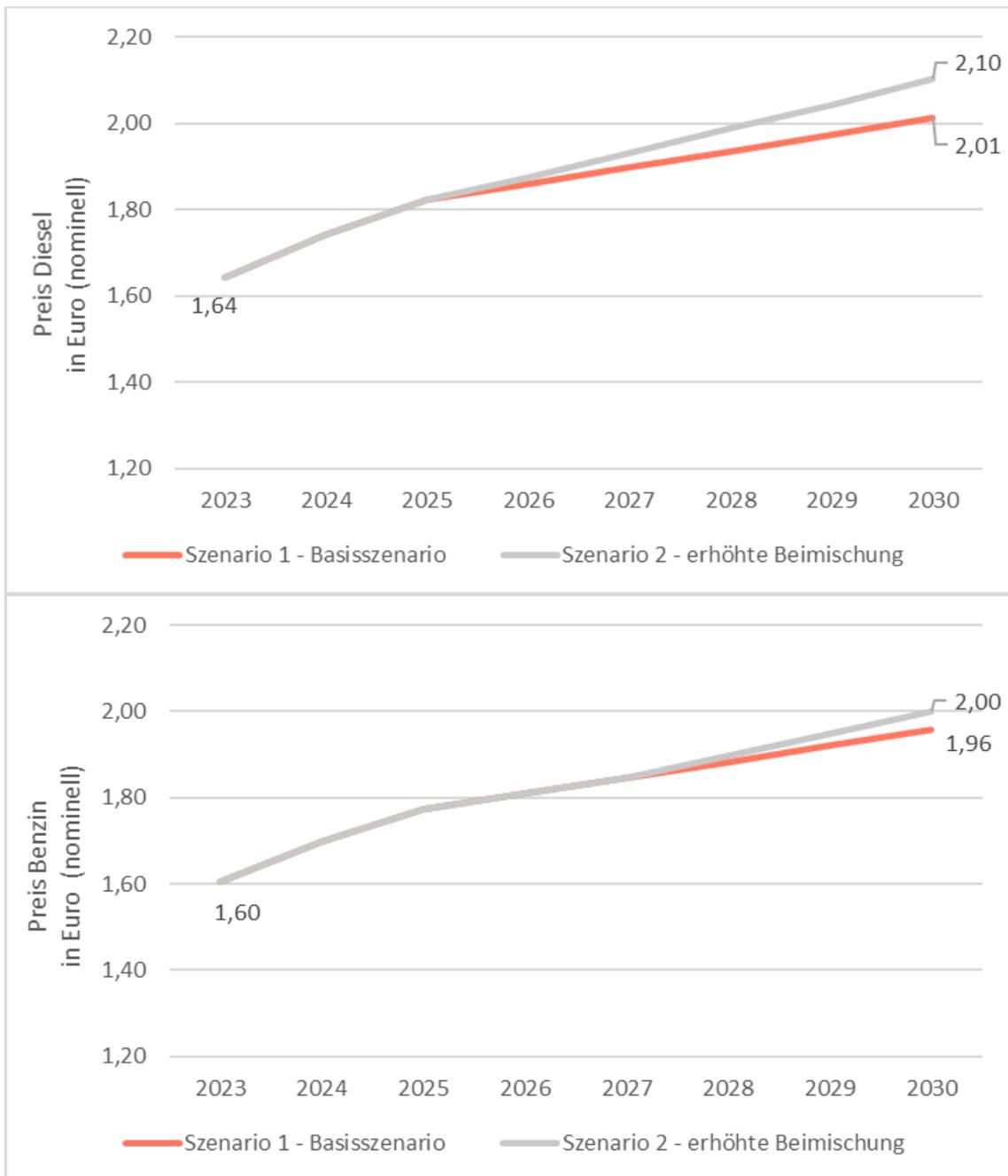


Abbildung 6-1: Prognose nomineller Kraftstoffpreise, 2023–2030

In beiden Szenarien reagieren die Autofahrer und Autofahrerinnen gemäß der in Fichtinger et al. (2023) ermittelten Nachfrageelastizitäten auf Preissteigerungen mit einer verminderten Fahrleistung (wie bereits erwähnt, bleibt die Lkw-Fahrleistung von Preissteigerungen unberührt). Obwohl im Szenario 2 eine höhere Preissteigerung zu erwarten ist, werden die Mobilitätseinschränkungen voraussichtlich gering ausfallen. Die Preisunterschiede zwischen den Szenarien sind im Verhältnis zur allgemeinen Preissteigerung relativ gering, was auch bedeutet, dass die Mobilitätseinschränkungen im Szenario 2 minimal sein werden.

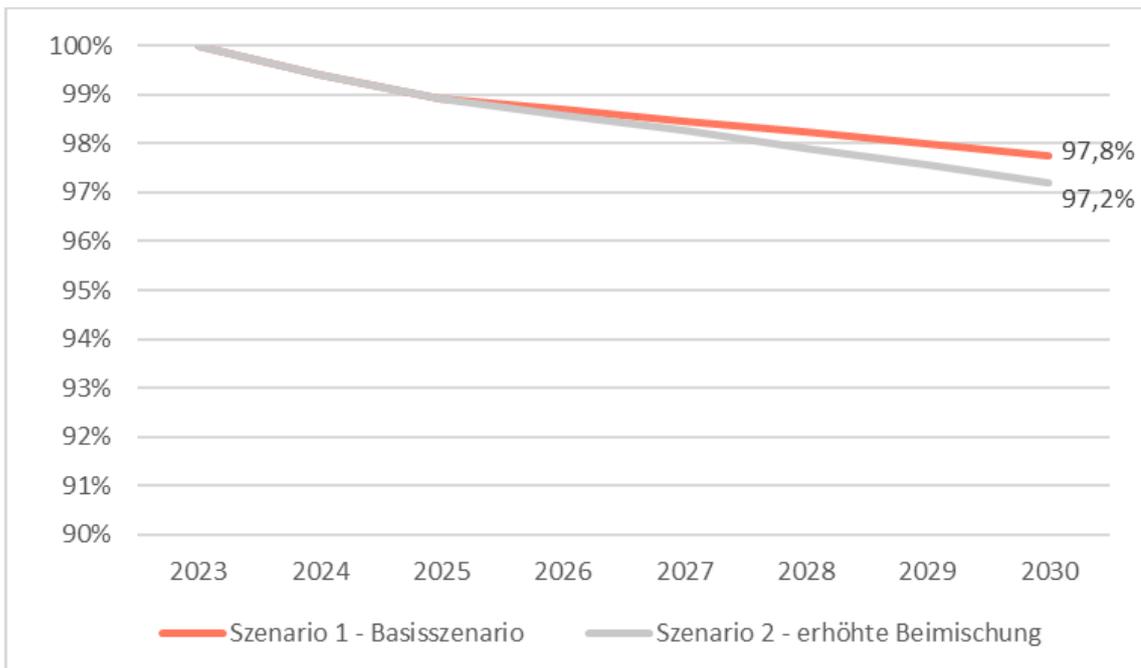


Abbildung 6-2: Kilometerleistung je Szenario, 2023–2030

Um einen intertemporalen Vergleich zu ermöglichen, werden im nächsten Schritt die Preise deflationiert. Abbildung 6-3 zeigt nun die über den Zeitraum 2023–2030 kumulierten Kraftstoffkosten für den gesamten Verkehr in beiden Szenarien. Dabei ist ersichtlich, dass die Kosten im Szenario 2 um etwa 1,2% höher liegen, dies resultiert aus jährlichen Mehrkosten ab 2026 in Höhe von 61 bis zu 320 Millionen Euro, die sich auf rund 1 Mrd. Euro summieren.

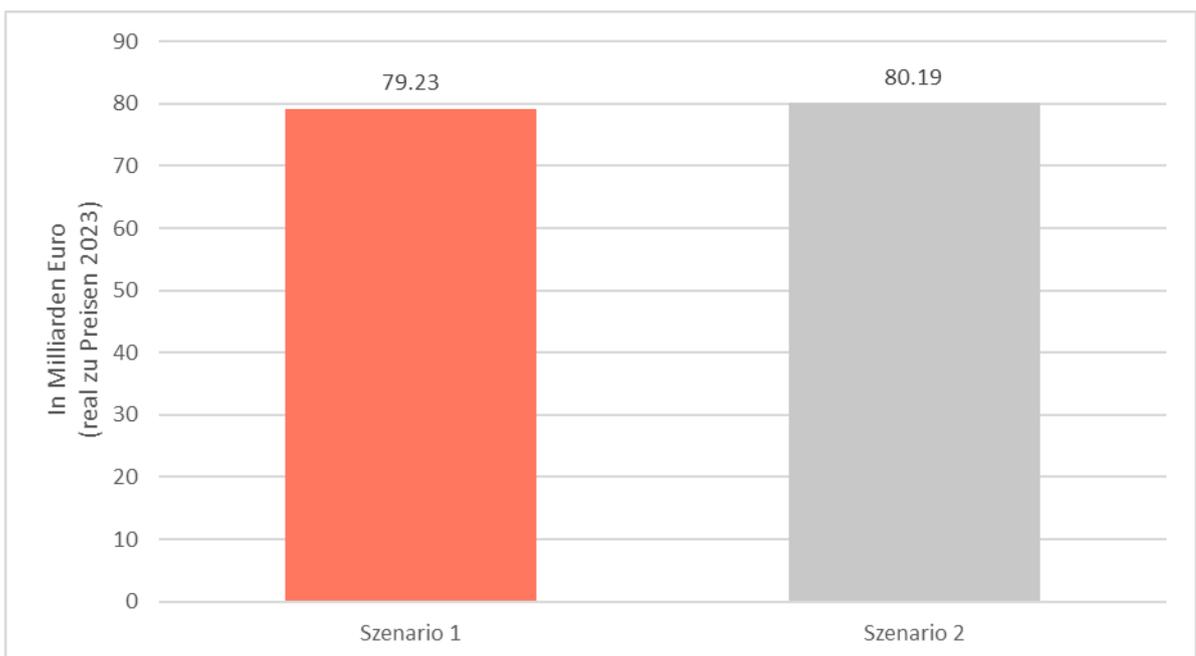


Abbildung 6-3: Kumulierte Kraftstoffkosten je Szenario, 2023–2030

Obwohl die Kraftstoffe im Szenario 2 über den betrachteten Zeitraum etwas teurer sind, ist die geringe Kostenschere zwischen den Szenarien auch auf die zuvor beschriebenen Preisreaktion zurückzuführen, wobei Autofahrer die jährlich gefahrenen Kilometer proportional mit dem Preisanstieg reduzieren. Der Preisanstieg in Szenario 2 wird dadurch teilweise kompensiert und der Effekt des Anstiegs der Gesamtkraftstoffkosten gedämpft.

Das Hauptaugenmerk dieser Studie liegt auf der Klärung der Frage, ob ein verstärkter Einsatz von biogenen Kraftstoffen die Erreichung der Klimaziele im Verkehrssektor ermöglicht. Dass dem so ist, wurde bereits in Kapitel 4 dargelegt. Der vorgeschlagene Beimischungspfad lässt erwarten, dass das Ziel von 12,8 Millionen Tonnen mit 12,4 Millionen sogar unterschritten werden kann. Es ist jedoch auch interessant zu analysieren, wie hoch die Emissionen ohne eine erhöhte biogene Beimischung wären. Dies ist in Abbildung 6-4 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ohne eine erhöhte biogene Beimischung, das Ziel mit 13,2 Millionen Tonnen verfehlt werden würde.

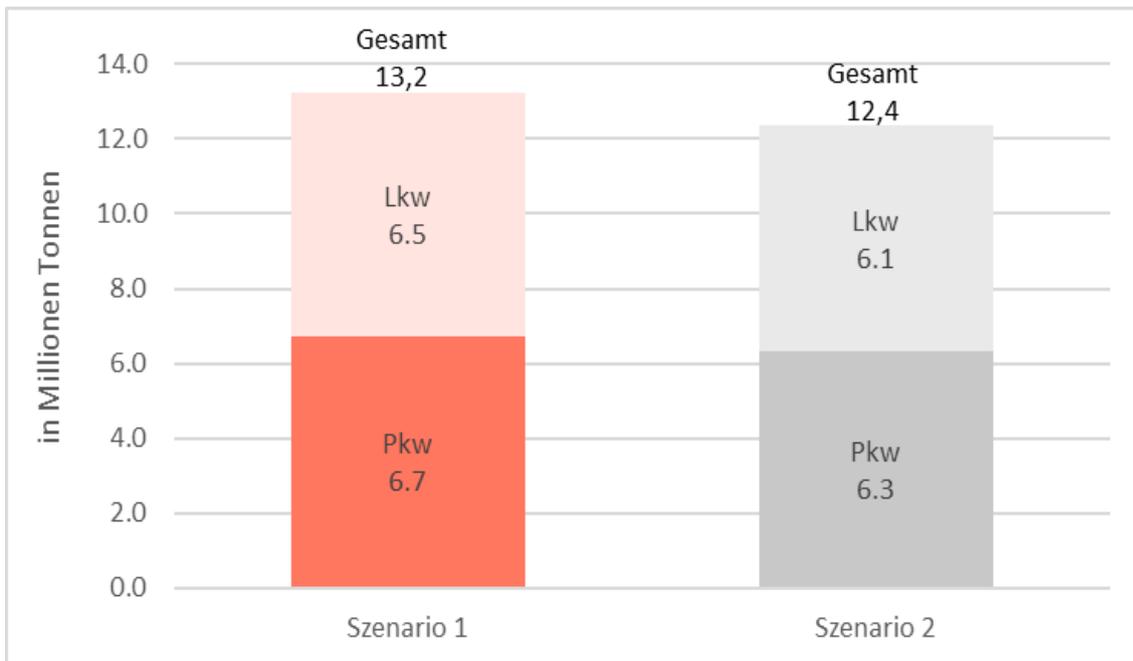


Abbildung 6-4: THG-Emissionen je Szenario, 2030

Die Grafik zeigt somit, dass die bereits im Szenario 1 berücksichtigten Maßnahmen (verstärkte E-Mobilität und CO₂-Bepreisung) alleine nicht ausreichen, um die Klimaziele bis 2030 zu erreichen, und dass daher weitere Maßnahmen notwendig sind. Darüber hinaus könnte ein solcher Rückstand bei den Klimaverpflichtungen wie im Szenario 1 auch weitere Komplikationen im Hinblick auf das Null-Emissionen-Ziel im Jahr 2040 bedeuten.

Es ist auch wichtig zu betonen, dass die in diesem Kapitel dargelegten Analysen die Emissionen ausklammert, die durch den so genannten Tanktourismus entstehen. Der Fokus liegt in dieser Studie nur auf den notwendigen Maßnahmen zur Reduktion der inländischen Emissionen und

geht davon aus, dass das Phänomen Tanktourismus in den nächsten Jahren durch höhere Preise (z. B. aufgrund der CO₂-Bepreisung) oder andere Maßnahmen auf politischer Ebene zur Erreichung der Klimaziele abnehmen und schließlich verschwinden wird. Sollte ein entsprechender Rückgang des Tanktourismus nicht zu beobachten sein, könnte eine noch stärkere Beimischung biogener Kraftstoffe die dadurch Österreich zugerechneten Emissionen wiederum reduzieren.

7 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die gegenständliche Studie erhebt die potentielle Reduktion der THG-Emissionen des Verkehrssektors durch die Einführung von Kraftstoffqualitäten mit höherem biogenem Anteil bis 2030, unter den Annahmen einer Erhöhung der E-Mobilität und Verringerung des Kraftstoffexports („Tanktourismus“). Ziel der Studie ist, zu erheben ob ein Reduktionsziel von -48% THG-Emissionen im Vergleich zu 2005 im Verkehrssektor mit diesen Maßnahmen bis 2030 in Österreich erreicht werden kann, und welche Auswirkungen sie auf Rohstoff- und Biokraftstoffnachfrage und die Preise an der Zapfsäule haben. Dieses Ziel kann bei erhöhter E-Mobilität und einer stufenweisen Erhöhung des biogenen Anteils im Diesel auf insgesamt 13,5% (FAME und HVO) und 13,5% im Benzin (Ethanol und Bio-Naphtha oder Ähnliches) erreicht werden. Hierfür steigt der Bedarf an Biokraftstoffen von 2022 bis 2030 um etwa 7%.

In der Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED II) fordert die Europäische Kommission einen Anteil von 14% erneuerbaren Energien im Verkehrssektor sowie einen Anteil von 3,5% fortschrittlicher Biokraftstoffe (aus Annex IX Part A Rohstoffen produziert). Dieses Sub-Ziel von 3,5% wird allerdings nicht automatisch erreicht, sondern die Inverkehrbringer von Kraftstoffen müssen gezielt ausreichende Mengen fortschrittlicher Biokraftstoffe produzieren (z. B. via co-processing) oder kaufen²³. Dabei ist auf eine Diversifizierung der Rohstoffe zu achten. Die verfügbaren Mengen an Rohstoffen können wesentlich erhöht werden, wenn Technologien, die holzartige/lignozellulose Rohstoffe verwenden können, forciert werden (z. B. Gaserzeugung und Fischer-Tropsch Synthese).

Eine Erhöhung des biogenen Anteils in fossilen Kraftstoffen wird zu Kostensteigerungen führen. Für das Jahr 2030 ergeben sich bei Diesel um 9 Cent höhere Tankstellenpreise und bei Benzin sind um 4 Cent höhere Preise zu erwarten. Die Preissteigerungen wirken sich jedoch kumuliert (2023–2030) mit rund 1 Milliarde Euro bzw. 1,2% über einen Zeitraum von acht Jahren minimal aus. Durch die erhöhte Beimischung von biogenen Kraftstoffen kann die angestrebte Reduktion der THG-Emissionen um 48% erreicht werden. Bleibt der Kraftstoffexport allerdings weiterhin bestehen, müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden.

Um das große Potential von alternativen Kraftstoffen zur Erreichung der Klimaziele im Verkehr auszuschöpfen, braucht es neben dem politischen Willen klare und langfristige Vorgaben hinsichtlich der Beimengungsziele. Damit würde man auch der Kritik des Europäischen Rechnungshofs begegnen, dass der Biokraftstoffpolitik der EU eine langfristige Perspektive fehlt.

²³ Die Novelle der Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED III) sieht einen Mindestanteil von 29% Erneuerbarer am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor oder eine Senkung der THG-Intensität im Verkehr um 14,5% vor. Es gibt ein zusätzliches Ziel für fortschrittliche Biokraftstoffe und Biogas von 1% bis 2025 und 5,5% bis 2030 (davon min. 1% erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs). Die Richtlinie muss erst in nationales Recht umgesetzt werden.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

BMK 2023

Aichmayer A, Mitterhuemer R, Winter R. Erneuerbare Kraftstoffe und Energieträger im Verkehrssektor in Österreich 2022, Wien, 2023, URL: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/biokraftstoffbericht.html>

Economica 2023

Fichtinger M, Graser G, Helmenstein C, Pitzschke A, Sun C, Zanol A; Wege zur Klimaneutralität im Pkw-Verkehr, Ökonomische und klimapolitische Auswirkungen 2022 bis 2040; Wien; 2023.

ERNEUERBARE ENERGIEN DIREKTIVE 2018 (RED II)

Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, 2018, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02018L2001-20220607>

ERNEUERBARE ENERGIEN DIREKTIVE 2023 (RED III)

Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates, 2023, URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>

EUROPÄISCHER RECHNUNGSHOF 2023

EU-Förderung für nachhaltige Biokraftstoffe im Verkehrssektor: Der künftige Weg ist ungewiss, 2023, URL: https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-29/SR-2023-29_DE.pdf

IPCC 2006

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006, URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

STATISTA 2023

Treibhausgas-Emissionen des Sektors Straßenverkehr in Österreich nach Verursacher von 1990 bis 2021, 2023, URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/962273/umfrage/treibhausgas-emissionen-des-sektors-verkehr-in-oesterreich-nach-verursacher/>

STATISTIK AUSTRIA 2023

Energiebilanzen – Energetischer Endverbrauch 2022, 2023, URL: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>

UBA 2022

Anderl M, Friedrich A, Gangl M. et al; Austria's National Inventory Report 2022, Umweltbundesamt, Wien, 2022, URL: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0811.pdf>

UBA 2023

Anderl M, et. al; Klimaschutzbericht 2023, Umweltbundesamt, Wien, 2023, URL: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0871.pdf>

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Fahrleistungen je Antriebsart in Kilometer	6
Tabelle 3-1: Anteil Biokraftstoffe am Gesamtbedarf bei vollständiger Einführung (in %)	10
Tabelle 3-2: Anteil Biokraftstoffe am Gesamtbedarf bei stufenweiser Einführung (in %)	12
Tabelle 4-1: Emissionsfaktor FAME	17
Tabelle 4-2: Emissionsfaktor Ethanol	18
Tabelle 4-3: Emissionsfaktor HVO	18
Tabelle 5-1: Beispiele für Annex IX A Rohstoffe	22

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prognostizierter Pkw-Bestand 2023–2030	6
Abbildung 2-2: Prognostizierter Lkw-Bestand 2023–2030	8
Abbildung 3-1: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei vollständiger Einführung (in Millionen Liter)	10
Abbildung 3-2: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei vollständiger Einführung ohne fossile Kraftstoffe (in Millionen Liter)	11
Abbildung 3-3: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei stufenweiser Einführung (in Millionen Liter)	12
Abbildung 3-4: Bedarf je Kraftstoff bis 2030 bei stufenweiser Einführung ohne fossile Kraftstoffe (in Millionen Liter)	13
Abbildung 4-1: Reduktion der THG-Emissionen im Verkehrssektor bei vollständiger Einführung	15
Abbildung 4-2: Reduktion der THG-Emissionen im Verkehrssektor bei stufenweiser Einführung	16
Abbildung 4-3: THG-Intensität der Kraftstoffqualitäten mit Berücksichtigung der Vorkette	19
Abbildung 4-4: THG Intensität der Kraftstoffqualitäten (exklusive Vorkette)	19
Abbildung 5-1: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei vollständiger Einführung (konstant)	21
Abbildung 5-2: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei vollständiger Einführung (bereinigt)	21
Abbildung 5-3: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei stufenweiser Einführung (konstant)	23
Abbildung 5-4: Anteile am Gesamtenergiebedarf je Rohstoffkategorie bei stufenweiser Einführung (bereinigt)	24
Abbildung 6-1: Prognose nomineller Kraftstoffpreise, 2023–2030	26
Abbildung 6-2: Kilometerleistung je Szenario, 2023–2030	27

Abbildung 6-3: Kumulierte Kraftstoffkosten je Szenario, 2023–2030	27
Abbildung 6-4: THG-Emissionen je Szenario, 2030	28