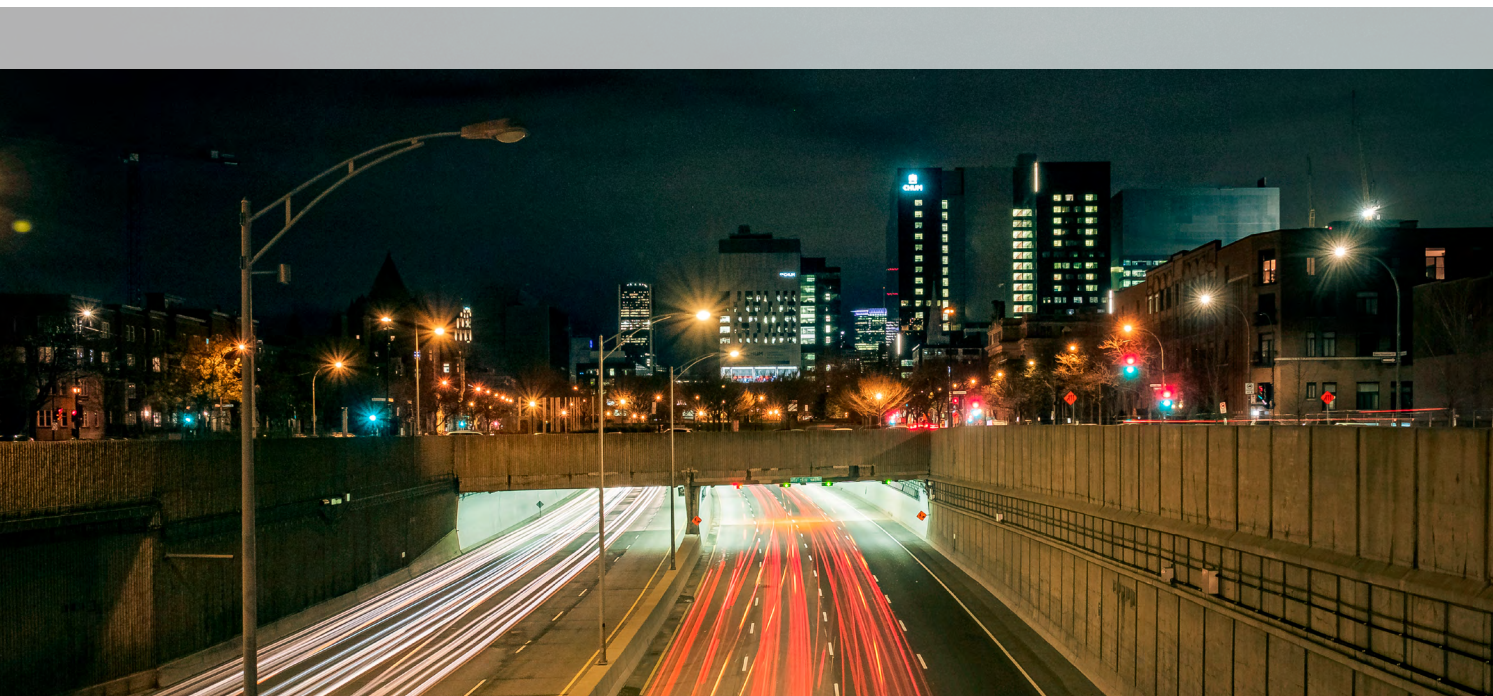




Deutsches
Biomasseforschungszentrum



Hintergrundpapier

Mögliche Szenarien zur THG-Quote bis 2045

Juli 2026

Autor:innen:

Karin Naumann,
Hendrik Etzold,
Franziska Müller-Langer



Bild: © Magnific.com

HINTERGRUNDPAPIER

Mögliche Szenarien zur THG-Quote bis 2045

Eine Einordnung des Zweiten Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote

Karin Naumann, Hendrik Etzold, Franziska Müller-Langer

Inhaltsverzeichnis

1	Fazit Beitrag der THG-Quote für eine nachhaltige Entwicklung	3
2	Zweites Gesetz zur Weiterentwicklung der THG-Quote Folgenabschätzung	5
3	Kontext und Potenziale THG-Quote, Nebenbedingungen und Verfügbarkeiten	9
4	Methodenbeschreibung Szenarien, Datenbasis und Annahmen	14
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	16
	Literaturverzeichnis	17

Herausgeber:	DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH Torgauer Straße 116 04347 Leipzig +49 (0)341 2434-112 info@dbfz.de www.dbfz.de
Stand:	07.07.2026
Zitiervorschlag:	Naumann, K.; Etzold, H.; Müller-Langer, F. (2026): Mögliche Szenarien zur THG-Quote bis 2045. Eine Einordnung des Zweiten Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote. Leipzig: DBFZ 07/2026
Hinweis:	Weitere Informationen zur THG-Quote sind in vorherigen Hintergrundpapieren aus den Jahren 2021, 2022, 2025 und 2026 (Naumann et al. 2021; Naumann et al. 2022; Naumann et al. 2025, 2026) sowie im Monitoringbericht: Erneuerbare Energien im Verkehr (Schröder und Görsch 2025) zu finden.

1 FAZIT

BEITRAG DER THG-QUOTE FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Klimaschutz

Für die Erreichung des Klimaziels im Verkehr hätte die THG-Quote ambitionierter und über 2040 hinaus festgeschrieben werden müssen.



Die Szenarioanalysen zeigen deutlich: In ihrer aktuellen Ausgestaltung trägt die Treibhausgasminderungs-Quote nur teilweise zum Erreichen des Klimaziels im Verkehrssektor bei. Je nach Szenario verbleibt im Zeitraum von 2026-2040 eine Emissionsschuld in einer Größenordnung von 273 bzw. 414 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.). Diese müsste folglich durch andere CO₂-emissionsmindernde Maßnahmen im Verkehr oder – gemäß aktuellem Klimaschutzgesetz – durch Emissionseinsparungen in anderen Sektoren ausgeglichen werden. Für die Jahre 2040 bis 2045 besteht lediglich die unveränderte Nachwirkung der THG-Quote. Diese würde die Emissionsschuld nochmal deutlich erhöhen.

Elektrifizierung

Hohe Anteile an Elektromobilität im Straßenverkehr tragen zur Reduzierung der massiven erforderlichen Bedarfe an erneuerbaren Kraftstoffen bei.



Die weitgehende Elektrifizierung des Straßenverkehrs ist der zentrale Hebel zur Reduktion des Endenergiebedarfs sowie zur Defossilisierung. Je besser die Elektrifizierung im Verkehr gelingt, desto geringer sind die ohnehin schon hohen erforderlichen Mengen an erneuerbaren Kraftstoffen, um die THG-Quote zu erfüllen. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Mehrfachanrechnungen in den 2030er Jahren in Relation zum Hochlauf der THG-Quote faktisch zu einem zwischenzeitlich geringeren Bedarf an erneuerbaren Kraftstoffen insgesamt führt.

Energieversorgungssicherheit und Resilienz

Die THG-Quote kann zur Eigenversorgung mit erneuerbaren Kraftstoffen und zur regionalen Wertschöpfung beitragen.



Die THG-Quote kann neben ihrer klimapolitischen Lenkungswirkung wirtschaftliche und damit gesellschaftliche Resilienz stärken und die Eigenversorgung mit erneuerbaren Kraftstoffen und deren Koppelprodukten fördern. Die Mobilisierung nachhaltiger Biomassepotenziale in Deutschland und Europa reduziert Importabhängigkeiten. Der Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten erhöht die Versorgungssicherheit und die Anpassungsfähigkeit des Ressourcen- und Energiesystems gegenüber klimatischen und geopolitischen Risiken. Erneuerbare

Kraftstoffe lassen sich flexibel in den Sektoren Energie und Mobilität sowie Industrie einsetzen. Diese Mehrfachnutzung erhöht die Flexibilität und die Systemeffizienz und bietet industriepolitische Chancen, insbesondere bei Konzepten zur gekoppelten Bereitstellung biobasierter und nicht-biobasierter erneuerbarer Kraftstoffe und Produkte.

Vor dem Hintergrund geopolitischer Entwicklungen und erhöhter Anforderungen an Versorgungssicherheit und Resilienz gewinnt der gezielte Auf- und Ausbau von Produktionskapazitäten für fortschrittliche Biokraftstoffe und RFNBO in Deutschland und der EU zentrale Bedeutung. Abgestimmte, konsistente Rahmenbedingungen sind entscheidend für den Markthochlauf dieser Technologien. Flankierende Maßnahmen, die explizit die Mobilisierung nationaler Potenziale und den Aufbau europäischer Produktionskapazitäten zum Ziel haben, sollten die THG-Quote ergänzen.

Systemintegration und -effizienz

Es bedarf der effizienten Integration von Infrastruktur und regulatorischer Kohärenz.



Die ganzheitliche Systemintegration erneuerbarer Kraftstoffe, elektrischer Antriebsenergie und zugehöriger Infrastrukturen erfordert die verlässliche Bereitstellung erneuerbarer Ressourcen, den Aufbau von Produktionsanlagen sowie die effiziente Um- und Nachnutzung bestehender Strukturen – einschließlich fossiler Raffinerien – ergänzt durch geeignete Lade- und Tankinfrastruktur und kompatible Fahrzeugflotten.

Eine koordinierte Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette verhindert Flaschenhälse und sichert Systemeffizienz. Parallel zur THG-Quote sind daher weitere abgestimmte Instrumente erforderlich.



Die THG-Quote bildet den zentralen regulatorischen Rahmen für Unternehmen, die innovative Technologien einsetzen und unter Berücksichtigung finanzieller Risiken fortschrittliche Kraftstoffe und erneuerbare Energien bereitstellen. Ergänzend wirken nationale und europäische Regelwerke wie beispielsweise das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG/ETS2), die EU-Nachhaltigkeitsberichterstattung (CSRD), die ausstehende Anpassung der Energiesteuerrichtlinie (ETD) sowie die CO₂-Flottenregulierung direkt auf Investitions- und Produktionsentscheidungen ein.

Ein verlässlicher politischer und regulatorischer Rahmen, der langfristig Investitions- und Planungssicherheit gewährleistet, kann den Markthochlauf entsprechender Technologien und den Aufbau von Kapazitäten gezielt unterstützen. Durch die jetzige Ausgestaltung der THG-Quote ist kein gleichmäßiger Hochlauf des Bedarfs an erneuerbaren Kraftstoffen bis 2040 zu erwarten. Wenngleich der internationale Markt diese Schwankungen mit großer Wahrscheinlichkeit ausgleichen könnte, schafft das nur eingeschränkte Planungssicherheit für den Auf-/Ausbau nationaler Produktionskapazitäten.

2 ZWEITES GESETZ ZUR WEITERENTWICKLUNG DER THG-QUOTE FOLGENABSCHÄTZUNG

Das Zweite Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote dient neben der Umsetzung der aktuellen Erneuerbare-Energien-Direktive (kurz RED, (EU) 2023/2413)) vor allem auch der Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrssektor.

Die **wesentlichen Änderungen** gegenüber der gesetzlichen Regelung bis 2025 sind:

- Anhebung der Treibhausgasminderungs-Quote (THG-Quote) bis 2040,
- Einführung einer Unterquote für erneuerbare nicht-biobasierte Kraftstoffe (Renewable fuels of non-biological origin, kurz RFNBO),
- Anhebung der Unterquote für fortschrittliche Biokraftstoffe (RED Annex IX A),
- Anhebung der Obergrenze für abfallbasierte Biokraftstoffe (RED Annex IX B),
- Anhebung der Obergrenze für konventionelle Biokraftstoffe (hergestellt aus Rohstoffen, die auch zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln genutzt werden können),
- Einführung eines zusätzlichen Faktors zur Mehrfachanrechnung der Emissionsminderung aus elektrischem Strom in batterieelektrischen Bussen und Lkw (BEV)¹,
- stufenweise Absenkung der Faktoren zur Mehrfachanrechnung der Emissionsminderungen aus elektrischem Strom und RFNBO sowie
- eigener Faktor zur Mehrfachanrechnung von Emissionsminderungen aus Biowasserstoff.

Die Wirksamkeit der Regelungen wird im Folgenden anhand von **zwei Szenarien** untersucht (Abbildung 1). Im ambitionierten Szenario (AS) wird eine sehr schnelle und umfassende Elektrifizierung des Straßenverkehrs angenommen. Gleichzeitig sinkt der gesamte Energiebedarf im Landverkehr deutlich. Im verzögerten Szenario (VS) erfolgt die Elektrifizierung ebenfalls, jedoch langsamer und in geringerem Umfang. Dadurch bleibt der Gesamtenergiebedarf im Landverkehr höher. Daraus leiten sich entsprechende jährliche Bedarfe an erneuerbaren Kraftstoffen zur Erfüllung der THG-Quote ab. Diese Kraftstoffbedarfe werden unter Berücksichtigung einer vereinfachten Einsatzreihenfolge (Merit Order) gedeckt (Abschnitt 4).

¹ Klassen M3: Fahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen und zulässiger Gesamtmasse von mehr als fünf Tonnen sowie N3: Lkw mit mehr als zwölf Tonnen zulässige Gesamtmasse

Ambitioniertes Szenario [AS]

Verzögertes Szenario [VS]

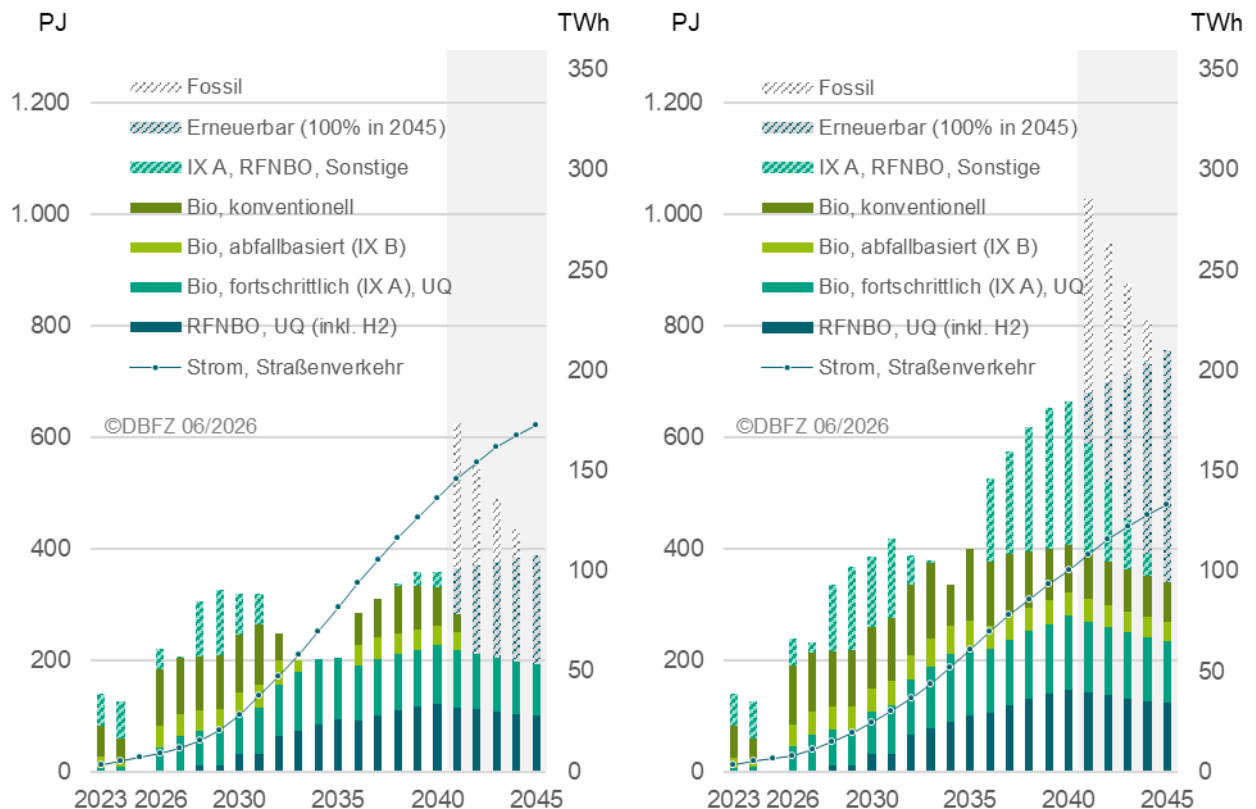


Abbildung 1 Verbrauch (bis 2024) und Bedarf (ab 2026) an erneuerbaren Kraftstoffen im Straßenverkehr gemäß THG-Quote in Szenarien AS und VS bis 2040 plus Nachwirkung aus der Fortschreibung bis 2045 (grau hinterlegter Bereich mit erneuerbaren Kraftstoffen und anteilig noch immer relevanten fossilen Kraftstoffen)²

Bis etwa 2030 ist mit einem deutlich steigenden Bedarf an erneuerbaren Kraftstoffen zur Erfüllung der THG-Quote zu rechnen. Unter der Annahme eines definierten Hochlaufs der Elektromobilität sowie der Ausschöpfung der festgelegten Unterquoten (UQ) und Obergrenzen einzelner Erfüllungsoptionen ergibt sich beispielhaft für das Jahr 2029 ein zusätzlicher Bedarf an THG-Minderung. Dies entspricht einer Menge an erneuerbaren Kraftstoffen von etwa 117 PJ im ambitionierten Szenario bzw. 148 PJ im verzögerten Szenario. In der Abbildung 1 ist diese Menge in der Gruppe „IX A, RFNBO, Sonstige“ zusammengefasst. Dieser Bedarf wurde in den Jahren 2023 und 2024 hauptsächlich durch fortschrittliche Biokraftstoffe außerhalb der Unterquote gedeckt.

² Hinweis: Für 2025 sind noch keine amtlichen Zahlen verfügbar. Unterjährige Schwankungen der spezifischen Kraftstoffoptionen liegen im methodischen Vorgehen bei der Szenariomodellierung.

Im Zeitraum von 2030 bis 2035 führt die zunehmende Elektrifizierung in Kombination mit der Mehrfachtanrechnung der Emissionsminderung auf die THG-Quote zu einem rückläufigen Bedarf an erneuerbaren Kraftstoffen. In dieser Phase reichen die vorgegebenen Unterquoten für RFNBO und fortschrittliche Biokraftstoffe in Verbindung mit den Obergrenzen für konventionelle und abfallbasierte Biokraftstoffe aus, um die Quote vollständig zu erfüllen. Im verzögerten Szenario trifft dies insbesondere auf die Jahre 2034 und 2035 zu, während im ambitionierten Szenario sogar der Zeitraum von 2032 bis 2037 betroffen ist. Im ambitionierten Szenario sind in den Jahren 2034 und 2035 darüber hinaus keine konventionellen oder abfallbasierten Biokraftstoffe erforderlich.

Im Zeitraum von 2035 bis 2040 führt das schrittweise Auslaufen der Mehrfachtanrechnung von Emissionsminderungen aus Ladestrom (bei Pkw von 2034 bis 2036 und bei Lkw zwischen 2035 und 2040) zu einem steigenden Bedarf an erneuerbaren Kraftstoffen. Im ambitionierten Szenario fällt dieser Anstieg moderat aus und erreicht rund 350 PJ, was dem Bedarf im Jahr 2030 entspricht. Im verzögerten Szenario führt die geringere Elektrifizierungsdynamik hingegen zu einem deutlich stärkeren Anstieg auf mehr als 600 PJ.

Ab 2040 führt die Stagnation der THG-Quote in Kombination mit der weiter fortschreitenden Elektrifizierung des Verkehrssektors zu einem erneuten Rückgang des Bedarfs an erneuerbaren Kraftstoffen. In beiden betrachteten Szenarien sinkt der Bedarf bis 2045 wieder auf etwa das Niveau von 2034.

Die **Zielerreichung im Verkehr gemäß Klimaschutzgesetz** (KSG: 85 Mio. t CO₂-Äq. bis 2030, 88 % Reduktion bis 2040) ist durch die Änderung der THG-Quote allein noch nicht gewährleistet. Selbst im ambitionierten Szenario wächst die Emissionsschuld im Zeitraum 2026 bis 2040 auf 273 Mio. t CO₂-Äq.; im verzögerten Szenario sogar auf 414 Mio. t CO₂-Äq. Bis 2045 steigt sie auf 342 Mio. t CO₂-Äq. (AS) bzw. 543 Mio. t CO₂-Äq. (VS) an. Das Zweite Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasemissionsminderungs-Quote, dessen Regelungen sich im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) niederschlagen, definiert bislang keinen Zielpfad bis 2045 für die Erreichung von Null-Emissionen gemäß KSG. Aus dem in Abbildung 1 angedeuteten Zielpfad für 100 % erneuerbare Energien im Jahr 2045 im Verkehrssektor würden die in Tabelle 1 genannten Quoten resultieren.

Auch das Umweltbundesamt geht davon aus, dass bereits in den Jahren 2021 bis 2030 das Minderungsziel deutlich verfehlt wird: um 126 Mio. t CO₂-Äq. Neben den negativen Effekten für das Klima kann dies auch hohe Kosten für Deutschland verursachen, da zusätzliche Emissionszertifikate zugekauft werden müssen. (UBA 2025)

Tabelle 1 THG-Quote gemäß BImSchG und zugehörige Verordnungen sowie Fortschreibung der THG-Quoten von 2041 bis 2045 zur Erreichung von 100 % erneuerbaren Energien in 2045 in den Szenarien AS und VS

THG-Quote	2030	2035	2040	2041	2042	2043	2044	2045
BImSchG 2026	26,5 %	41 %	65 %					
Quotenfortschreibung, AS				72 %	79 %	86 %	92 %	98 %
Quotenfortschreibung, VS				71 %	77 %	84 %	90 %	97 %

Für die Erreichung des Emissionsziels von maximal 85 Mio. t CO₂-Äq. gemäß Klimaschutzgesetz für den Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 sind sowohl eine signifikante Elektrifizierung als auch eine deutliche Steigerung der Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe im Landverkehr erforderlich. Im ambitionierten Szenario (AS) würden dafür etwa 650 PJ/a und im verzögerten Szenario (VS) mehr als 800 PJ/a erneuerbare Kraftstoffe im Jahr 2030 benötigt. Das entspräche dem Fünffachen (AS) bzw. dem Siebenfachen (VS) der 2024 in Deutschland insgesamt eingesetzten Menge (aktualisierte Berechnung auf Basis Naumann et al. (2026)). Tabelle 2 zeigt, welche THG-Quote erforderlich wäre, um die jährlichen Emissionsziele gemäß KSG zu erreichen.

Tabelle 2 Benötigte THG-Quotenentwicklung 2030-2045 zur Einhaltung der jährlichen Emissionsziele laut Klimaschutzgesetz (2040 und 2045 Reduktion um 88 % bzw. 100 % ggü. 1990, Zwischenjahre linear) für das ambitionierte Szenario (AS) und verzögerte Szenario (VS) im Vergleich zum Gesetz

THG-Quote	2030	2035	2040	2041	2042	2043	2044	2045
BImSchG 2026	26,5 %	41 %	65 %					
Quotenentwicklung, AS	41 %	58 %	74 %	78 %	83 %	89 %	94 %	99 ³ %
Quotenentwicklung, VS	45 %	64 %	81 %	84 %	88 %	93 %	97 %	99 ³ %

³ 100 % sind nach aktueller Methode nicht erreichbar, da laut IPCC-Bericht auch für Biokraftstoffe Emissionsfaktoren in geringem Umfang angesetzt werden.

3 KONTEXT UND POTENZIALE

THG-QUOTE, NEBENBEDINGUNGEN UND VERFÜGBARKEITEN

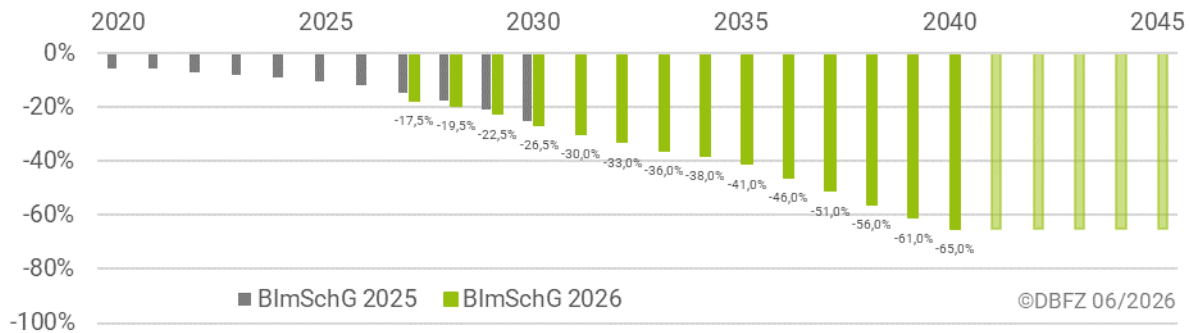
Die deutsche **Treibhausgasminderungs-Quote (THG-Quote)** verpflichtet seit 2015 Unternehmen, die fossilen Otto- und Dieselmotoren in Verkehr bringen, zur schrittweisen Senkung der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Als Instrument für den Verkehrssektor ergänzt sie dabei Strategien wie Verkehrsvermeidung, -verlagerung und Elektrifizierung. Um die Vorgaben zu erfüllen, können die Unternehmen Erfüllungsoptionen wie Elektromobilität, Biokraftstoffe oder erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs (RFNBO) nutzen. Publikationen wie Schröder und Görsch (2025) geben einen dezidierten Einblick in die Marktentwicklungen im Kontext der THG-Quote und Rolle der Erfüllungsoptionen.

Im Zuge der Implementierung der revidierten RED (Richtlinie (EU) 2023/2413) muss die THG-Quote angepasst werden. Am 23. April 2026 hat der Bundestag den Gesetzentwurf der Bundesregierung zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote angenommen.

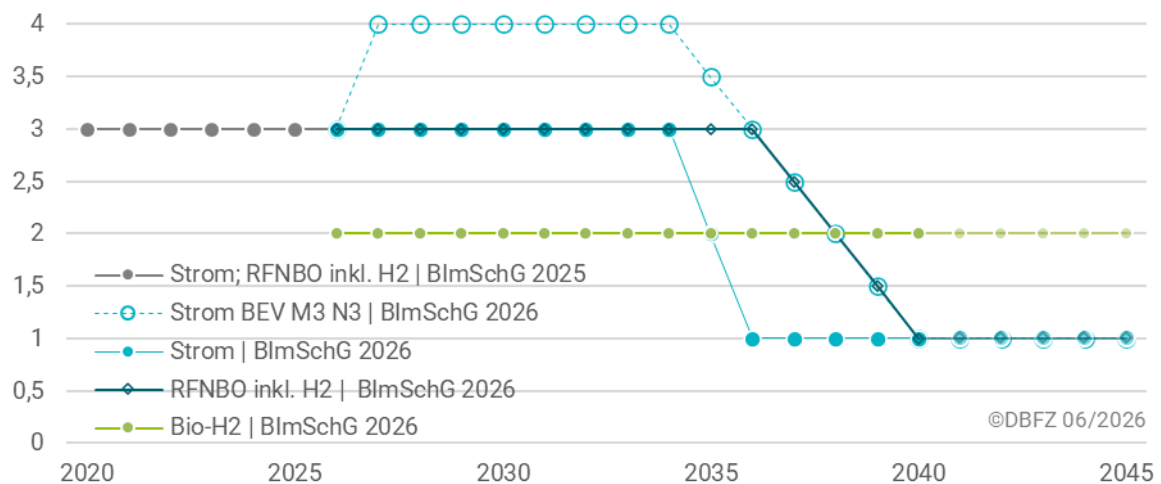
Die wesentlichen Kennzahlen des Gesetzes sind in Abbildung 2 zusammenfassend dargestellt, weitere Details zur Berechnung sind dem Abschnitt Methodenbeschreibung bzw. dem vorangegangenen Hintergrundpapier (Naumann et al. 2025) zu entnehmen.

Weitere Aspekte, v. a. zur Zertifizierung und Betrugsprävention, sind ebenfalls wichtiger Gegenstand der aktuell diskutierten Anpassung der THG-Quote, werden jedoch im vorliegenden Hintergrundpapier, welches vor allem die resultierenden Mengengerüste thematisiert, nicht dezidiert betrachtet.

Emissionsvermeidung gemäß THG-Quote in % (CO₂-Äq.)



Faktoren zur Mehrfachanrechnung



Unterquoten (UQ) und Obergrenzen (Max) in % (energetisch)

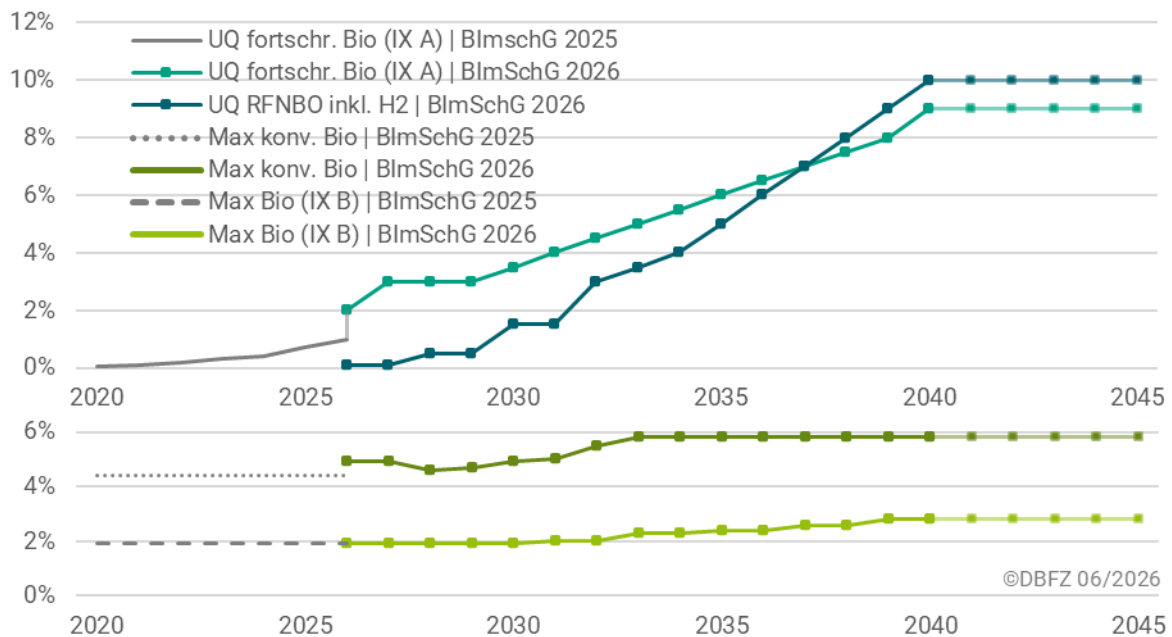


Abbildung 2 THG-Quote und Nebenbedingungen gemäß BlmSchG und zugehörige Verordnungen mit Gültigkeit in 2025 (BlmSchG 2025) und gemäß Zweitem Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote (BlmSchG 2026)

Über die Nebenbedingungen (Abbildung 2) soll der Quotenmarkt gezielter gesteuert werden. Obergrenzen beschränken dabei bestimmte Kraftstoffoptionen, die nur in begrenztem Umfang genutzt werden sollen. Unterquoten setzen hingegen Anreize für den Markt und sollen neuen Technologien und Ressourcennutzungspfaden auch bei höheren Preisen einen sichereren Absatz ermöglichen.

Durch Faktoren zur Mehrfachanrechnung von Emissionsminderungen bestimmter Erfüllungsoptionen entsteht ein zusätzlicher ökonomischer Vorteil. Je nach THG-Quotenpreis kann dieser Vorteil starke Anreize für den Einsatz dieser bestimmten Optionen im Verkehrssektor auslösen. Dies kann dazu führen, dass trotz höherer Kosten eher Kraftstoffoptionen mit Mehrfachanrechnung eingesetzt werden als günstigere Optionen ohne diesen Vorteil.

Während Unterquoten weiter stark ansteigen und Obergrenzen leicht angehoben werden, werden Mehrfachanrechnungen schrittweise reduziert. Mehrfachanrechnungen sorgen dafür, dass die nach THG-Quote ausgewiesenen Emissionsvermeidungen höher sind als die tatsächlich erreichten Emissionseinsparungen. Diese Differenz entfällt im Jahr 2040, wenn die letzten Faktoren auslaufen.

Für die einzelnen Erfüllungsoptionen ergeben sich entlang der gesamten Bereitstellungs- und Nutzungskette erneuerbarer Kraftstoffe unterschiedliche Integrationspotenziale. Diese hängen wiederum von technischen, infrastrukturellen, ökonomischen und regulatorischen Rahmenbedingungen ab. Sie bestimmen maßgeblich, in welchem Umfang und in welchem zeitlichen Horizont erneuerbare Kraftstoffe auf Grundlage

- verfügbarer und mobilisierbarer Ressourcenpotenziale,
- verfügbarer und skalierbarer bzw. adaptierbarer Produktionskapazitäten sowie
- vorhandener und erwartbarer Verteil-, Tank- und Fahrzeuginfrastruktur

in den Verkehrssektor integriert werden können und beeinflussen folglich die Machbarkeit und Geschwindigkeit eines entsprechenden Systemwechsels.

Bei der Gegenüberstellung der prognostizierten Bedarfe aus den beiden Szenarien zur Erfüllung der THG-Quote mit den aktuellen Produktionskapazitäten in Deutschland sowie den erneuerbaren Kraftstoffpotenzialen auf Basis deutscher Biomassepotenziale in Abbildung 3 zeigt sich:

1. Dem Bedarf an erneuerbaren Kraftstoffen im Straßenverkehr von etwa 300-400 PJ im Jahr 2030 bis über 600 PJ im Jahr 2040 (in der Abbildung links) steht eine inländische Produktionskapazität von lediglich knapp über 200 PJ gegenüber (in der Abbildung mittig). Wäre die THG-Quote an den Zielstellungen des Klimaschutzgesetzes ausgerichtet, wären die Bedarfe nochmal deutlich höher (s. o.).
2. Das Potenzial an inländischer Biomasse (in der Abbildung rechts), auch der mobilisierbaren, kann signifikant zur Deckung der erneuerbaren Kraftstoffbedarfe aus der THG-Quote beitragen. Konzepte zur integrierten Nutzung von biogenem CO₂ für RFNBO können dieses Potenzial deutlich erhöhen.
3. Ein signifikanter Ausbau der Produktionskapazitäten in Deutschland bis zum Jahr 2030 ist derzeit, analog zu den vergangenen Jahren, nicht absehbar (in der Abbildung mittig).

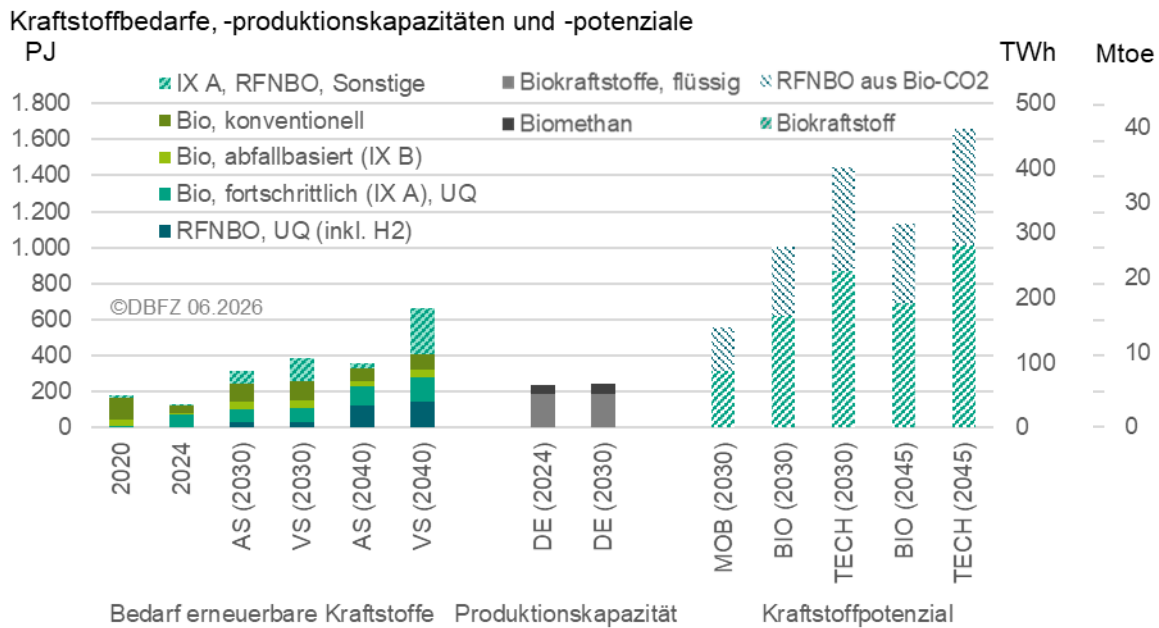


Abbildung 3 Gegenüberstellung von Szenarien-basierten Kraftstoffbedarfen (ambitioniertes Szenario AS, verzögertes Szenario VS) für die Jahre 2030 und 2040, Kraftstoffproduktionskapazitäten bis 2030 und Kraftstoffpotenzialen (basierend auf mobilisierbarem (MOB), Bioenergie (BIO)- und technischem (TECH) Bioabfall- und -reststoffpotenzial; ohne konventionelle Biomasse) für 2030 und 2045 für Deutschland (DE); Datenquelle Potenziale: (Naumann et al. 2024), RFNBO-Potenzial: hier Methan aus Bio-CO₂ als Koppelprodukt von Biomethan)

Die in Abbildung 3 gegenüberstellten Kraftstoffpotenziale basieren auf Biomassepotenzialen auf drei unterschiedlichen Ebenen: Das technische Biomassepotenzial ergibt sich aus dem theoretischen Biomassepotenzial unter Berücksichtigung von u. a. technischen, physikalischen und sozioökologischen Restriktionen, beispielsweise Bergungs- und Lagerverlusten oder Schutzgebieten. Das Bioenergiepotenzial umfasst den Anteil des technischen Biomassepotenzials, der nicht stofflich genutzt wird und somit grundsätzlich für die energetische Nutzung zur Verfügung steht. Das mobilisierbare Biomassepotenzial bezeichnet den Anteil des technischen Biomassepotenzials, der derzeit weder stofflich noch energetisch genutzt wird und daher für neue Nutzungsoptionen verfügbar ist.

Für die Mobilisierung inländischer Biomassepotenziale⁴ zur Produktion erneuerbarer Kraftstoffe und Koppelprodukte lässt sich folgendes Fazit ableiten:

- Die Produktionskapazitäten in Deutschland und Europa müssen nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Energieversorgungssicherheit und Resilienz deutlich ausgeweitet werden, um die erforderlichen Kraftstoffbedarfe decken zu können. Dabei sind erforderliche Zeiträume für Genehmigungen, Planungen, Bau und Inbetriebnahme zu berücksichtigen, die im Regelfall mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

⁴ Verweis auf ausgewählte Biomassefraktionen; Details siehe Naumann et al. 2024.

- Die aktuelle Kraftstoffnutzungsinfrastruktur im Landverkehr ist mit wenigen Ausnahmen (z. B. Bio-LNG) derzeit nahezu vollständig auf flüssige Kraftstoffe ausgelegt, ebenso wie die Produktionskapazitäten für erneuerbare Kraftstoffe, wohingegen die Ressourcenpotenziale auch zu großen Teilen für die Vergärung und Aufbereitung (zu Biomethan und Bio-CO₂) und Vergasung und Synthese (zu flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen) geeignet sind. Zur Angleichung von Angebot und Nachfrage bedarf es einerseits einer verstärkten Technologieentwicklung und -skalierung, um auch in der Verarbeitung anspruchsvollere Ressourcen in flüssige Kraftstoffe umzuwandeln und andererseits eine anteilige Umstellung der Tank- und Fahrzeugflotte auf beispielsweise erneuerbares Methan als Kraftstoff.
- Sowohl bei den Produktionskapazitäten als auch bei den Ressourcenpotenzialen bleibt zu beachten, dass große Kraftstoffbedarfe aus den Bereichen von Flug- und Seeverkehr noch nicht abgebildet sind und auch Sektoren wie die chemische Industrie als großer Abnehmer von Intermediaten aus Mineralölraffinerien vermehrt auf erneuerbare Kohlenwasserstoffe angewiesen sein werden. Integrierte Konzepte sollten hier einen wichtigen Beitrag leisten.
- Für den internationalen Flug- und Seeverkehr werden im Jahr 2030 etwa 30 PJ, im Jahr 2040 etwa 130 PJ und im Jahr 2045 etwa 170 PJ erneuerbare Kraftstoffe benötigt, wobei dann immer noch 200 PJ durch fossile Kraftstoffe abzudecken sind (eigene Berechnungen auf Basis Naumann et al. (2026)).

4 **METHODENBESCHREIBUNG**

SZENARIEN, DATENBASIS UND ANNAHMEN

Die Szenarien basieren auf dem Endenergiebedarf im Verkehrssektor. Für dessen Abschätzungen des Status quo sowie der Entwicklung 2026-2045 werden Annahmen und die Methodik von Naumann et al. (2025) herangezogen. Der Verbrauch für die Jahre 2023 und 2024 basiert auf Statistiken der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung sowie dem Zoll (BLE 2025; Zoll 2025).

Die Entwicklung des Endenergiebedarfs im verzögerten Szenario entspricht dem moderaten Szenario nach Naumann et al. (2025). Als Anpassung wurde eine verzögerte Elektrifizierung angenommen, die sukzessive ansteigt und ab dem Jahr 2035 für Pkw bei 100 % der Neuzulassungen liegt. Für die Neuzulassungen bei den Nutzfahrzeugen ist ein Anteil von 20 % im Jahr 2035, 35 % im Jahr 2040 sowie 50 % im Jahr 2045 hinterlegt. Der in dem Zeitraum gegenüber dem moderaten Szenario aus Naumann et al. (2025) abweichende Kraftstoffbedarf für das verzögerte Szenario des vorliegenden Hintergrundpapiers wurde unter Berücksichtigung des Faktors für die Antriebseffizienz⁵ berechnet. Für die Strombedarfe je Fahrzeug wurden die statistischen Daten gemäß § 6 und § 7 der 38. BImSchV fortgeschrieben (UBA 2024). Im Jahr 2045 liegen die Mengen für Kraftstoffe und elektrischem Strom analog zum moderaten Szenario aus Naumann et al. (2025).

Die Kraftstoffaufteilung (fossil/biogen/nicht-biogen), die gewählten Erfüllungsoptionen sowie die Emissionsfaktoren folgen der Methodik von Naumann et al. (2025). Die Merit-Order bzw. Einsatzreihenfolge der verschiedenen Optionen bestimmt sich zunächst aus den zu erfüllenden Unterquoten für RFNBO und fortschrittliche Biokraftstoffe (IX A). Anschließend werden die Erfüllungsoptionen, sortiert nach den THG-Minderungskosten, eingesetzt. Dadurch werden zunächst abfallbasierte Biokraftstoffe (IX B) und konventionelle Biokraftstoffe bis zu ihrer Obergrenze genutzt. Ein darüber hinaus verbleibender Emissionsminderungsbedarf bis zur Quotenerfüllung wird durch alle Optionen ohne Obergrenze, also RFNBO, fortschrittliche und sonstige Biokraftstoffe gedeckt. In den Jahren bis 2024 waren das neben wenigen PJ an sonstigen Biokraftstoffen vor allem über die Unterquote hinaus zusätzliche Mengen an fortschrittlichen Biokraftstoffen (IX A). Sonstige Biokraftstoffe meint in diesem Zusammenhang solche, die keiner der Kategorien „konventionell“, „IX A“ oder „IX B“ entsprechen.

Die Höhe der THG-Quote sowie Mehrfachanrechnungsfaktoren, Unterquoten und Obergrenzen entsprechen der gesetzlichen Regelung ab 2026 (Abbildung 2).

Für das Jahr 2027 wird in den Berechnungen eine Quotenübertragung in Höhe von 8 Mio. t CO₂-Äq. sowie 27 PJ Unterquote für fortschrittliche Biokraftstoffe (IX A) aus den Jahren 2024 bis 2026 angenommen. Dies entspricht dem Umfang der Übertragungsmenge aus dem Jahr 2023.

⁵ Pauschal wird für die Antriebseffizienz elektrischer Antriebe der Faktor von 0,4 verwendet. Dessen Kehrwert entspricht einer 2,5-fachen Menge an Endenergie, sodass eine bestimmte (energetische) Strommenge der 2,5-fachen Menge erneuerbarer Kraftstoffe gleichgesetzt wird.

Darüber hinaus werden in den Beispielrechnungen keine Quotenübertragungen oder potenziell daraus resultierende Quotenanpassungen abgebildet (BImSchG 2026 § 37h).

Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 gemäß KSG adäquat berücksichtigen zu können, werden grundsätzlich alle Analyseergebnisse bis 2045 fortgeschrieben. Dafür werden die für 2040 definierte THG-Quote sowie alle Unterquoten, Faktoren und Obergrenzen gemäß Gesetzgebung unverändert fortgeführt.

Die Wasserstoffnutzung in Raffinerien ist in den Beispielrechnungen nicht berücksichtigt. Bei einem Einsatz in Raffinerien statt in Brennstoffzellenfahrzeugen entfiere der Faktor für die Antriebseffizienz, wodurch der Beitrag zur Quotenerfüllung entsprechend sinkt. Zudem würden keine fossilen Kraftstoffmengen substituiert. Die Nutzung von Biowasserstoff als Kraftstoff wird ebenfalls nicht betrachtet. In diesem Fall wären der spezifische Faktor zur Mehrfachanrechnung für Biowasserstoff sowie der Faktor für die Antriebseffizienz in Brennstoffzellen – analog zum elektrolytischen Wasserstoff – zu berücksichtigen.

Es wird angenommen, dass die gesamte Menge an fortschrittlichen Biokraftstoffen immer fossile Otto- und Dieselmotorkraftstoffe (Benzin/Diesel) ersetzt.

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1	Verbrauch (bis 2024) und Bedarf (ab 2026) an erneuerbaren Kraftstoffen im Straßenverkehr gemäß THG-Quote in Szenarien AS und VS bis 2040 plus Nachwirkung aus der Fortschreibung bis 2045 (grau hinterlegter Bereich mit erneuerbaren Kraftstoffen und anteilig noch immer relevanten fossilen Kraftstoffen)	6
Abbildung 2	THG-Quote und Nebenbedingungen gemäß BImSchG und zugehörige Verordnungen mit Gültigkeit in 2025 (BImSchG 2025) und gemäß Zweitem Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote (BImSchG 2026)	10
Abbildung 3	Gegenüberstellung von Szenarien-basierten Kraftstoffbedarfen (ambitioniertes Szenario AS, verzögertes Szenario VS) für die Jahre 2030 und 2040, Kraftstoffproduktionskapazitäten bis 2030 und Kraftstoffpotenzialen (basierend auf mobilisierbarem (MOB), Bioenergie (BIO)- und technischem (TECH) Bioabfall- und -reststoffpotenzial; ohne konventionelle Biomasse) für 2030 und 2045 für Deutschland (DE); Datenquelle Potenziale: (Naumann et al. 2024), RFNBO-Potenzial: hier Methan aus Bio-CO ₂ als Koppelprodukt von Biomethan)	12
Tabelle 1	THG-Quote gemäß BImSchG und zugehörige Verordnungen sowie Fortschreibung der THG-Quoten von 2041 bis 2045 zur Erreichung von 100 % erneuerbaren Energien in 2045 in den Szenarien AS und VS.....	7
Tabelle 2	Benötigte THG-Quotenentwicklung 2030-2045 zur Einhaltung der jährlichen Emissionsziele laut Klimaschutzgesetz (2040 und 2045 Reduktion um 88 % bzw. 100 % ggü. 1990, Zwischenjahre linear) für das ambitionierte Szenario (AS) und verzögerte Szenario (VS) im Vergleich zum Gesetz	8

LITERATURVERZEICHNIS

BLE (2025): Erfahrungsbericht für das Jahr 2024. Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung. Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Evaluationsbericht_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 20.01.2026.

Naumann, Karin; Cyffka, Karl-Friedrich; Karras, Tom (2024): Hintergrundpapier. Bio2x | Vergleichende Analyse zu nachhaltigen Biomasse- und Substitutionspotenzialen. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier_Bio2x_Okt_2024.pdf, zuletzt geprüft am 30.10.2024.

Naumann, Karin; Etzold, Hendrik; Müller-Langer, Franziska (2025): Hintergrundpapier. Szenarien zur THG-Quote im Kontext des Referentenentwurfs 2025 und des Klimaschutzgesetzes bis 2045. Hg. v. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/DBFZ_HP_Szenarien_THG_Quote.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2025.

Naumann, Karin; Etzold, Hendrik; Müller-Langer, Franziska (2026): Angepasste Szenarien zur THG-Quote bis 2045. im Kontext der aktuellen Entwürfe und Stellungnahmen zum Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungsquote sowie des Klimaschutzgesetzes. Hintergrundpapier. DBFZ. Leipzig. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier_Szenarien_RefE_2026.pdf.

Naumann, Karin; Müller-Langer, Franziska; Meisel, Kathleen; Majer, Stefan; Schröder, Jörg; Schmieder, Uta (2021): Hintergrundpapier. Weiterentwicklung der deutschen Treibhausgasminderungsquote. Hg. v. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier>Weiterentwicklung_THG-Quote.pdf, zuletzt geprüft am 04.09.2024.

Naumann, Karin; Müller-Langer, Franziska; Schröder, Jörg; Meisel, Kathleen; Cyffka, Karl-Friedrich (2022): Hintergrundpapier zur Quote zur Treibhausgasminderung bei Kraftstoffen. Hg. v. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. Online verfügbar unter https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier_THG-Quote_DE_Nov2022.pdf, zuletzt geprüft am 23.11.2022.

Schröder, Jörg; Görsch, Kati (Hg.) (2025): Erneuerbare Energien im Verkehr. Monitoringbericht. Unter Mitarbeit von Jörg Schröder, Kati Görsch, Niels Dögnitz, Stephanie Hauschild, Karin Naumann, Inga Katharina Götz et al. DBFZ. Leipzig. Online verfügbar unter dx.doi.org/10.48480/w11j-9w27.

UBA (2024): Statistische Auswertung des Vollzugs der 38.BImSchV für das Verpflichtungsjahr 2023. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/statistische_auswertung_des_vollzugs_der_38bimschv_verpflichtungsjahr_2023.pdf, zuletzt geprüft am 20.11.2024.

UBA (Hg.) (2025): Klimaschutzinstrumente im Verkehr - Bausteine für klimagerechten Verkehr. Unter Mitarbeit von Manuel Hendzlik, Martin Lange, Philipp Hölting, Martin Lambrecht, Kilian Frey, Wolfram Calvet, Miriam Dross, Lukas Höhne, Juliane Bopst, Claudia Nobis, Martin Schmied, Katrin Dziekan. Umweltbundesamt.

Zoll (Hg.) (2025): Statistische Angaben über die Erfüllung der Treibhausgasquote - Quotenjahr 2023. Online verfügbar unter https://www.zoll.de/SharedDocs/Downloads/DE/Links-fuer-Inhaltseiten/Fachthemen/Verbrauchssteuern/quotenerfuellung_2023.pdf.

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungs-
zentrum gemeinnützige GmbH**
Torgauer Str. 116
D - 04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages