

ARBEITSGRUPPE FÜR ÜBERWACHUNGSMETHODEN
FÜR CO₂ NEUTRALE KRAFTSTOFFE

2024

ÜBERWACHUNG DER
VERWENDUNG VON CO₂-
NEUTRALEN
KRAFTSTOFFEN IM
STRASSENVERKEHR
EINE
SEKTORÜBERGREIFENDE
BRANCHENBEWERTUNG



AECC Aurobay BDB^e bft BIOAGRA

Bioéthanol
FRANCE Accueillir les synergies
du végétal



BOSCH



cecod

CLEPA
European Association of Automotive Suppliers

DAF

DENSO
Crafting the Core

DOVER
FUELING SOLUTIONS

Drivkraft
Sverige

EBB
EUROPEAN BIOETHANOL BOARD

eFuel
alliance

ELAFLEX

en2x
Mirtschaftsverband Fuels
und Energie e.V.

eni

ePURE
european renewable ethanol

ETANOLI
AUTOILIJAT

eurogas

ewaba
European Waste-based & Advanced BioFuels Association



FuelsEurope

GILBARCO
VEEDER-ROOT

Haltermann
Carless

HELLENiQ
ENERGY

HEXAGON
AGILITY

HIF HUTH

HYUNDAI

Liquid Gas
Europe

IVECO • GROUP

jama
Japan Automobile Manufacturers Association

LKQ

LOTHER
GRUPPE

NESTE

PORSCHE

prio

REPSOL

SCHAEFFLER

SPBH
PROFILING SOLUTIONS

UNITI
Bundesverband
EnergieMittelstand
Kraftstoffe | Brennstoffe | Schmierstoffe

UPEI
THE VOICE OF EUROPE'S INDEPENDENT FUEL SUPPLIERS

VDA

vitesco
TECHNOLOGIES



INHALTSVERZEICHNIS

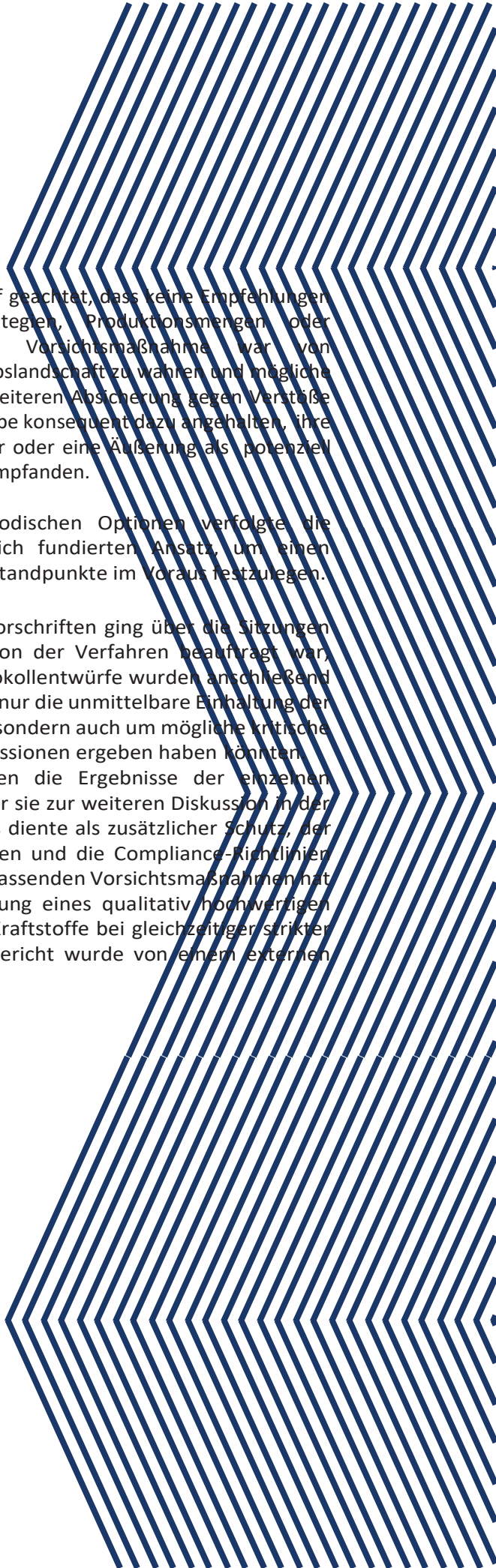
1. Erklärung zu Compliance-Richtlinien und Kartellrecht	8
2. Abstrakt	11
3. Ursprung und Zweck der Arbeitsgruppe	20
31 Herkunft und politischer Hintergrund	21
32 Zweck	22
33 Struktur & Mitglieder	23
4. Kraftstoffproduktion und Kraftstoffdefinition	26
41 Von der WGMM vorgeschlagene Kraftstoffdefinition	27
42 Kraftstoffproduktion	30
4.2.i. Beschreibung der Wege der Kraftstoffherstellung	30
4.2.ii. Verfügbarkeit von Rohstoffen	35
4.2.ii. Rückverfolgbarkeit von CO ₂ -neutralen Kraftstoffen	36
5. Betankungstechnologien für Fahrzeuge und Einzelhandel	40
51 Einführung	41
52 Beschreibung der Optionen für CO ₂ -neutrale Kraftstoffe	41
53 Beschreibung der Technologieoptionen	43
Option 1 - Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens / der Düse	43
Option 2 - Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts	44
Option 3 - 100 % digitales Kraftstoffverfolgungssystem von Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)	44
Option 4 - Hybrider Ansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker und Sensor bis zur EU-Grenze - Stromabwärts: DFTS w/ Digitaler Händedruck	45
Option 5 - Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion	46
Option 6 - Kraftstoff-Molekularsensor an Bord des Fahrzeugs	47
Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle	48
Option 8 - Ausschließliche Versorgung des EU-Marktes mit CNF	48
Option 9 - Massenbilanzierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug	49
Option 10 - Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB	49
Option 11 - Kombiniertes Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake)	51

54.	Bewertungsmatrix & Ergebnisse.....	52
	Ergebnis der Bewertungsmatrix.....	53
6.	Kunden & Einzelhandel.....	58
61.	Zusammenfassung	59
62.	Anforderungen an die Technologien für den CNF-Antrieb Fahrzeuge für Kunden und Handel	59
63.	Bewertung der Überwachungsoptionen auf der Grundlage des Kunden & Einzelhandels-Perspektive.....	61
	Option 1: Mechanische Anpassung von Tankeinfüllstutzen/Düsen	61
	Option 2: Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts	62
	Option 3: 100 % digitales Kraftstoffverfolgungssystem von Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)	64
	Option 4: Hybrider Ansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker und Sensor bis zur EU-Grenze - Stromabwärts: DFTS w/ Digitaler Händedruck.....	65
	Option 5: Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion.....	66
	Option 6: Fahrzeuginterner Kraftstoffmolekularsensor	68
	Option 7: Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle	69
	Option 8: Ausschließliche Versorgung des EU-Marktes mit CNF	70
	Option 9: Massenbilanzierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug	71
	Option 10: Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB.....	72
	Option 11: Kombiniertes Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake.....	74
64.	Bewertungsoptionen für wirksame Anreizsysteme & Flexibilitätsmechanismen	75
65.	Regulatorisches Geofencing	78
7.	Regulatorische Bewertung.....	82
	Option 1 - Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens/der Zapfpistole.....	84
	Option 2 - Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts	85
	Option 3 - 100% digitale Kraftstoffverfolgung von Upstream bis Nachgeschaltet (DFTS mit digitalem Handshake)	87
	Option 4 - Hybridansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker und Sensor bis zur EU-Grenze - Stromabwärts: DFTS w/ Digitaler Händedruck.....	88
	Option 5 - On-Board-Kraftstofferkennungsfunktion.....	88
	Option 6 - Kraftstoff-Molekularsensor an Bord des Fahrzeugs	89
	Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle	89
	Option 8 - Ausschließliche Versorgung des EU-Marktes mit CNF	90
	Option 9 - Massenkompensierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug	91
	Option 10 - Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB.....	92
	Option 11 - Kombiniert - Upstream: Massenausgleich -	

ERKLÄRUNG DER COMPLIANCE-RICHTLINIEN & KARTELLRECHT

Die umfassende Arbeit der Arbeitsgruppe "Überwachungsmethoden" wurde unter strikter Einhaltung der kartellrechtlichen Richtlinien durchgeführt, so dass während der gesamten Projektdauer die Einhaltung der höchsten rechtlichen Standards gewährleistet war. Bei jeder Sitzung der Arbeitsgruppe waren professionelle Compliance-Juristen anwesend, die über die Einhaltung der kartellrechtlichen Vorschriften wachten und dafür sorgten, dass die Vorschriften in allen Phasen der Projektentwicklung genauestens eingehalten wurden. Diese Rechtsexperten betonten immer wieder, wie wichtig es ist, sich an die vorgegebene Tagesordnung der Sitzungen zu halten und jegliche Diskussionen oder Kommentare zu vermeiden, die als unangemessen oder potenziell wettbewerbswidrig ausgelegt werden könnten.

In Anbetracht des kooperativen Charakters des Projekts, bei dem Wettbewerber auf verschiedenen Ebenen der Wertschöpfungskette in der Automobilbranche zusammenarbeiten, haben die Antitrust-Anwälte ein striktes Verbot der Weitergabe von wirtschaftlich sensiblen Informationen eingeführt und durchgesetzt. Dazu gehörten unter anderem unternehmensindividuelle Daten zu Preisen, Gewinnspannen, Kosten, Marktprognosen, Produktionszahlen, Kapazitätsangaben, Investitionsplänen, Geschäftsstrategien, Ausschreibungsinformationen und/oder Vertragsspezifika. Die Anwälte sorgten auch dafür, dass in den Gesprächen nicht über einzelne Lieferanten oder Kunden gesprochen wurde, um ein neutrales und wettbewerbsfreundliches Umfeld zu wahren.



Während des gesamten Projektverlaufs wurde darauf geachtet, dass keine Empfehlungen zum künftigen Marktverhalten, einschließlich Preisstrategien, Produktionsmengen oder Investitionsentscheidungen, abgegeben wurden. Diese Vorsichtsmaßnahme war von entscheidender Bedeutung, um die Integrität der Wettbewerbslandschaft zu wahren und mögliche Absprachen oder Marktmanipulationen zu verhindern. Zur weiteren Absicherung gegen Verstöße gegen das Kartellrecht wurden alle Mitglieder der Arbeitsgruppe konsequent dazu angehalten, ihre Bedenken umgehend zu äußern, wenn sie einen Kommentar oder eine Äußerung als potenziell unangemessen oder als Verstoß gegen die Kartellrichtlinien empfanden.

Bei der Ausarbeitung der verschiedenen methodischen Optionen verfolgte die Arbeitsgruppe einen rein objektiven und wissenschaftlich fundierten Ansatz, um einen neutralen Überblick zu geben, ohne Entscheidungen oder Standpunkte im Voraus festzulegen.

Das akribische Vorgehen bei der Einhaltung der Vorschriften ging über die Sitzungen selbst hinaus. Das Sekretariat, das mit der Dokumentation der Verfahren beauftragt war, erstellte für jede Sitzung ein genaues Protokoll. Diese Protokollentwürfe wurden anschließend noch einmal von den Kartellanwälten eingesehen, um nicht nur die unmittelbare Einhaltung der Kartellrichtlinien während der Sitzungen zu gewährleisten, sondern auch um mögliche kritische Situationen zu erkennen, die sich im Anschluss an die Diskussionen ergeben haben könnten.

In den gemeinschaftlichen Arbeitsphasen wurden die Ergebnisse der einzelnen Mitglieder vom Sekretariat konsequent anonymisiert, bevor sie zur weiteren Diskussion in der Gruppe vorgelegt wurden. Dieser Anonymisierungsprozess diente als zusätzlicher Schutz, der sicherstellte, dass sensible Informationen geschützt blieben und die Compliance-Richtlinien strikt eingehalten wurden. Durch die Umsetzung dieser umfassenden Vorsichtsmaßnahmen hat die Arbeitsgruppe ihr doppeltes Ziel erreicht: die Erstellung eines qualitativ hochwertigen Berichts über Überwachungsmethoden für CO₂-neutrale Kraftstoffe bei gleichzeitiger strikter Einhaltung der Kartellgesetze und -vorschriften. Dieser Bericht wurde von einem externen Kartellrechtsexperten rechtlich geprüft.

ABSTRACT

Dieser Bericht¹ wurde erstellt, um der Aufforderung der Europäischen Kommission an die Industrie, die Erstausrüster und die Kraftstoffhersteller nachzukommen, technologische Optionen vorzustellen, mit denen die Verwendung von CO₂-neutralen Kraftstoffen in Neufahrzeugen nachgewiesen und überwacht werden kann, und um einen Beitrag zur Verpflichtung der Europäischen Kommission zu leisten, eine Methodik für die Zulassung von Fahrzeugen mit CO₂-neutralen Kraftstoffen vorzulegen.

Die Überwachung von CO₂-neutralen Kraftstoffen erfordert die Verfolgung des Kraftstoffs von der Herstellung bzw. bei Importen von der Einfuhr bis hin zur endgültigen Verwendung in einem bestimmten Fahrzeug. Die Arbeitsgruppe für Überwachungsmethoden (Working Group on Monitoring Methodologies, WGMM) umfasst daher ein breites Spektrum an Sektoren, darunter Erstausrüster und deren Zulieferer, Kraftstoffhersteller und -lieferanten, Kraftstoffhändler und deren Ausrüstungslieferanten, um sicherzustellen, dass die von der TCMV vorgeschlagene Methodik den Anforderungen aller Sektoren der Automobil- und Kraftstoffwertschöpfungskette an eine robuste und zuverlässige Nachweis- und Berichterstattungsmethode entspricht.

Eine technologieneutrale, umfassende und konsistente Definition für CO₂-neutrale Kraftstoffe ist notwendig, um eine Überkomplexität der EU-Verordnung zu vermeiden

Die Arbeiten der WGMM begannen mit einer Bewertung des Kompromisses, auf den sich Deutschland und der geschäftsführende Vizepräsident Timmermans im März 2023 geeinigt hatten, sowie mit dem Briefing der Kommission an die Sachverständigen der Mitgliedstaaten im TCMV, der vorgeschlagenen Definition von Kraftstoffen und den von den Kommissionsdienststellen ermittelten Vorschlägen für Methoden.

Der Kommissionsvorschlag vom September 2023 bezog nur eFuels, die auch als RFNBOs bezeichnet werden, in die Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen ein und verlangte, dass diese Kraftstoffe auf der Grundlage der "Lebenszyklusanalyse" des Kraftstoffs eine 100%ige THG- Emissionseinsparung aufweisen. Dieser Ansatz wird von den Experten in der WGMM als technisch sehr schwierig zu erreichen und als unvereinbar mit den allgemeinen EU-Zielen des Green Deals bewertet, die als "Netto-Null" definiert sind und die THG-Emissionen und auch die Absorption/Speicherung durch biogene oder industrielle Mittel berücksichtigen. Der Vorschlag der Arbeitsgruppe zielt darauf ab, diese Unstimmigkeit zu korrigieren, und schlägt eine alternative Definition vor

"CO₂-neutraler Kraftstoff": alle in der Richtlinie über erneuerbare Energien (EU) 2018/2001 definierten Kraftstoffe, sofern sie die Nachhaltigkeitskriterien dieser Richtlinie erfüllen und die damit verbundenen delegierten Rechtsakte, wenn bei der Kraftstoffherstellung die gleiche Menge CO₂ aus Biomasse, Umgebungsluft oder rezyklierten Kohlenstoffquellen gebunden wird, wie bei der Verbrennung in der Nutzungsphase freigesetzt wird. Zu diesen Kraftstoffen gehören erneuerbare und/oder synthetische Kraftstoffe wie Biokraftstoff, Biogas, Biomassekraftstoff, erneuerbare flüssige und gasförmige Verkehrskraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs (RFNBO) oder rezyklierte Kohlenstoffkraftstoffe (RCF)²."

Es sollte eine einheitliche Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen für alle EU-Rechtsakte geben.

CO₂-neutrale Kraftstoffe als Ergänzung zur Elektrifizierung des Straßenverkehrs

Der Bericht zeigt außerdem, dass die Einbeziehung von CO₂-neutralen Kraftstoffen in den Straßenverkehr die CO₂-Reduktionsziele für Neufahrzeuge nicht abschwächt, sondern eine Ergänzung zu batterieelektrischen und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen darstellt, die das Potenzial hat, die

1. Dieser Bericht ist das Ergebnis eines kollektiven Beitrags und spiegelt in einigen Aspekten möglicherweise nicht die Ansichten und Meinungen aller beteiligten Unternehmen wider.

2. Diese Definition könnte angepasst werden, um die Verfügbarkeit neuer Optionen wie "kohlenstoffarme Kraftstoffe" zu berücksichtigen, wie sie in dem im August 2024 angenommenen überarbeiteten Wasserstoff- und Gaspaket definiert sind.

die Dekarbonisierung des Straßenverkehrs.

Der Straßenverkehr als Leitmarkt für die Schaffung langfristiger Investitionsmöglichkeiten für CO₂-neutrale Kraftstoffe zum Nutzen aller Verkehrssektoren.

Aufgrund der Größe des Marktes und der Investitionsmittel, der potenziellen Größenvorteile, des beträchtlichen Anteils der Besteuerung von Kraftstoffen und der Notwendigkeit eines Marktzugangs für die Nebenprodukte, die z. B. aus nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF) entstehen, kann der Straßenverkehr der ideale Markt für die verstärkte Einführung CO₂-neutraler Kraftstoffe sein, der eine Produktion in industriellem Maßstab und eine Kostensenkung für Unternehmen und Bürger ermöglicht.

Die Rolle der Biokraftstoffe?

Biokraftstoffe machen heute 90 % der erneuerbaren Energien im Straßenverkehr aus und können auch in Zukunft einen großen Teil des steigenden Energiebedarfs decken. Biokraftstoffe sind derzeit kommerziell verfügbar und werden in ausreichenden Mengen geliefert, so dass sie die Dekarbonisierung des Verkehrssektors erheblich beschleunigen können.

Betankungstechnologien für Fahrzeuge und Einzelhandel

Hauptziel des Berichts ist es, der Kommission, den TCMV-Sachverständigen und ihren Verwaltungen in den Mitgliedstaaten eine umfassende, objektive, neutrale und technische Bewertung aller ermittelten Kraftstoffüberwachungsoptionen zu liefern.

Die Mitglieder der WGMM und die Sachverständigen, die an den Arbeiten mitgewirkt haben, haben nicht die Absicht, eine der vorgeschlagenen Methoden zu empfehlen, da die endgültige Entscheidung allein in der Verantwortung des Gesetzgebers liegt.

Zwei mögliche Ansätze und 11 Technologieoptionen zur Überwachung CO₂-neutraler Kraftstoffe

Die von den Sachverständigen der WGMM durchgeführte Bewertung ergab, dass beim derzeitigen Stand der Technologieentwicklung zwei Hauptansätze für die Verwendung und Überwachung CO₂-neutraler Kraftstoffe in einer neuen Fahrzeugklasse nach 2035 in Betracht kommen:

- **Direkte und ausschließliche Versorgung des Fahrzeugs mit CO₂-neutralem Kraftstoff über eine spezielle und isolierte Infrastruktur von Anfang bis Ende und ausschließlich über Zapfsäulen, die ausschließlich 100% CO₂-neutralen Kraftstoff liefern.**
 - **Kraftstoffkennzeichnung:** eine bewährte Technologie zur Kennzeichnung von Kraftstoffen, die einen eindeutigen physikalischen Markierungszusatz verwendet, der nun zum Nachweis von CNF in der gesamten Lieferkette verwendet werden kann.
 - **Digitales Kraftstoffverfolgungssystem (DFTS):** Diese Technologie, die bereits in industriellen Sicherheitssystemen eingesetzt wird, ermöglicht eine sichere digitale Verfolgung und Buchführung von CNF über das Kraftstoffversorgungssystem und den Fahrzeugbetrieb.
 - **On-Board-Detection:** fahrzeugsbasierte Technologien, die das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von CNF beim Betanken durch chemische oder physikalische Tests sofort erkennen und den Fahrzeugbetrieb aktivieren/deaktivieren können.
 - **Physische Sicherheit der Kraftstoffverbindungen, um CNF zu ermöglichen, aber den Durchsatz von fossilen Kraftstoffen zu verhindern**
- **CO₂-neutrale Kraftstoffversorgung für ein bestimmtes Fahrzeug über das gesamte Kraftstoffversorgungssystem, wobei**

der CO₂-neutrale Kraftstoff wird über die derzeitige Kraftstoffinfrastruktur geliefert, die auch für Erdölkraftstoffe genutzt wird. Dieser Ansatz ist besonders für gasförmige Kraftstoffe geeignet. Der Kraftstoffbedarf des Fahrzeugs wird exakt auf die gleiche Menge CNF abgestimmt, die in das gesamte Kraftstoffversorgungssystem eingespeist und über ein digitales Tracking-System sicher überwacht und mit dem Fahrzeug abgeglichen wird.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Art der Methodik, die Nachweismethode, die potenziellen

APPROACH	Direkte exklusive CNF-Versorgung des Fahrzeugs				Massenkompenzierte CNF-Versorgung für ein bestimmtes Fahrzeug über ein gemeinsames System.	
	<p>Das CNF wird direkt an das Fahrzeug geliefert. Die Kraftstoffpumpe und die Versorgung sind ausschließlich CNF, und der Fahrzeugverbrauch ist ausschließlich CNF. Das Fahrzeug kann keinen fossilen Kraftstoff erhalten oder verwenden. Der physische Transport von kohlenstoffneutralem Kraftstoff über eine spezielle Lieferkette ist in der Übergangsphase zu restriktiv, vor allem wegen der erheblichen Infrastrukturinvestitionen und der damit verbundenen logistischen Komplexität.</p> <p>Der Aufbau einer unabhängigen Versorgungskette zur Vermeidung von Verunreinigungen ist mit erheblichen Investitionskosten und Zeitaufwand verbunden, was sich in einer frühen Phase der Umsetzung als hinderlich erweisen kann. Darüber hinaus kann die begrenzte Verfügbarkeit von speziellen Tankstellen zu Unannehmlichkeiten für die Verbraucher führen, was zu Reichweitenangst und Zögern bei der Einführung von Fahrzeugen mit kohlenstoffneutralem Kraftstoff führt. Dieser Ansatz stellt auch die Kraftstofflieferanten und -verarbeiter vor die Herausforderung, die Nachfrage vorherzusagen und ein konsistentes Angebot zu gewährleisten, was den Übergang weiter erschwert.</p>				<p>Dies entspricht der Funktionsweise des Stromnetzes, in dem es sowohl Anbieter von erneuerbaren als auch von nicht erneuerbaren Energien und Abnehmer von 100 % erneuerbarem bzw. nicht erneuerbarem Strom gibt. Der gesamte Strom wird über ein gemeinsames Netz transportiert, aber die Verträge über die Abnahme von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sind genau auf die sichere Versorgung mit 100 % erneuerbarem Strom abgestimmt.</p> <p>Ähnlich wie bei den Verträgen über die Lieferung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen, der indirekten, aber genau abgestimmten Einspeisung von CNF in die bestehende Kraftstoffversorgungsinfrastruktur, die dem Verbrauch der identifizierten Fahrzeuge entspricht, muss die Zertifizierung der CNF-Verfügbarkeit und -menge so erfolgen, dass der von den CNF-Fahrzeugen verbrauchte Kraftstoff berücksichtigt wird. Digitalisierte Transaktionen und Hauptbuchkonten können eine hohe Genauigkeit und Strenge gewährleisten. Dieser Ansatz wird jedoch von dem von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Anreizsystem für CNF-Fahrzeuge nicht unterstützt.</p>	
BESCHREIBUNG						
KONZEPT	Regionale Ausschließlichkeit	Messung der Kraftstoffeigenschaften	Kraftstoff-Additivierung		Digital Supply Chain Verfolgung mit Massentaktung	Massenbilanz
	8. EU-Markt wird ausschließlich mit CNF beliefert	5. Fahrzeug Funktion zur Erkennung von Kraftstoff an Bord	2. Kraftstoffmarker entlang der Stromaufwärts- und Stromabwärtsstrecke	3. 100 % digitale Kraftstoffverfolgung von der vorgelagerten bis zur nachgelagerten Stufe	11. Kombiniertes Massenausgleich DFTS mit digitalem Handshake	2. Massenausgleich
MÖGLICHE TECHNOLOGIEN	1. Mechanische Anpassung des Tankfüllers	6. On-board Kraftstoff-Molekülsensor	4. Hybrider Ansatz: Fuel Marker und DFTS	4. Hybrider Ansatz: Fuel Marker und DFTS	10. Kraftstoffverbrauch	
				7. Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle		
Streng				Flexibel		

und die Kompatibilität mit dem Kraftstofftyp. Sie werden in keiner bestimmten Reihenfolge vorgestellt und können in Kombination verwendet werden, was verschiedene Vorteile haben kann.

#	METHODIK	NACHVERFOLGUNGSMETHODE	NACHWEISMETHODE	ANREIZSYSTEM	KRAFTSTOFFVERTRÄGLICHKEIT
1	Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens	Physisch	Mechanisch	Nicht erforderlich	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
2	Kraftstoffmarker entlang der Stromaufwärts- und Stromabwärtsstrecke (Sensor im Fahrzeug)	Physisch	Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
3	100% digitale Verfolgung vom Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)	Physisch	Elektronisch durch Wiederverwendung vorhandener Daten	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
4	Hybrider Ansatz - vorgelagert: Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - nachgelagert: DFTS mit digitalem Handshake	Physisch	Sensor & Elektronisch	YES	Flüssige Kraftstoffe
5	Funktion zur Erkennung von Kraftstoff an Bord des Fahrzeugs	Physisch	Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
6	Fahrzeuginterner Kraftstoff-Molekülsensor	Physisch	Vorhanden Engine Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
7	Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle	Physisch	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
8	EU-Markt wird ausschließlich mit CNF beliefert	Physisch	NR	Nicht erforderlich	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
9	Massenkompensierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug	Virtuell	Keine	NO	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
10	Bilanzierung des Kraftstoffverbrauchs - FUB	Virtuell	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
11	Kombinierter Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake	Virtuell	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe

Ergebnis der Bewertungsmatrix

Option 1 - Mechanische Anpassung von Tankeinfüllstutzen und Zapfpistole: Eine mechanische Anpassung des Einfüllstutzens und der Zapfpistole würde physisch verhindern, dass der falsche Kraftstoff eingefüllt wird, ist aber in der Praxis anfällig für Manipulationen und könnte bei alleiniger Verwendung als nicht robust genug angesehen werden. Darüber hinaus ist ein hoher Aufwand für die Entwicklung neuer Geräte und Hardware sowohl an der Tankstelle als auch im Fahrzeug erforderlich, einschließlich zusätzlicher Integrationsmaßnahmen.

Option 2 - Kraftstoffmarker entlang der Stromaufwärts- und Stromabwärtsstrecke: Ein Kraftstoffmarker und -sensor im Fahrzeug verfolgt den CNF physisch. Diese Methode wird bereits für Heizöl verwendet, aber es gibt derzeit keinen handelsüblichen Sensor für Kraftfahrzeuge. Neue Entwicklungen für die Anforderungen im Automobilbereich (z. B. Robustheit, Selektivität, Empfindlichkeit) sind zu erwarten. Im Hinblick auf die Manipulationssicherheit könnte die Markierung des fossilen Kraftstoffs eine robustere Lösung sein.

Option 3 - 100 % digitale Verfolgung von Upstream bis Downstream DFTS mit Digital Handshake): Das DFTS (Digital Fuel Tracking System) ist eine 100 % digitale Lösung entlang der gesamten Lieferkette, die vollständig auf den vorhandenen Daten und der Infrastruktur der verschiedenen Beteiligten basiert. Über einen digitalen Handshake wird die zuverlässige Paarung von Fahrzeug und Zapfpistole ermöglicht und erlaubt eine flexible Auslöserreaktion. Die Robustheit der Manipulation wird durch Zuverlässigkeitsprüfungen innerhalb eines Multi-Trust-Center-Ansatzes (Stakeholder - Cloud - Fahrzeug) sichergestellt. Die Lösung erfordert technische Anpassungen im Fahrzeug, in der Logistik und an den Tankstellen.

Option 4 - Hybrider Ansatz - Upstream-Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - Downstream - DFTS mit digitalem Handshake: Ein mögliches Mittel zur Verbesserung des Ansatzes mit Sensoren und Markern könnte ein hybrider Ansatz in Kombination mit dem DFTS sein. Bei dieser Lösung könnte der Mangel an fahrzeugtauglichen Sensoren umgangen werden, indem ein digitaler Handshake mit der Tankstelle durchgeführt wird, der auf einem Sensorsignal basiert, das den Kraftstoffmarker in der Tankstelle selbst misst. Daher könnten weniger strenge Anforderungen an einen solchen Sensor gestellt werden, was zu einem geringeren Integrationsaufwand auf Seiten der OEM und einer schnelleren Markteinführung führt.

Option 5 - Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion: Die bordeigene Kraftstofferkennung durch Verarbeitung der vorhandenen Signale des Motorsteuergeräts (ECU) ist eine pragmatische Softwarelösung, die auf bereits im Fahrzeug vorhandenen Daten beruht. Die Lösung kann für CNFs mit anderen Eigenschaften als herkömmliche wie HVO und Diesel funktionieren. Allerdings ist derzeit noch keine Lösung für gasförmige Kraftstoffe bekannt.

Möglicherweise ist eine Kalibrierung erforderlich, um mögliche künftige Kraftstoffe einzubeziehen, da sich der tatsächliche Messwert (der mit der Eigenschaft korreliert) von einer Kraftstoffquelle zur anderen ändern kann, was zu einem zusätzlichen Einsatzaufwand im Feld führt.

Option 6 - Molekularer Kraftstoffsensoren an Bord des Fahrzeugs: Ein Molekularstruktursensoren ist eine weitere Option, mit der die Kraftstoffart im Fahrzeug direkt verfolgt werden kann. Es handelt sich nicht um einen Marker wie in Option 2 vorgeschlagen. Der On-Board-Sensoren ist serienmäßig verfügbar und erfüllt die in EN590 und EN228 genannten Normen.

Es ist in der Lage, die von der EU geforderte Endkontrolle in Echtzeit an Bord durchzuführen, wie dies bereits bei Bus- und LKW-Anwendungen zur Erkennung fossiler Kraftstoffe der Fall ist. Die CNF-Erkennung wurde erfolgreich für Normen wie EN14214 und EN15940 implementiert, und derzeit werden neue Datenbanken für eFuel-Moleküle wie MtG und FT entwickelt.

Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle: Die bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle bietet einen manipulationssicheren Ansatz, der als 1-zu-1-Paarungslösung zwischen Zapfpistole und Fahrzeug verwendet werden könnte.

Neben dem sicheren Authentifizierungsverfahren bietet die Lösung eine Einfüllüberwachung und eine Blockiervorrichtung im Einfüllstutzen, die das Betanken mit herkömmlichem Kraftstoff verhindern kann. Um die Anforderungen an die Manipulation zu erfüllen, muss die Lösung jedoch technisch angepasst werden.

Option 8 - CNF ausschließlich auf dem EU-Markt verfügbar: Dieses Szenario ist zwar für das Jahr 2035 unrealistisch, aber längerfristig durchaus möglich und daher als Teil der allgemeinen Übergangsstrategie für den Verkehr in der EU erwägenswert. Dieses Szenario geht davon aus, dass CNF ausschließlich verfügbar sind, was wahrscheinlich erst in einigen Jahren der Fall sein wird, und wäre das Ergebnis einer erheblichen Ausweitung von CNF für den Straßenverkehr neben dem Bedarf anderer Sektoren sowie der Verringerung der Gesamtnachfrage nach flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen, die durch Effizienz und Elektrifizierung erreicht wird.

Option 9 - Massenbilanzierte CNF-Lieferung an jedes CNF-Fahrzeug: Der Massenausgleich ist eine indirekte Lösung, die sich auf einen Input-Output-Ansatz konzentriert, der durch das Buchen und Einfordern von Zertifikaten gesteuert wird. Handelsmärkte wie Strom und gasförmige Kraftstoffe in Pipelines werden durch einen solchen Ansatz effizient gesteuert. Für eine potenzielle CNF-Anwendung bedeutet dies, dass der Kraftstoff im antragstellenden CNF-Fahrzeug möglicherweise nicht physisch verbraucht wird. Das Kraftstoffversorgungssystem stellt jedoch zuverlässig sicher, dass die CNF-Menge im Durchschnitt an anderer Stelle in den Markt eingeführt wird. Eine solche Lösung würde von einer hohen Systemeffizienz, einem schnellen Hochfahren der Kraftstoffproduktion und der Kraftstoffversorgungskette profitieren und gleichzeitig ermöglichen, dass Tankstellen in der Einführungsphase nicht über eine spezielle CNF-Zapfsäule verfügen müssen.

Option 10 - Kraftstoffverbrauchsbalanzierung: Die Fuel Usage Balancing-Lösung verwendet einen Massenbilanzierungsansatz, der auf der Verfolgung der Kraftstoffenergie im Fahrzeugtank basiert, ohne dass ein Handshake zwischen Tankstelle und Fahrzeug erforderlich ist. Anstelle der Tankstelle wird die Verantwortung für die Handhabung der Zertifikate auf den Autofahrer übertragen, der direkt mit einem Zertifikatsmarktplatz verbunden ist, was eine effiziente Lösung für Flottenkunden im Nutzfahrzeugsegment sein kann.

Für den durchschnittlichen Endkunden im Pkw-Segment könnte die Lösung jedoch eine Belastung darstellen, da sie dem Autofahrer zu viel Verantwortung für die Handhabung der Zertifikate überträgt.

Option 11 - Digitale Rückverfolgung mit Massenausgleich: Da der Massenausgleich (Option 9) auf einem Mechanismus zur Handhabung von Zertifikaten beruht, der eine durchschnittliche Meldung der Beteiligten an eine Behörde umfasst, wird eine Hybridlösung in Kombination mit einem DFTS (siehe Option 3) vorgeschlagen. Dieses System profitiert von einer schnellen Akkumulation von Zertifikaten auf der Ebene des einzelnen Fahrzeugs, da es das DFTS als Überwachungsplattform und Ausführer des digitalen Handshakes zwischen dem Fahrzeug und der Tankstelle einbeziehen kann. So kann eine genaue und rechtzeitige Bearbeitung der Zertifikate für jedes einzelne Fahrzeug gewährleistet werden. Darüber hinaus verfügt das Fahrzeug über einen Systemmechanismus zur Überwachung der Verwendung von CO₂-neutralen Kraftstoffen.

Bewertung der Methodik aus der Sicht von Kunden und Einzelhändlern

Der Bericht konzentriert sich auch auf die Anforderungen und Überlegungen der Kunden und des Einzelhandels, um die erfolgreiche Integration und Akzeptanz von CNF-betriebenen Fahrzeugen zu gewährleisten, sowie auf die entsprechenden Technologien (Kapitel 6). Er befasst sich mit den technologischen Anforderungen für eine erfolgreiche CNF-Einführung und -Überwachung. Zu diesem Zweck werden die ermittelten Technologieoptionen unter verschiedenen Gesichtspunkten wie Verfügbarkeit, Kostenfolgen, Benutzerfreundlichkeit, Sicherheit der Überwachung und Anreiztechnologien bewertet.

Diese Technologien können auch außerhalb der Europäischen Union eingesetzt werden, wodurch eine solide Grundlage für die breite Einführung von CNF geschaffen wird. Es muss sichergestellt werden, dass CNF-Fahrzeuge auch über die Grenzen der EU hinaus eingesetzt werden können, und es müssen Kontrollmechanismen eingerichtet werden, die den Einsatz von Nicht-CNF-Fahrzeugen verhindern. Auch für diese Frage werden Optionen vorgeschlagen.

Der Bericht enthält außerdem eine Analyse des wirksamen Anreizsystems, das zur Unterstützung der EU-Anforderungen für CO₂-neutralen Kraftstoff (CNF) erforderlich ist. Die Experten empfehlen ein System zur Überwachung der Betankung, um die Verwendung von CNF zu verfolgen und sicherzustellen, dass das Fahrzeug ausschließlich mit CNF betankt wird, sowie ein Anreizsystem in Form eines Mechanismus, der reagiert, wenn Nicht-CNF entdeckt wird, und die Einhaltung durch verschiedene Maßnahmen erzwingt.

Schließlich wird in dem Bericht die Frage des regulatorischen Geofencing untersucht, das eine direkte Folge der Anreizsysteme ist, die gewählt wurden, um die Einhaltung der CNF-Anforderungen zu gewährleisten. Regulatorisches Geofencing beeinflusst, wie Fahrzeuge außerhalb der EU-Grenzen funktionieren, und wirkt sich auf den Wiederverkaufswert von Gebrauchtfahrzeugen in Nicht-EU-Regionen aus. Die Analyse beschreibt die Auswirkungen auf die Nutzbarkeit von Fahrzeugen, die Durchsetzung und den möglichen Missbrauch außerhalb der EU sowie die Auswirkungen auf die Kunden.

Regulatorische Bewertung

Der Bericht wird durch eine detaillierte Analyse aller Verordnungen vervollständigt, um zu ermitteln, welche Anpassungen erforderlich sind, um die einzelnen CNF-Überwachungsmethoden anzuerkennen (Kapitel 7).

Der Bericht beschreibt die Vor- und Nachteile sowie die Auswirkungen aus ordnungspolitischer Sicht, einschließlich einer Bewertung der Aussichten und der Zeitdauer für eine mögliche Umsetzung, und formuliert gegebenenfalls kurze Änderungsvorschläge.

Der Bericht "*Monitoring the use of CO₂ Neutral Fuels in Road Transport - a Cross-Sectoral Industry Assessment*" ist in digitaler Form verfügbar und wird durch Informationen in Form von Faktenblättern für alle beschriebenen Überwachungsmethoden ergänzt.

03

URSPRUNG UND
ZWECK DER
ARBEITSGRUPPE

3.1 Herkunft und politischer Hintergrund

Zeitleiste



Als Teil des "Fit for 55"-Pakets hat der Rat der EU am 28. März 2023 eine Änderung der Verordnung 2019/631 über CO₂-Emissionen für neue Pkw und Transporter angenommen. Eine Beschreibung der CO₂-Emissionsstandards findet sich im Anhang dieses Berichts (Abschnitt 9.2). Diese Entscheidung folgte auf eine politische Diskussion über die CO₂-Reduktionsziele für 2035, die eine 100%ige CO₂-Reduktion im Auspuff vorschreiben. Demnach bliebe die Elektrifizierung die einzige Option. Deutschland, Italien, Polen und andere Mitgliedstaaten sprachen sich für die Einbeziehung von CO₂-neutralen Kraftstoffen (CNF) aus, um den Transport von erneuerbaren Energien zu erleichtern, und boten damit eine Lösung zur Erfüllung der Regulierungsziele mit Verbrennungsmotoren, die mit erneuerbaren Kraftstoffen betrieben werden. Folglich hat sich die Kommission in dieser Verordnung bereit erklärt, einen Vorschlag für die Zulassung von Fahrzeugen zu unterbreiten, die nach 2035 ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, und zwar im Einklang mit dem EU-Recht, außerhalb des Geltungsbereichs der Flottennormen und im Einklang mit dem EU-Ziel der Klimaneutralität. Diese Einigung wurde in Erwägungsgrund 11 der Verordnung (EU) 223/851 festgehalten:

"Nach der Konsultation der Interessengruppen wird die Kommission einen Vorschlag für die Zulassung von Fahrzeugen nach 2035 vorlegen, die ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, und zwar im Einklang mit dem Unionsrecht, außerhalb des Geltungsbereichs der Flottenstandarde und im Einklang mit dem Ziel der Klimaneutralität der Union."

Ziel des TCMV ist es, einen Vorschlag für die Zulassung von Fahrzeugen zu entwickeln, die dauerhaft mit CO₂-neutralen Kraftstoffen (CNF) betrieben werden und mit dem EU-Recht und den Nachhaltigkeitskriterien der RED übereinstimmen. Während einer TCMV-Sitzung am 3. Juli 2023 erwähnte die Kommission in einer Mitteilung, dass die "technologische Lösung in den Händen der Industrie (OEM und Kraftstoffunternehmen) liegt". Diese ausdrückliche Aufforderung in Verbindung mit der Einigung über die CO₂-Flottenregulierung im März 2023 hat die Industrie zum Handeln veranlasst. Ein erster Vorschlag zur CNF-Definition wurde im Juli 2023 vorgelegt, der Folgendes vorschlägt

ür die Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen als "erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs" (RFNBOs), die in der EU-Richtlinie über erneuerbare Energien (RED) festgelegt ist. Die Definition von RFNBOs in der RED, die auf eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um mindestens 70 % im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen abzielt, wurde jedoch von der GD CLIMA abgelehnt, die argumentierte, dass es "zwingend erforderlich ist, dass die Definition nur erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs umfasst, die eine Treibhausgaseinsparung von mindestens 100 % aufweisen".

Als Reaktion auf die Aufforderung des TCMV im Juli 2023 wurde die Arbeitsgruppe für Überwachungsmethoden für CO₂-neutrale Kraftstoffe gegründet. Am 20. September 2023 haben sich in Stuttgart Interessenvertreter aus der gesamten automobilen Wertschöpfungskette, einschließlich Erstausrüstern, Kraftstoffindustrie und Einzelhandel, darauf geeinigt, die "Arbeitsgruppe für Überwachungsmethoden für CO₂-neutrale Kraftstoffe (WGMM)" einzurichten, um einen Beitrag zur Arbeit des TCMV zu leisten und bestehende Technologieoptionen zur Überwachung der Verwendung von CO₂-neutralen Kraftstoffen in Neufahrzeugen zu bewerten. Ziel der WGMM ist die Entwicklung eines Vorschlags für die Zulassung von Fahrzeugen, die dauerhaft mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, in Übereinstimmung mit dem EU-Recht und den Nachhaltigkeitskriterien der Richtlinie über erneuerbare Energien. Hinsichtlich der Kraftstoffe und der Überwachungsmethoden fordern die Mitglieder der WGMM die Europäische Kommission und den TCMV auf, dafür zu sorgen, dass der Grundsatz der Technologieneutralität gewahrt bleibt.

Da die neuen CO₂-Normen ursprünglich nur für Lastkraftwagen galten, hat der AStV vor kurzem neue CO₂-Emissionsnormen auch für Lastkraftwagen validiert. Das Europäische Parlament stimmte ebenfalls für diese neuen CO₂-Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge. Am 9. Februar 2024 bestätigte der COREPER neue CO₂-Normen für schwere Nutzfahrzeuge. Hier gilt der gleiche Auspuffansatz wie bei den CO₂-Emissionsnormen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge. Obwohl die Kommission eine Reduktion von 90 % im Jahr 2040 vorschlug, ohne den großen Marktanteil der Verbrennungsmotoren anzuerkennen, wurde der Marktanteil der schweren Nutzfahrzeuge nicht erhöht.

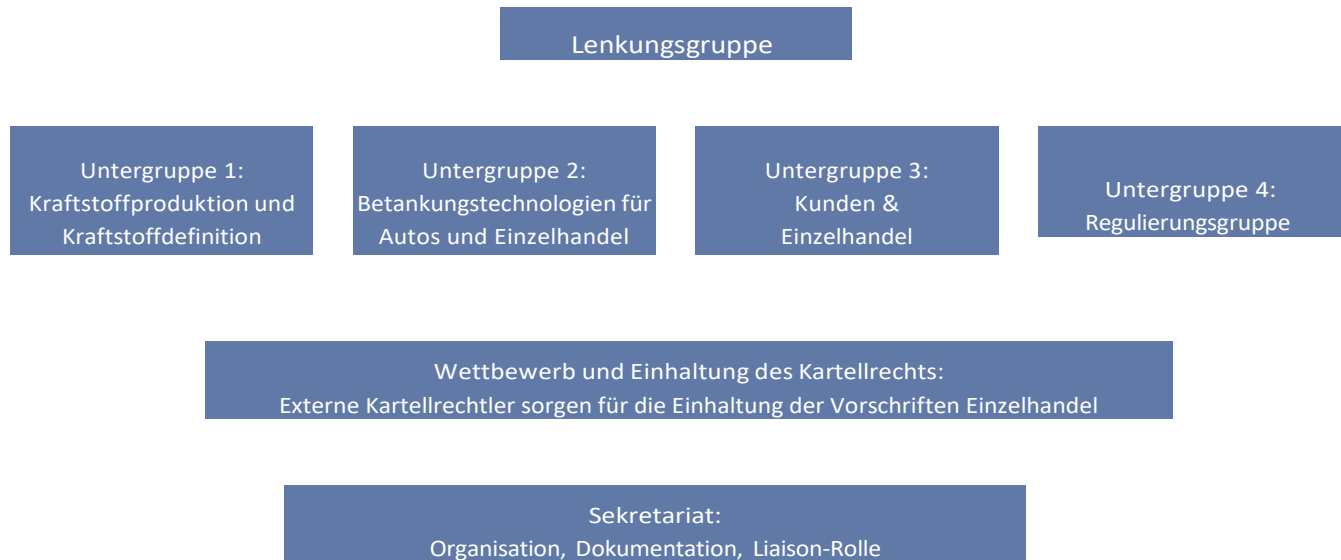
vernachlässigt werden würde. Nachdem Deutschland und andere Mitgliedstaaten damit gedroht hatten, sich der Stimme zu enthalten, wurde darüber verhandelt, wie die Anerkennung CO₂-neutraler Kraftstoffe in der Verordnung verbessert werden könnte. Die folgende Formulierung wurde als rechtlich nicht bindend in Erwägungsgrund (17) aufgenommen:

"Nach Konsultation der Interessengruppen wird die Kommission innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten dieser Verordnung die Rolle einer Methodik für die Einstufung von ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betriebenen schweren Nutzfahrzeugen in Übereinstimmung mit dem Unionsrecht und dem Ziel der Klimaneutralität der Union bewerten."

3.2 Zweck

Der Zweck der WGMM lässt sich aus dem Ursprung der Gruppe ableiten. Die WGMM zielt darauf ab, den gesamten Straßenverkehrssektor und die Wertschöpfungskette der Automobilindustrie, einschließlich der Interessengruppen aus der LKW-, LKW- und Geländewagenindustrie, einzubeziehen und zu vertreten. Das übergeordnete Ziel ist es, der Europäischen Kommission, dem Europäischen Parlament und den Mitgliedsstaaten, insbesondere dem TCMV, einen umfassenden Bericht über alle potenziellen Lösungen zur Überwachung der Verwendung CO₂-neutraler Kraftstoffe in Neufahrzeugen zu liefern und bereitzustellen. Daher beschreibt die WGMM die Vor- und Nachteile aller möglichen Überwachungsmethoden. Wie in der Anti-Trust-Richtlinie erwähnt, kann sie sich nicht für eine Überwachungsmethode entscheiden. Die Arbeitsgruppe bewertet alle Methoden aus technischer und politischer Sicht. Das kollektive Fachwissen der Branche bildet die Grundlage und wird der Europäischen Kommission gemeinsam angeboten. Dieses gebündelte Fachwissen soll sicherstellen, dass erneuerbare Kraftstoffe als praktikable und robuste Alternative für die Dekarbonisierung des europäischen Automobilsektors anerkannt werden.

3.3. Struktur & Mitglieder



Die Arbeitsgruppe verfügt über eine klare Struktur, um eine effektive Arbeit ihrer Mitglieder zu gewährleisten. Mehr als 50 Unternehmen, Organisationen und Gewerkschaften aus dem globalen Transportsektor haben gemeinsam an der Gründung dieser Gruppe mitgewirkt. Die WGMM wird von einer Lenkungsgruppe geleitet, die die Kommunikation koordiniert und für wichtige Entscheidungen im Verlauf des Prozesses verantwortlich ist. Der Lenkungsgruppe untergeordnet sind vier verschiedene Untergruppen, die jeweils für unterschiedliche Kernthemen zuständig sind. Die Untergruppe 1, die aus 83 Mitgliedern besteht, ist für die Kraftstoffproduktion und -definition zuständig. Die Untergruppe 2 hat 82 Mitglieder und konsolidiert und bewertet die Kraftstofftechnologien für Fahrzeuge. Die Untergruppe 3 hat 41 Mitglieder und betrachtet die Kraftstofftechnologien aus der Perspektive der Kunden und des Handels. Die Untergruppe 4 mit 84 Mitgliedern fasst schließlich alle relevanten Regelungen zur Umsetzung der Überwachungsmethoden zusammen. Die Lenkungsgruppe und alle Untergruppen werden von einem Vorsitzenden und einem Ko-Vorsitzenden geleitet, die zu Beginn des Projekts festgelegt wurden. Alle Untergruppen halten regelmäßig Sitzungen ab, um den laufenden Prozess zu besprechen.

Neben dem inhaltlichen Teil der Arbeitsgruppe begleiten externe Kartellrechtler die gesamte Arbeit der WGMM, um die absolute Einhaltung des Wettbewerbsrechts zu gewährleisten. Hinzu kommt das Sekretariat, das für die Koordinierung aller Aktivitäten der WGMM zuständig ist. Das Sekretariat wird von der von Beust & Coll. Beratungsgesellschaft mit Sitz in Hamburg, Deutschland.

Der folgende Bericht wird die Ergebnisse der vier Untergruppen im Detail enthalten, beginnend mit Kapitel 4 über Kraftstoffproduktion und Kraftstoffdefinition. Inhalt des Kapitels sind die Kraftstoffpfade und die Verfügbarkeit von Rohstoffen. Kapitel 5 folgt mit einer detaillierten Beschreibung der Vor- und Nachteile der bestehenden Technologieoptionen zur Überwachung kohlenstoffneutraler Kraftstoffe im Fahrzeug. Kapitel 6 gibt einen detaillierten Überblick über die Technologieoptionen aus Sicht der Kunden und des Handels. Schließlich werden in Kapitel 7 relevante politische Regelungen für die beschriebenen Technologieoptionen vorgestellt, die bei einer vorausschauenden Umsetzung berücksichtigt werden müssen. Der Bericht wird durch ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und einen umfassenden Anhang mit Verweisen ergänzt.



04

KRAFTSTOFFHERSTELLUNG & KRAFTSTOFF-DEFINITION

Einführung

In diesem Kapitel wird die von der Europäischen Kommission vorgeschlagene Definition des Begriffs "CO₂-neutrale Kraftstoffe" untersucht, die vergleichbaren EU-CO₂-Verordnungen und -Methoden betrachtet und die Auswirkungen und Folgen des Kommissionsvorschlags bewertet. Anschließend wird eine alternative Definition vorgeschlagen, um das Potenzial CO₂-neutraler Kraftstoffe für die Erreichung der Ziele zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Verkehr zu maximieren.

Es wird auch beschrieben, wie die gesetzliche Anerkennung von CO₂-neutralen Kraftstoffen in der CO₂-Verordnung für den Straßenverkehr einen neuen Markt schaffen kann, der das Angebot erhöht, die Fähigkeit der EU-Wirtschaft steigert, die THG-Reduktionsziele der EU zu erreichen, und die Abhängigkeit von der Einfuhr fossiler Kraftstoffe verringert.

4.1 Von der WGMM vorgeschlagene Kraftstoffdefinition

Kontext

Die Europäische Kommission hat zugesagt, einen Vorschlag zu prüfen, der es ermöglicht, über die Euro-7-Fahrzeug-Emissionsregelung "CO₂-neutrale Fahrzeuge", die ausschließlich mit "CO₂-neutralen Kraftstoffen" betrieben werden, als "Null-Emissions-Fahrzeuge" zu zertifizieren, die einem Elektrofahrzeug gleichwertig sind. Jede derartige regulatorische Entwicklung wird eine Definition von "CO₂-neutralen Kraftstoffen" (CNF) erfordern.

Der Kommissionsvorschlag bezieht nur eFuels in seine Definition von CO₂ neutralen Kraftstoffen ein und verlangt von diesen CO₂ neutralen Kraftstoffen eine 100%ige Einsparung von Treibhausgasemissionen auf der Grundlage eines "Well-to-Wheel"-Ansatzes, der insbesondere die Emissionen der Produktion und des Transports des Kraftstoffs berücksichtigt und daher derzeit technisch sehr schwer zu erreichen ist.

Die derzeitigen CO₂-Normen (für Lkw und schwere Nutzfahrzeuge) basieren auf dem Auspuffkonzept, d. h., sie messen den Verbrauch

Phase des Fahrzeugs. Daher führt die von der Kommission vorgeschlagene Definition zu einer Verzerrung zwischen CO₂-neutralen Kraftstoffen, die nach dem Well-to-Wheel-Ansatz bewertet werden, und anderen Technologien, die nach dem Auspuffkonzept bewertet werden.

Es ist wichtig, sich daran zu erinnern, dass die Gesamtziele des EU-Green Deal als "Netto-Null" bezeichnet werden, was sowohl die THG-Emissionen als auch die Absorption/Speicherung durch biogene oder industrielle Mittel berücksichtigt. Die Definition der Kommission scheint damit nicht vereinbar zu sein. Der Vorschlag der Arbeitsgruppe zielt darauf ab, diese Unstimmigkeit zu korrigieren.

Die Arbeitsgruppe schlägt die folgende Definition für kohlenstoffneutrale Kraftstoffe vor:

"CO₂-neutraler Kraftstoff" bezeichnet alle in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 definierten Kraftstoffe, sofern sie die Nachhaltigkeitskriterien dieser Richtlinie und der zugehörigen delegierten Rechtsakte erfüllen und bei der Kraftstoffherstellung die gleiche Menge an CO₂ aus Biomasse, Umgebungsluft oder rezyklierten Kohlenstoffquellen gebunden wird, die bei der Verbrennung in der Nutzungsphase freigesetzt wird. Zu diesen Kraftstoffen gehören erneuerbare und/oder synthetische Kraftstoffe wie Biokraftstoff, Biogas, Biomassekraftstoff, erneuerbarer flüssiger und gasförmiger Verkehrskraftstoff nicht-biologischen Ursprungs (RFNBO) oder rezyklierter Kohlenstoffkraftstoff (RCF)³.

Die Arbeitsgruppe ist der Ansicht, dass die Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen, wie sie von der Europäischen Kommission in Artikel 2 Nummer 9a der Euro-6-Verordnung vorgelegt wurde, aus den folgenden Gründen nicht zweckmäßig ist:

1. Der Vorschlag der Kommission bezieht sich in seiner Definition von CO₂

3. Diese Definition könnte angepasst werden, um die Verfügbarkeit neuer Optionen wie "kohlenstoffarme Kraftstoffe" zu berücksichtigen, wie sie in dem im August 2024 angenommenen überarbeiteten Wasserstoff- und Gaspaket definiert sind.

neutralen Kraftstoffen, wodurch andere kohlenstoffarme erneuerbare Kraftstoffe mit hohem und unmittelbarem Dekarbonisierungspotenzial wie Biokraftstoffe und Biogase völlig ausgeschlossen werden.

2. Die von der Kommission vorgeschlagene Definition ist daher nicht mit ihrer eigenen Definition von nachhaltigen Kraftstoffen in mehreren anderen Verordnungen vereinbar bzw. erheblich falsch ausgerichtet: EU-ETS, EU-ETS II (Straße und Gebäude), die Richtlinie über erneuerbare Energien (RED), RefuelEU Aviation und FuelEU Maritime. Die wissenschaftliche Grundlage für diese Unterschiede ist nicht klar:

- Das EU-Emissionshandelssystem, das einen Nullsatz für CO₂-Emissionen aus Biomasse sowie für RFNBOs (Wasserstoff und eFuels) vorsieht: Null CO₂-Emissionen
- Das EU-ETS II für Kraftstoffe für den Straßenverkehr und Gebäude, bei dem die CO₂-Emissionen von Biokraftstoffen und eFuels als Null-CO₂-Emissionen angesehen werden
- Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED) sieht vor, dass Emissionen aus Biokraftstoffen und synthetischen Kraftstoffen kompensiert werden (Gutschriften aus der Photosynthese bzw. der CO₂-Bindung): Null CO₂-Emissionen
- IPCC-Leitlinien für nationale Energie- und Klimapläne: Emissionen aus Biomasse-Kraftstoffen: Null CO₂-Emissionen im Verkehr

3. Diese sehr enge Definition verwehrt den Bürgern die Wahl der von ihnen bevorzugten Technologie, schließt einen wichtigen Weg zur Einhaltung der CO₂-Vorschriften für die Fahrzeughersteller aus und ignoriert einen wichtigen Weg für die technologische und industrielle Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie.

Unterstützende Fakten für die vorgeschlagene Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen:

1. Die aktuellen EU-Klimaziele sind ehrgeizig, und alle nachhaltigen Optionen (nicht nur eFuels / RFNBOs) müssen folgende Anforderungen erfüllen

dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen. Es gibt kein Patentrezept zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors. Die Anerkennung der Rolle von CO₂-neutralen Kraftstoffen für den allgemeinen Straßenverkehr schwächt die CO₂-Reduktionsziele für Neufahrzeuge nicht ab. Vielmehr wäre dies eine Ergänzung zu batterieelektrischen und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen, die den Ausstieg aus fossilen Kraftstoffen beschleunigen könnte.

2. Ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (ICE), das erneuerbare Kraftstoffe verwendet, hat einen ähnlichen - oder sogar geringeren - Kohlenstoff-Fußabdruck als ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV). Ein Verbrennungsmotorfahrzeug, das ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben wird, ist im Einklang mit den Nachhaltigkeitskriterien und den Schwellenwerten für die Treibhausgasreduzierung der RED ein CO₂-neutrales Fahrzeug zum Zeitpunkt der Nutzung und sollte als solches in den Verordnungen über die CO₂-Normen für Lkw und Großraumlimousinen berücksichtigt werden, wie dies auch für Elektrofahrzeuge der Fall ist.

- Die derzeitige Methodik für Verordnungen über CO₂-Emissionsnormen berücksichtigt nur die Emissionen am Auspuff und führt zu einer Verzerrung beim Vergleich von ICEVs und EVs.
- In der Realität müssen jedoch die Emissionen aus der Produktion von Kraftstoffen oder Strom berücksichtigt werden.

Eine Lebenszyklusanalyse des Kohlenstoff-Fußabdrucks eines Fahrzeugs sollte auf alle technologischen Optionen angewandt werden und würde es ermöglichen, die Emissionen bei der Erzeugung der verwendeten Energie zu berücksichtigen und somit einen wissenschaftlich fundierten Vergleich der Gesamtemissionen zu ermöglichen.

Eine von IFPEN 2022 durchgeführte Studie hat gezeigt, dass Hybridautos, die mit Biokraftstoffen betrieben werden, in der Lebenszyklusanalyse (LCA) ebenso niedrige CO₂-Emissionen aufweisen wie BEV mit dem französischen Strommix mit geringem Autoverkehr. Mit dem europäischen Strommix haben Hybridfahrzeuge, die mit solchen Biokraftstoffen betrieben werden, geringere CO₂-Emissionen in der Ökobilanz.

3. Kreislaufförmiges CO₂ (sowohl aus Biokraftstoffen als auch aus eFuels) erhöht die CO₂-Konzentration nicht

in die Atmosphäre. Daher sollten sowohl Biokraftstoffe als auch synthetische Kraftstoffe als CO₂-neutrale Kraftstoffe betrachtet werden.

4. Was den Vergleich der Treibhausgasersparungen betrifft

- Laut einer Studie des [Studio Gear Up](#) (2022) über die Kosten der Treibhausgasvermeidung bei Personenkraftwagen kann heute keine Technologie eine 100%ige Emissionsreduzierung (auf Well-to-Wheel- oder LCA-Basis) erreichen, wie sie von der Kommission mit ihrem Ziel einer mindestens 100%igen Reduzierung der Treibhausgasintensität bei CO₂-neutralen Kraftstoffen gefordert wird.

5. Alle Prognosen zeigen, dass langfristig, wenn die gesamte Wertschöpfungskette vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt ist, CO₂-neutrale Kraftstoffe eine 100 %ige Treibhausgasreduzierung auf "Well-to-Wheel"-Basis ermöglichen würden. Dies erfordert Zeit und Investitionen, und es werden alle verfügbaren Abscheidungstechnologien (erneuerbarer Energieverbrauch, Kohlenstoffabscheidung usw.) benötigt.

6. RED hat einen klaren Bezug zu Treibhausgasschwellenwerten und Nachhaltigkeitskriterien

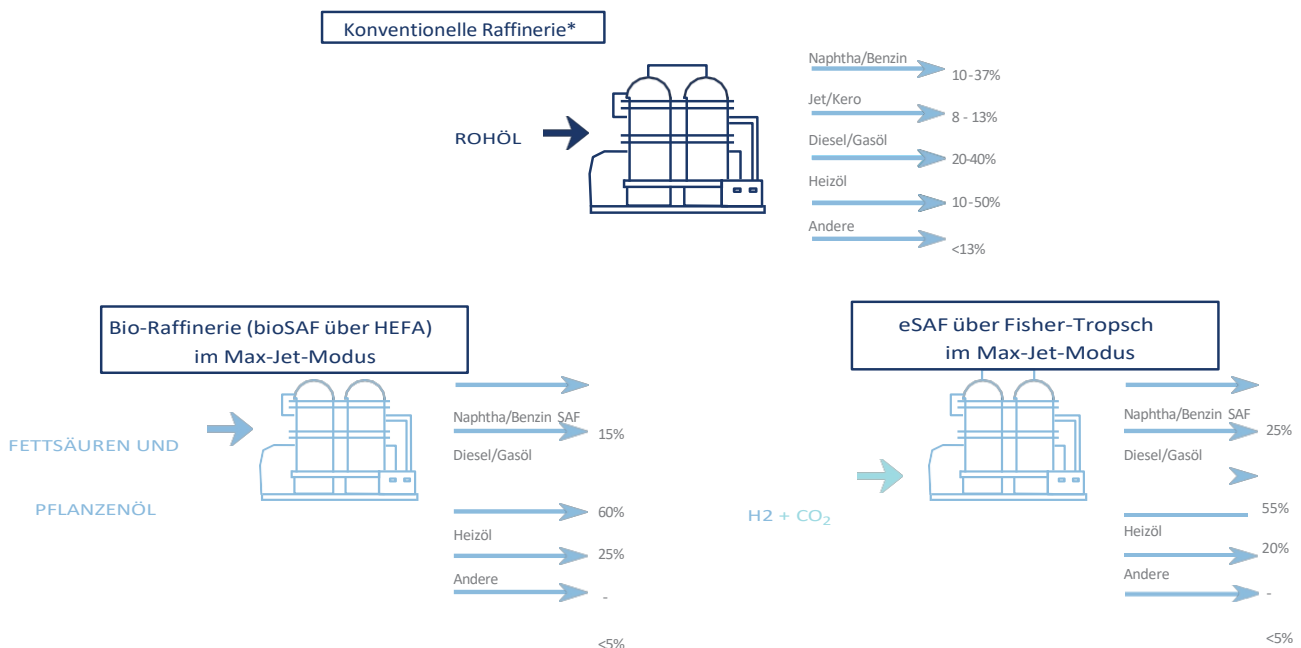
als klare Bezugnahme auf nachhaltige Rohstoffe. Die Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen sollte sich voll und ganz auf die bestehende Definition und die Nachhaltigkeitskriterien der RED als eine einzige und transparente Quelle von Anforderungen stützen. Alle nachhaltigen Kraftstoffe, die diese Kriterien erfüllen, sollten berücksichtigt werden. Die in der RED festgelegten europäischen Nachhaltigkeitskriterien gehören zu den strengsten der Welt, und die vorgeschlagene Definition gewährleistet eine Mindestreduzierung der CO₂-Emissionen gemäß den RED-Anforderungen.

7. Um eine übermäßige Komplexität der EU-Verordnung zu vermeiden, sollte es eine einheitliche Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen für alle EU-Rechtsakte geben, und diese Definition sollte an die RED angeglichen werden.

8. Die Ermöglichung der Verwendung CO₂-neutraler Kraftstoffe im Straßenverkehr wird von der Kraftstoff- und Automobilindustrie aus folgenden Gründen als förderlich und synergetisch für die Einführung nachhaltiger Kraftstoffe in der Luft- und Schifffahrt angesehen:

Marktgröße und Investitionsressourcen

Schaubild 4.5: Erträge von konventionellem Jet Fuel/ SAF



es: Um den europäischen Bedarf an Flug- und Schiffskraftstoffen zu decken, sind Investitionen in Milliardenhöhe erforderlich. Je größer der Markt ist, desto größer wird das Interesse der Investoren sein. Auf den Schwerlastverkehr entfallen 24 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrswesen, auf den Luft- und Seeverkehr dagegen nur 2 %⁴. Verlässliche Einnahmen aus dem Verkauf von erneuerbaren Kraftstoffen für den Straßenverkehr werden es den Kraftstofflieferanten ermöglichen, in SAF und Bunkerkraftstoffe für die Schifffahrt zu reinvestieren.

Leitmarkt: Der Straßenverkehr kann der ideale Leitmarkt sein, den wir brauchen, um die Einführung CO₂-neutraler Kraftstoffe voranzutreiben, die industrielle Produktion zu ermöglichen und die Kosten für Unternehmen und Bürger zu senken. Kraftstoffe für den Straßenverkehr werden bereits in erheblichem Umfang besteuert, was ein starker Hebel sein kann, um Anreize für die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe zu schaffen, indem die Besteuerung an den Kohlenstoffgehalt von Strom angepasst wird.

Nebenerzeugnisse: Es ist technisch nicht möglich, in Bioraffinerien und über die Fischer-Tropsch-Route ausschließlich nachhaltiges Kerosin (SAF) herzustellen. Während des Produktions- und Raffinerungsprozesses werden auch Nebenprodukte wie erneuerbarer Diesel, Benzin/Naphtha, erneuerbares Flüssiggas und andere Produkte hergestellt, von denen einige im Straßenverkehr verwendet werden können. Die Nachfrage nach diesen Produkten im Straßenverkehr stärkt den wirtschaftlichen Nutzen von Investitionen.

Größenvorteile: Je größer die Kapazität der Produktionsanlage ist, desto geringer sind die Investitions- und Betriebskosten pro hergestelltem Produkt/Einheit. Andere damit verbundene Kosten, wie Logistik und Infrastruktur, werden ebenfalls optimiert.

Tabelle 4.1

Dieselmotor (Kompressionszündung)	Benzinmotor (Funkenzündung)	LPG-Motor (Funkenzündung)	NGV-Motor (Funkenzündung)
HDV & LDV	LDV	LDV	HDV & LDV
Diesel Typ HVO, Biodiesel, Diesel Typ eFuel (eDiesel)	Ottokraftstoff HVO (Bionaphtha), Bioethanol, Ottokraftstoff eFuel (eGasoline), Ethanol-to-Gasoline (ETG), Methanol-to-Gasoline (MTG), bioETBE	LPG Typ HVO (bioLPG), LPG Typ eFuel (eLPG), re-newable DiMethylEther (DME), eDimethylester (eDME) (aus eMethanol)	Biomethan (bioCNG, bioL-NG), eMethan

Fluggesellschaften, Schifffahrtsunternehmen und Transportunternehmen könnten von sinkenden Preisen für erneuerbare Kraftstoffe profitieren, was letztlich den Endverbrauchern zugute käme.

Darüber hinaus fällt ein Teil der RED-konformen Biokraftstoff-Rohstoffe - die nicht in Anhang IX aufgeführt sind - nicht in den Anwendungsbereich der entsprechenden Sektorverordnungen (ReFuelEU Avion und FuelEU Maritime) und wird daher ohnehin nicht in diese Sektoren umgeleitet.

Biokraftstoffe machen heute bis zu 90 % der erneuerbaren Energien im Straßenverkehr aus und können auch in Zukunft einen großen Teil des steigenden Energiebedarfs decken. Biokraftstoffe sind derzeit kommerziell verfügbar und werden in ausreichenden Mengen geliefert, so dass sie die Dekarbonisierung des Verkehrssektors erheblich beschleunigen können.

4.2 Kraftstoffproduktion

i. Beschreibung der Wege der Kraftstoffherstellung

Je nach Verbrennungsprinzip werden Motoren für verschiedene Arten von Kraftstoffen entwickelt und optimiert. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten CO₂-neutralen Biokraftstoff- oder eFuel-basierten Komponenten werden als Drop-in-Kraftstoffe in bestehenden Motoren verwendet - allein oder als Gemisch. In Ottomotoren ist eine Mischung der unten aufgeführten erneuerbaren Kraftstoffkomponenten in verschiedenen Verhältnissen erforderlich, damit die Endprodukte die jeweiligen Kraftstoffnormen erfüllen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Verwendung von Nicht-Drop-in

4. Quelle: [EUA](#) - Jährliches Treibhausgasinventar der Europäischen Union 1990-2021 und Inventarbericht 2023

Kraftstoffe gibt es, wenn die Motoren an sie angepasst werden. Eine Liste der weithin bekannten Drop-in-Kraftstoffe und Nicht-Drop-in-Kraftstoffe findet sich in Anhang 9.c.

1. Fahrzeuge mit Dieselmotor

Dieselmotoren werden in der Regel sowohl für leichte als auch für schwere Nutzfahrzeuge verwendet. Im Jahr 2022 waren 40,8 % der in der EU zugelassenen Pkw mit Dieselmotoren ausgestattet, während der Anteil der neu zugelassenen Pkw mit Dieselmotoren im Jahr 2023 bei 13,6 % lag. In den Bereichen Nutzfahrzeuge und Busse ist der Dieselmotor jedoch wirklich vorherrschend: 2022 fuhren 90,7 % der Lieferwagen, 96 % der Lastwagen und 90,5 % der Busse in der EU mit einem Dieselmotor, und der Anteil der neu zugelassenen Fahrzeuge mit Dieselantrieb lag 2023 immer noch bei 82,6 %, 95,7 % bzw. 62,3 % für die drei Kategorien.

a) Dieselkraftstoff aus erneuerbaren biogenen Rohstoffen: FAME und HVO

Biodiesel (FAME; Fatty Acid Methyl Ester) und erneuerbarer Diesel (HVO; Hydro-treated Vegetable Oil) sind erneuerbare Alternativen biogenen Ursprungs zu Dieselkraftstoff aus fossilen Rohstoffen. Sie werden aus einer Reihe von erneuerbaren Rohstoffen wie Pflanzenölen, tierischen Fetten und gebrauchten Speiseölen (Used Cooking Oils, UCO) hergestellt. AI-

FAME und HVO werden zwar häufig aus den gleichen Rohstoffen hergestellt, aber die Verfahren zur Herstellung von FAME und HVO sind unterschiedlich und haben unterschiedliche Endverwendungen.

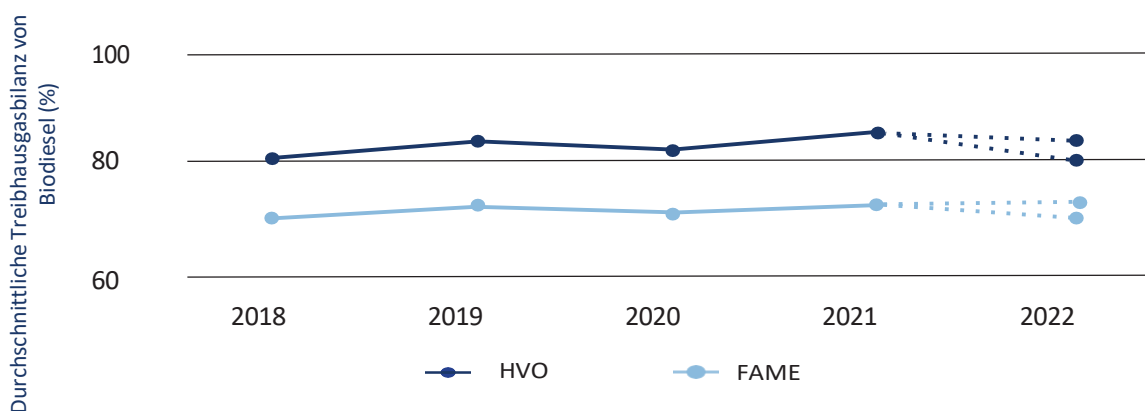
FAME wird durch Veresterung von Biomasse hergestellt, wobei Fette aufgespalten und dann mit Methanol zu einem Endprodukt verarbeitet werden, das dem fossilen Diesel ähnelt, aber einen höheren Sauerstoffgehalt aufweist. Wie herkömmlicher Diesel muss auch Bio-Diesel die CEN-Normen erfüllen.

Mischungen werden mit "B" bezeichnet, gefolgt von einer Zahl, die den Prozentsatz des Biodiesels angibt; B100 wäre reiner Biodiesel. B10 ist derzeit die in der Kraftstoffqualitätsrichtlinie ([Anhang 9.3](#)) für den Verkauf an öffentlich zugänglichen Zapfsäulen in der EU zulässige Höchstmischung. Höhere Biodieselmischungen sind auch weltweit weit verbreitet - B20 in den USA, B35 in Indonesien, B10 in Malaysia, B12,5 in Brasilien und B12,5 in Argentinien.

HVO wird durch die hydrierende Aufbereitung von Ölen und Fetten hergestellt, wodurch ein Drop-in-Kraftstoffprodukt entsteht, das in einem Dieselmotor ohne oder mit nur geringfügigen Änderungen verwendet werden kann.

Insgesamt ist die durchschnittliche Emissionsintensität von Dieselkraftstoff aus erneuerbaren biogenen Rohstoffen im Straßenverkehr zwischen 2018 und 2022 um 8,6 % gesunken⁵. Dementsprechend wird die durchschnittliche

Abbildung 4.6: Durchschnittliche Treibhausgaseinsparungen



Quelle: Stratas Advisor, Europäische Umweltagentur, und nationale Statistiken

*Konservative Schätzung für 2022

5. Dies sind Durchschnittswerte. Es ist anzumerken, dass der Unterschied zwischen FAME und HVO nicht so interpretiert werden sollte, dass die eine Technologie von Natur aus leistungsfähiger ist (in Bezug auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen) als die andere. Der Unterschied ist einfach auf die Tatsache zurückzuführen, dass die HVO-Produktion traditionell und im Durchschnitt viel stärker auf Abfällen und Rückständen basiert, während bei der FAME-Produktion der Anteil an landwirtschaftlichen Kulturen zwar in den letzten Jahren zurückgegangen ist, aber immer noch eine wichtige Rolle spielt. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Unterschied zwischen FAME und HVO in den kommenden Jahren verringern wird, da auch FAME zunehmend aus Abfällen und Rückständen hergestellt wird.

6. Für Biokraftstoffe, Biogas, das im Verkehrssektor verbraucht wird, und flüssige Biokraftstoffe, die in Anlagen hergestellt werden, die ab dem 1. Januar 2021 in Betrieb gehen.

Die Treibhausgaseinsparungen liegen weiterhin deutlich über dem in der Richtlinie über erneuerbare Energien festgelegten Schwellenwert⁶.

b) Dieselkraftstoff aus erneuerbaren, nicht-biogenen Rohstoffen: eDiesel

Diesel kann auch synthetisch mit Strom, Wasser und Luft hergestellt werden. Elektrizität wird benötigt, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Außerdem wird Kohlendioxid zugesetzt. Es kann aus der Umgebungsluft, aus industriellen Prozessen oder aus biogenen Quellen gewonnen werden. Es gibt zwei Synthesewege zur Herstellung von eDiesel: Erstens das Fischer-Tropsch-Verfahren (FT) und zweitens die Methanolsynthese und die weitere Umwandlung von Methanol in Mitteldestillate (MtD) - typischerweise im Bereich von C10 bis C22 wie Diesel oder Kerosin. Beide Wege sind chemisch gut bekannt und haben ein hohes technologisches Niveau, obwohl derzeit keine groß angelegte MtD-Anlage in Betrieb ist. Der Unterschied besteht darin, dass beim FT-Verfahren mehrere Nebenprodukte wie Naphtha oder Kerosin anfallen und immer ein Raffinerieprozess erforderlich ist. Diese Nebenprodukte können als Mischungskomponenten für CO₂-neutrale Kraftstoffe für Benzinmotoren im Straßenverkehr (siehe eGasoline, unten), aber auch in der chemischen Industrie, der Schifffahrt oder der Luftfahrt verwendet werden. Dies führt zu Synergieeffekten mit anderen Sektoren, verringert aber die Produktionsmengen für ein spezielles Produkt. Auf dem Weg über Methanol kann mehr eDiesel pro Energieeinsatz produziert werden, und es ist kein herkömmliches Raffinerieverfahren erforderlich. Viele eFuel-Produktionsanlagen sind für die FT-Route geplant, z. B. Nordic electrofuel oder Arcadia eFuel, aber auch für die Methanol-Route

z.B. Hif global oder Liquid Wind. Mehrere Fahrzeugtests haben gezeigt, dass eDiesel in Mischungen mit fossilem oder Biodiesel oder als reines Produkt - auch in bestehenden Fahrzeugen - verwendet werden kann.

Gemäß der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED) müssen alle RFNBOs und Biokraftstoffe eine bestimmte CO₂-Reduktionsschwelle erfüllen. Eine Lebenszyklusanalyse hat jedoch gezeigt, dass diese Reduzierung höher sein könnte, möglicherweise bis zu 95 %. Weitere Produktions- und Nachhaltigkeitskriterien wie die Verwendung von erneuerbarem Strom und nachhaltigen Kohlenstoffquellen sind definiert: Unter

In der aus der RED abgeleiteten Delegierten Verordnung 2023/1184 ist festgelegt, dass n e t z g e k o p p e l t e eFuel-Anlagen nur zusätzlichen Strom aus erneuerbaren Energien (aus Anlagen, die nicht älter als 36 Monate sind) nutzen dürfen und eine monatliche zeitliche Korrelation (ab 2030 stündlich) zwischen der Stromerzeugung und dem Verbrauch in derselben Preisgebotszone nachweisen müssen. Das CO₂ muss aus umweltfreundlichen, b i o l o g i s c h e n oder industriellen Punktquellen stammen, die nur bis 2041 erlaubt sind und im EU-Emissionshandelssystem (ETS) erfasst sein müssen. Diese Kriterien erhöhen die Produktionskosten.

2. Fahrzeuge mit Benzinmotor

Wie aus den jüngsten ACEA-Berichten hervorgeht, wurden im Jahr 2022 54,7 % der bestehenden Personenkraftwagen mit Benzin betrieben - entweder mit einem reinen Benzinmotor oder mit einem Hybrid-Benzinmotor. Bei den Neuzulassungen von Personenkraftwagen in der EU im Jahr 2023 (die Daten für 2024 werden in künftigen Entwürfen hinzugefügt) betrug der Anteil der Benzinfahrzeuge 35,3 %, der Anteil der Hybridfahrzeuge 25,8 % und der Anteil der Plug-in-Hybride 7,7 %.

Eine Vielzahl von CO₂-neutralen Kraftstoffen kann in neuen CO₂-neutralen Benzinfahrzeugen verwendet werden und auch die Dekarbonisierung bereits vorhandener Fahrzeuge ermöglichen. Einige dieser CO₂-neutralen Kraftstoffe - wie Bioethanol und Bionaphtha, ein Nebenprodukt des Kerosins HVO (Hydro-treated Vegetable Oil), der heute am meisten produzierten Art von SAF (Sustainable Aviation Fuel) - sind leicht verfügbar und werden bereits in Europa verkauften Benzinkraftstoffen beigemischt.

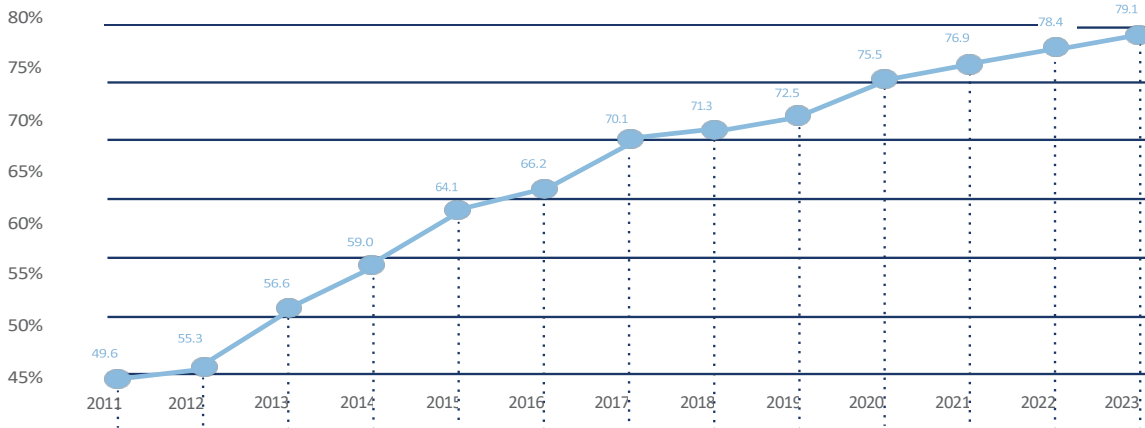
Bioethanol, Bionaphtha und eNaphtha haben unterschiedliche chemische Eigenschaften und können miteinander gemischt werden, um das Beste von jedem Produkt zu kombinieren: Bioethanol hat eine hohe Netto-Oktananzahl (109) und eine geringe Flüchtigkeit; Bionaphtha hat eine niedrige Oktananzahl (etwa 40), aber eine hohe Flüchtigkeit.

a) Bioethanol

Bioethanol ist der meistproduzierte Biokraftstoff der Welt, mit einer weltweiten Produktion von 125 Milliarden Litern (63 Mio. t RÖE) im Jahr 2023 (48 % USA, 28 % Brasilien, 8 % China, 6 % EU, 5 % Indien, 5 % übrige Länder

Abbildung 4.7: Durchschnittliche zertifizierte THG-Emissionseinsparungen in %

Seit 2011 sind die durchschnittlichen zertifizierten Treibhausgaseinsparungen von erneuerbarem Ethanol im Vergleich zu fossilem Kraftstoff kontinuierlich gestiegen und erreichen im Jahr 2023 79,1 %.



Quelle: Aggregierte und geprüfte Daten der ePURE-Mitglieder und anderer europäischer Erzeuger für Mengen, die nach der RED I- oder RED II-Methode zertifiziert wurden

der Welt) nach Angaben von S&P Global. Es wird durch die Fermentation von in der Biomasse enthaltenen Zuckern und Stärke gewonnen.

100 % erneuerbares E85 hat sich auf dem Einzelhandelsmarkt in Kalifornien bereits bewährt, wo es von etwa einer Million Flex-Fuel-Fahrzeugen verwendet wird. Im Jahr 2022 machte es ein Drittel der kalifornischen E85-Verkäufe aus. Das französische Labor [IFPen testete 2024](#) drei Arten von erneuerbarem Benzin als Ersatz für fossiles Benzin in E85: Bionaphtha, eNaphtha (Nebenprodukt von eSAF) und Ethanol-zu-Benzin (ETG). In allen drei Fällen [waren die Schadstoffemissionen im Vergleich zu den Euro-7-Grenzwerten sehr niedrig](#).

Im Jahr 2023 erreichten die europäischen Hersteller von erneuerbarem Ethanol eine durchschnittliche Reduktionsrate der Treibhausgasintensität von 79 % gegenüber dem EU-Vergleichswert für fossile Kraftstoffe. Im Jahr 2023 wurden in den Bioethanolanlagen in Europa 1,5 Millionen Tonnen CO₂ abgetrennt. Durch die Entkohlung von Heizkesseln, die Abtrennung von Fermentations-CO₂ aus der Ethanolproduktion und den Ersatz von fossilem CO₂ in anderen Sektoren verbessern die europäischen Bioethanolhersteller die THG-Reduktion von in Europa hergestelltem Bioethanol weiter. Biogenes CO₂ kann für die Herstellung von eFuels verwendet werden.

b) Benzin kraftstoff aus erneuerbaren biogenen Rohstoffen: Bionaphtha

Bionaphtha ist ein Nebenprodukt bei der Herstellung von HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids), einem nachhaltigen Flugkraftstoff. Eine HEFA-Anlage produziert niemals 100 % HEFA. Nach Angaben von FuelsEurope (Schaubild 4.5) produziert die Anlage im Maxi-Jet-Modus 15 % des Bionaphtha-Nebenprodukts. SAF-Anlagen produzieren nicht nur SAF, sondern auch eine Vielzahl von Nebenprodukten. Bionaphtha eignet sich ideal zur Beimischung zu hochprozentigen Ethanol- oder Methanolmischungen, wie z. B. für E85- oder M85-Sorten, oder zu anderen erneuerbaren Benzin kraftstoffen, und diese Möglichkeit würde wahrscheinlich die Wirtschaftlichkeit der SAF-Produktion unterstützen.

c) Ottokraftstoff aus erneuerbaren Rohstoffen nicht-biologischen Ursprungs: eGasoline

Wie für die Herstellung von eDiesel werden auch für die Herstellung von synthetischem Benzin die gleichen Inhaltsstoffe benötigt und die gleichen Produktionswege beschritten. Auch hier ist die Synthese von FT und Methanol zur Herstellung von e-Benzin möglich. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die weitere Umwandlung von Methanol zu Benzin eine andere ist, die eine ebenso einfache Technologie ist wie das MtD-Verfahren. Die Methanol-to-Gasoline (MtG)-Technologie wurde erstmals 1980 von Mobil entwickelt. Sie hat sich im kommerziellen Betrieb in [Großprojekten z.B. in Neuseeland](#) bewährt. Aufgrund der früheren wirtschaftlichen

Gründe MtG wurde bisher nicht angenommen. Das Haru Oni Projekt von Hif Global in Chile plant den Einsatz eines MtG-Verfahrens. Aramco und ENOWA haben die Installation von MtG unter Verwendung der ExxonMobil-Technologie in einer eFuel-Anlage [in Neom in Saudi-Arabien bis 2025](#) angekündigt. Bei der MtG-Technologie handelt es sich um einen mehrstufigen Prozess zur Umwandlung von Methanol in Benzin mit Betriebstemperaturen von 300-400°C und Drücken von 15-20 bar. Die Produktions- und Nachhaltigkeitskriterien sowie die Beimischungsanteile können mit denen des eDiesel-Verfahrens vergleichbar sein.

3. Fahrzeuge mit LPG-Motor

a) LPG-Kraftstoff mit erneuerbarem biogenem

Ursprung: Flüssiggas, gemeinhin als **Autogas** oder **LPG (Liquefied Petroleum Gas)** bezeichnet, besteht hauptsächlich aus **Propan (C₃H₈)** und **Butan (C₄H₁₀)**. Unter relativ niedrigem Druck (6-8 bar bei 20°C) bleibt es flüssig, wandelt sich aber bei der Freisetzung in ein brennbares Gas um.

bei Atmosphärendruck.

Dimethylether (DME), eine aufstrebende Alternative, hat ähnliche Eigenschaften wie Flüssiggas und kann direkt oder gemischt mit diesem verwendet werden.

DME ist chemisch mit Propan und Butan verwandt, bleibt aber bei geringem Druck flüssig und ist mit der bestehenden LPG-Infrastruktur kompatibel. Bei einer Beimischung von bis zu 12 Massenprozent kann DME in LPG-Motoren verwendet werden, ohne dass Änderungen erforderlich sind.

Zu den erneuerbaren Flüssiggasen (rLG) gehören erneuerbares Propan, Butan, BioLPG (BioPropan) und eLPG, die zusammen als rLPG bezeichnet werden, und erneuerbarer Dimethylether, der als erneuerbares DME bezeichnet wird.

Erneuerbares Flüssiggas (auch als "Bio-LPG" bezeichnet) - stammt aus nichtfossilen und/oder erneuerbaren/recycelten Quellen und besteht aus Propan und/oder Butan oder Gemischen mit anderen leichten Kohlenwasserstoffen.

Erneuerbarer und rezyklierter Kohlenstoff

DME - aus biogenem Material, nicht organischen Siedlungsabfällen, abgeschiedenem CO₂. Chemisch ähnlich wie Propan und Butan, kann direkt oder als Gemisch verwendet werden.

Erneuerbares Flüssiggas (auch als "Bio-LPG" bezeichnet) kann aus biologischen Quellen und potenziell aus erneuerbarem Strom und CO₂ hergestellt werden. Derzeit wird es hauptsächlich aus HVO-Anlagen bezogen, wo es als Nebenprodukt bei der Herstellung von erneuerbarem Diesel oder SAF anfällt.

b) eLPG - CO₂ und H₂ zu Kraftstoff: LPG-Kraftstoff aus erneuerbaren, nicht-biogenen Rohstoffen:

eLPG (Elektro-LPG) ist ein erneuerbarer, nicht-biogener Kraftstoff, der aus CO₂ und Wasserstoff durch erneuerbare, strombetriebene Elektrolyse hergestellt wird. Es kann als Nebenprodukt von Kohlenwasserstoffsyntheseverfahren wie Fischer-Tropsch (FT) oder Methanol-to-Gasoline (MtG) oder als Primärprodukt von Verfahren hergestellt werden, die LPG direkt durch die Kombination von CO₂ und Wasserstoff synthetisieren. eLPG nutzt erneuerbare Elektrizität zur Erzeugung von Wasserstoff und kann abgeschiedenes CO₂ aus Industrieemissionen oder direkte Luftabscheidung nutzen, wodurch ein geschlossener Kohlenstoffkreislauf gewährleistet wird.

4. Fahrzeuge mit NGV-Motor

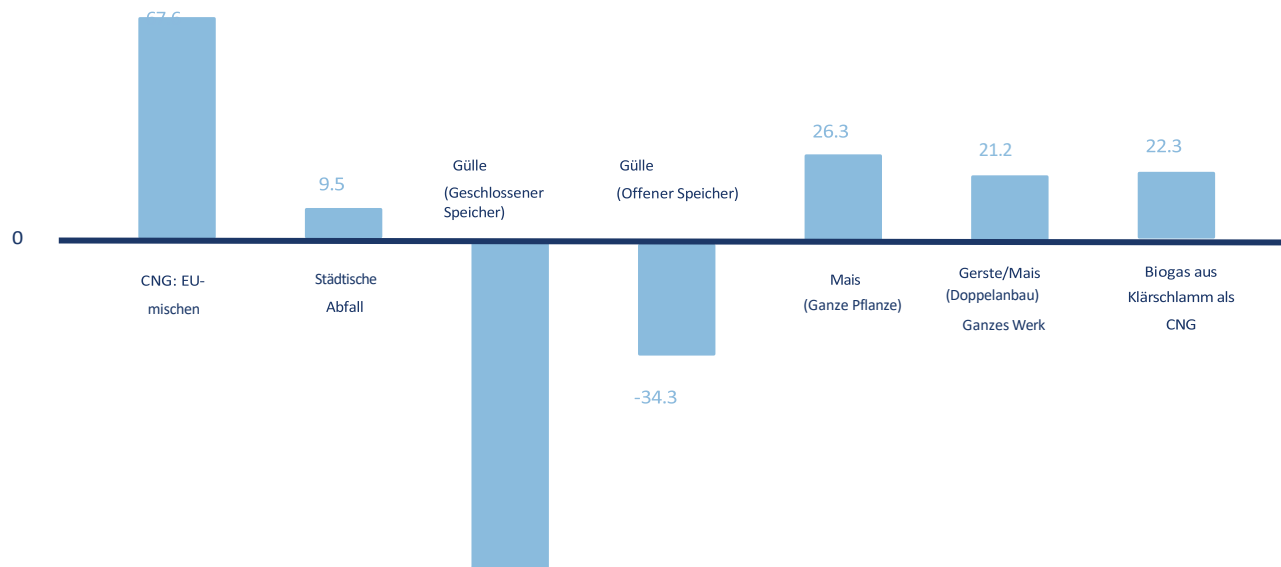
Biogase sind Formen von Biomethan (als bioCNG, bioLNG) oder eMethan.

BioMethan ("erneuerbares Erdgas") ist eine nahezu reine Methanquelle, die entweder durch "Aufbereitung" von Biogas (ein Verfahren zur Entfernung von biogenem CO₂ und anderen Verunreinigungen im Biogas) oder durch Vergasung fester Biomasse mit anschließender Methanisierung gewonnen wird. Das meiste Biomethan wird aus [Abfallquellen durch anaerobe Vergärung gewonnen](#). Thermische Vergasung mit Biomethansynthese und hydrothermische Vergasung befinden sich im Demonstrationsstadium.

BioCNG ist die komprimierte gasförmige Form von Biomethan, speicherbar bei 200 bar.

BioLNG ist Biomethan in flüssiger Phase, das eine höhere Energiedichte aufweist.

eMethan ist ein RFNBO, das aus der Kombination von erneuerbarem Wasserstoff mit CO oder CO₂ hergestellt wird.

Abbildung 4.8: WTT einschließlich Verbrennungsemissionen (gCO₂ eq) von CNG und BioCNG

Quelle: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121213>

ii. Verfügbarkeit von Rohstoffen

Die Autoren würdigen die Die Autoren erkennen die oft geäußerten Bedenken an, dass es nicht genügend erneuerbare Kraftstoffe zur Versorgung des Straßenverkehrs geben wird, und behaupten, dass das gesamte verfügbare Angebot letztendlich in so genannte schwer zugängliche Sektoren wie den Luft- und Seeverkehr geleitet werden sollte, in denen es keine Alternativen zu CO₂-neutralen Kraftstoffen gibt.

Eine Reihe von Studien⁷ zeigt jedoch, dass die Verfügbarkeit von Rohstoffen sowohl für Biokraftstoffe der ersten Generation als auch für fortschrittliche Biokraftstoffe ausreicht, um den Bedarf an Biokraftstoffen zu decken und zur Dekarbonisierung des Verkehrs beizutragen. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Annahmen für die Verwendung von Biokraftstoffen im Straßenverkehr von erheblichen

Elektrifizierung der Flotten und des Fuhrparks, wobei die CNF eine wichtige ergänzende Rolle spielen können. Es sollte auch hervorgehoben werden, dass Biokraftstoffe der ersten Generation nicht auf die Ziele für den Luft- und Seeverkehr angerechnet werden und daher das Potenzial haben, weiterhin zur Dekarbonisierung des Straßenverkehrs beizutragen.

Eine vollständige Analyse und Darstellung der potenziell verfügbaren Rohstoffe und der entsprechenden fertigen Biokraftstoffe oder eFuels würde den Rahmen dieses Berichts sprengen, weshalb nur kurze Zusammenfassungen mit grafischen Darstellungen möglich sind. Eine umfassende Studie über die Verfügbarkeit von Biomasse für die Produktion von CO₂-neutralen Kraftstoffen wird von der

Arbeitsgruppe im Jahr 2025.

7. Das JRC-EU-TIMES-Modell. Bioenergiepotenziale für die EU und ihre Nachbarländer von der Gemeinsamen Forschungsstelle (Europäische Kommission) (2015)

- Forschungs- und Innovationsperspektive des mittel- und langfristigen Potenzials für fortschrittliche Biokraftstoffe in Europa von der D i r e k t i o n Forschung und Innovation (Europäische Kommission) (2017)
- Nachhaltige Verfügbarkeit von Biomasse in der EU bis 2050 (Concawe IC) vom Imperial College im Auftrag von Concawe (2021)
- Aufgabe 2 der Studie: Entwicklung eines Ausblicks auf die notwendigen Mittel für den Aufbau industrieller Kapazitäten für fortschrittliche Drop-in-Biokraftstoffe (DI-Kraftstoffe) durch das Direktorat für Forschung und Innovation (Europäische Kommission), Wageningen University & Research (2024)
- The Role of E-Fuels in Decarbonising Transport, von der IEA (Januar 2024)
- Ram M., Galimova T., Bogdanov D., Fasihi M., Gulagi A., Breyer C., Micheli M., Crone K. (2020). Powerfuels in a Renewable Energy World - Global volumes, costs, and trading 2030 to 2050. LUT University und Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Lappeenranta, Berlin.

ii. Rückverfolgbarkeit von CO₂-neutralen Kraftstoffen

Die Einhaltung der Vorschriften für Kraftstoffe für den Straßenverkehr wird auf der Ebene der Mitgliedstaaten in strenger Weise gehandhabt. Sie entziehen sich in der Regel der Kontrolle der nationalen Zoll- und Verbrauchsteuerbehörden, die im Falle eines Verstoßes Sanktionen verhängen können. Die hohe Besteuerung von Kraftstoffen für den Straßenverkehr in der EU (ca. 270 Mrd. € pro Jahr) hat zu einer sehr hohen Sicherheit und einer strengen Buchführung für praktisch jeden verkauften Liter Kraftstoff geführt. In den meisten EU-Ländern wird die Einhaltung der Vorschriften für erneuerbare Kraftstoffe und der Beimischungsverpflichtungen (RED) flankierend umgesetzt.

Bei der Produktion von erneuerbaren Kraftstoffen müssen die Nachhaltigkeitskriterien und -regeln der Artikel 26 und 28 bis 31a der Erneuerbare-Energien-Richtlinie und der zugehörigen sekundären Rechtsvorschriften eingehalten werden:

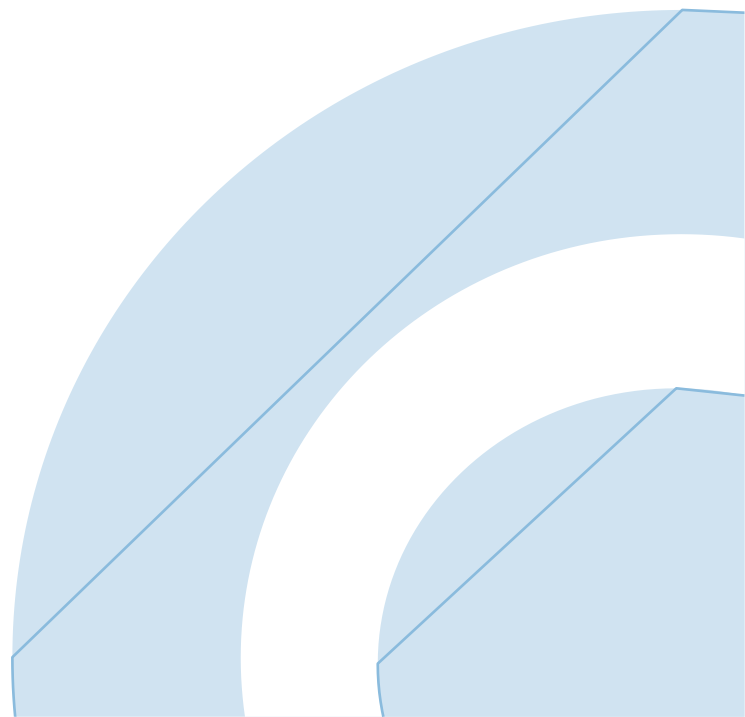
1. Die Verordnung (EU) 2022/996 legt Regeln zur Überprüfung der Kriterien für die Nachhaltigkeit und die Einsparung von Treibhausgasemissionen sowie Kriterien für ein geringes IL- UC-Risiko fest.
2. Verordnung (EU) 2023/1184 vom 10. Februar 2023 zur Ergänzung der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates durch die Festlegung einer Unionsmethode mit detaillierten Regeln für die Herstellung erneuerbarer flüssiger und gasförmiger Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs.
3. Verordnung (EU) 2023/1185 vom 10. Februar 2023 zur Ergänzung der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates durch die Festlegung eines Mindestschwellenwerts für die Einsparung von Treibhausgasemissionen durch Kraftstoffe mit rezykliertem Kohlenstoff und durch die Spezifizierung einer Methode zur Bewertung der Treibhausgasemissionseinsparungen durch erneuerbare flüssige und gasförmige Verkehrskraftstoffe aus nicht-biologischen Quellen

kalischen Ursprungs und aus recycelten Kohlenstoffkraftstoffen

Diese gründlichen und komplexen Vorschriften sind in "Systemdokumenten" zusammengefasst, die von den freiwilligen Regelungen (gültig für den innerstaatlichen Handel) und den nationalen Regelungen (gültig für den innerstaatlichen Handel innerhalb eines einzigen Mitgliedstaats) verwaltet werden. Diese Systeme müssen (a) von der EG und den Mitgliedstaaten für freiwillige Systeme und (b) nur von den Mitgliedstaaten für nationale Systeme akkreditiert werden.

Im Jahr 2018 hatte die RED II einen ersten Versuch unternommen, die Praxis auf EU-Ebene zu konsolidieren und eine EU-Datenbank (UdB) einzurichten. Die UdB wurde offiziell am 15. Januar 2024 ins Leben gerufen und ist ab dem 21. November 2024 einsatzbereit, entsprechend der in der RED III festgelegten Frist. Die Europäische Kommission ist der Ansicht, dass die UdB für flüssige Biokraftstoffe funktionsfähig ist. Aktuelle Informationen über den Stand der Einführung finden Sie unter: europa.eu

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Zertifizierung der Produktion von erneuerbaren und kohlenstoffarmen flüssigen Kraftstoffen auf einem bewährten EU-Rahmen und einem kontinuierlich verbesserten Rahmen beruhen kann, der in enger Abstimmung zwischen der Europäischen Kommission, den Behörden der Mitgliedstaaten, akkreditierten Zertifizierungssystemen und unabhängigen Zertifizierungsstellen durchgesetzt wird. Unter der Annahme, dass ein Landfahrzeug mit einem Flugzeug oder einem Schiff gleichgesetzt werden kann, könnten die in der Entwicklung befindlichen Funktionen des UdB für den Luft- und Seeverkehr erweitert werden, um eine solide technische Plattform für die Verfolgung der Konformität von CO₂-neutralen Kraftstoffen von der Herstellung bis zu ihrer Vermarktung in der Europäischen Union zu schaffen.





05

BETANKUNG
GSTECHNOLOGIEN
FÜR FAHRZEUGE UND
EINZELHANDLER

5.1 Einführung

Die Europäische Kommission wies auf ihre spezifischen Anforderungen hin, um sicherzustellen, dass ein Fahrzeug, das dank der ausschließlichen Verwendung von CO₂-neutralem Kraftstoff als emissionsfrei gekennzeichnet ist, keinen fossilen Kraftstoff verwendet und auch nicht verwenden kann.

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie heute verfügbare Technologien und Betriebsmethoden so eingesetzt werden können, dass der Betrieb eines Fahrzeugs so gesichert werden kann, dass er diese Anforderung erfüllt. Für diese Anwendung müssen einige dieser Technologien weiter entwickelt werden, um die bestmögliche Leistung zu erzielen. Die Schaffung von Klarheit und Akzeptanz dieses Gesamtkonzepts als gangbarer Weg zur Einhaltung der Vorschriften wird das Geschäftsmodell dazu veranlassen, weiter in diese Innovationen zu investieren.

Die Arbeit der Autoren zeigt, dass diese Technologien einen operativen Rahmen ermöglichen können, der sehr robust ist, wie es für Regulierungszwecke erforderlich ist. Es ist jedoch von entscheidender Bedeutung, dass der entsprechende politische Rahmen an diese Entwicklungen angepasst wird, um die erforderlichen politischen Signale zu geben, die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten und die erforderlichen Leitplanken zu schaffen.

5.2 Beschreibung der Optionen für CO₂-neutrale Kraftstoffe

Es gibt mehrere mögliche Konfigurationen eines wirksamen Systems, wobei die Expertengruppe elf verfügbare Trenn- und Detektionstechnologien/Optionen untersucht hat. Die jeweiligen Eigenschaften der einzelnen Technologien werden in Abschnitt 5.3 beschrieben. Diese Optionen werden in keiner bestimmten Reihenfolge und ohne Bezug zu ihrem Potenzial oder ihrer Empfehlung durch die Gruppe vorgestellt. Diese Optionen können in Kombination verwendet werden, wobei jede Konfiguration unterschiedliche Vorteile aufweist.

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Optionen in jeder Phase benötigt werden und dass verschiedene Kon-

können für bestimmte Kraftstoffarten oder -sorten besser geeignet sein (wie in Kapitel 4 beschrieben).

Die Überwachungstechnologien/-optionen lassen sich in die folgenden zwei Ansätze unterteilen:

a) Direkte und exklusive Versorgung des Fahrzeugs mit CO₂-neutralem Kraftstoff: Der CO₂-neutrale Kraftstoff wird dem Fahrzeug über eine spezielle und isolierte Infrastruktur ausschließlich über Zapfsäulen zugeführt, die ausschließlich 100% CO₂-neutralen Kraftstoff liefern. Die Technologien zur Erleichterung dieses Ansatzes werden unter den Optionen 1 bis 8 in Abschnitt 5.3 beschrieben.

b) CO₂-neutrale Kraftstoffversorgung für ein spezifisches Fahrzeug über ein gemeinsames System: Der CNF-Bedarf des Fahrzeugs wird über die bestehende Kraftstoffinfrastruktur geliefert, die derzeit mit Erdölkraftstoffen gemeinsam genutzt wird. Dieser Ansatz ist besonders für gasförmige Kraftstoffe geeignet. Der Kraftstoffbedarf des Fahrzeugs wird exakt mit der gleichen Menge an CNF abgestimmt, die in das gesamte Kraftstoffversorgungssystem (z. B. eine Pipeline, ein Terminal oder eine Tankstelle) eingespeist und über ein digitales System sicher mit dem Fahrzeug verbunden wird. Dies wird in den Optionen 9 bis 11 in Abschnitt 5.3 ausführlich beschrieben.

Es gibt 4 mögliche Konzepte für die direkte exklusive CNF-Versorgung des Fahrzeugs:

- Kraftstoffkennzeichnung: eine bewährte Technologie zur Identifizierung von Kraftstoffen, die einen eindeutigen physikalischen Markierungszusatz verwendet, der nun zum Nachweis von CNF in der gesamten Lieferkette verwendet werden kann.
- Digitales Kraftstoffverfolgungssystem (DFTS): Diese Technologie, die bereits in industriellen Sicherheitssystemen eingesetzt wird, ermöglicht eine sichere digitale Verfolgung und Buchführung von CNF über das Kraftstoffversorgungssystem und den Fahrzeugbetrieb.
- On-Board-Detektion: fahrzeugbasierte Technologien, die das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von CNF während der Betankung durch chemische oder physikalische Tests sofort erkennen und den Betrieb des Fahrzeugs freigeben/deaktivieren können.

- Physische Sicherheit der Kraftstoffverbindungen, um CNF zu ermöglichen, aber den Durchsatz von fossilen Kraftstoffen zu verhindern

Nicht alle Optionen sind auf alle Arten von Kraftstoffen anwendbar. Wie in Tabelle 2 in Abschnitt 5.4 angegeben, können alle Drop-in- Kraftstoffe, bei denen die chemische Zusammensetzung von erneuerbaren und konventionellen Kraftstoffen gleich ist, nicht auf die bordeigene Erkennung oder die Kraftstoffkennzeichnungsoptionen zurückgreifen.

Tabelle 5.1. fasst die verschiedenen Ansätze sowie die verschiedenen Konzepte zusammen, die in der WGMM diskutiert wurden.

Tabelle 5.1

APPROACH	Direkte exklusive CNF-Versorgung des Fahrzeugs				Massenkompenzierte CNF-Versorgung für ein bestimmtes Fahrzeug über ein gemeinsames System	
	<p>Das CNF wird direkt an das Fahrzeug geliefert. Die Kraftstoffpumpe und -versorgung ist ausschließlich CNF, der Fahrzeugverbrauch ist ausschließlich CNF. Das Fahrzeug kann keinen fossilen Kraftstoff erhalten oder verwenden. Der physische Transport von kohlenstoffneutralem Kraftstoff über eine spezielle Lieferkette ist in der Übergangsphase zu restriktiv, vor allem wegen der erheblichen Infrastrukturinvestitionen und der damit verbundenen logistischen Komplexität.</p> <p>Der Aufbau einer unabhängigen Versorgungskette zur Vermeidung von Verunreinigungen erfordert erhebliche Investitionen und Zeit, was in der Anfangsphase der Umsetzung unerschwinglich sein kann. Darüber hinaus kann die begrenzte Verfügbarkeit spezieller Tankstellen zu Unannehmlichkeiten für die Verbraucher führen, was zu Reichweitenangst und einem Zögern bei der Einführung von Fahrzeugen mit kohlenstoffneutralem Kraftstoff führt. Dieser Ansatz stellt auch Kraftstofflieferanten und Einzelhändler vor die Herausforderung, die Nachfrage vorherzusagen und eine konstante Versorgung zu gewährleisten, was den Übergang weiter erschwert.</p>				<p>Dies entspricht der Funktionsweise des Stromnetzes, in dem es sowohl Anbieter von erneuerbaren als auch von nicht-erneuerbaren Energien und Kunden für 100 % erneuerbare bzw. nicht-erneuerbare Elektrizität gibt. Der gesamte Strom wird über ein gemeinsames Netz transportiert, aber die Verträge über die Abnahme von Strom aus erneuerbaren Energien sind genau auf die Versorgung mit 100 % erneuerbaren Energien abgestimmt.</p> <p>Ähnlich wie bei Verträgen über die Lieferung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen müssen bei der indirekten, aber genau abgestimmten Einspeisung von CNF in die bestehende Kraftstoffversorgungsinfrastruktur, die dem Verbrauch identifizierter Fahrzeuge entspricht, die CNF-Verwertbarkeit und die Mengenzertifizierung gemeldet werden, um den von den CNF-Fahrzeugen verbrauchten Kraftstoff zu erfassen. Digitalisierte Transaktionen und Hauptbuchkonten können eine hohe Genauigkeit und Strenge gewährleisten. Allerdings wird dieser Ansatz von dem von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Anreizsystem für CNF-Fahrzeuge nicht unterstützt.</p>	
BESCHREIBUNG						
KONZEPT						
	Regionale Ausschließlichkeit	Messung der Kraftstoffeigenschaften	Kraftstoff-Additivierung		Digital Supply Chain Verfolgung mit Massentaktung	Massenbilanz
MÖGLICHE TECHNOLOGIEN						
	<p>8. Der EU-Markt wird intensiv mit CNF versorgt</p> <p>1. Mechanische Anpassung des Tankfüllers</p>	<p>5. Fahrzeug On-Board-Kraftstoff-Erkennungsfunktion</p> <p>6. On-board Kraftstoff-Molekularsensor</p>	<p>2. Kraftstoffmarkierung entlang des Ober- und Unterlaufs</p> <p>4. Hybrider Ansatz: Kraftstoffmarker und DFTS</p>	<p>3. 100 % digitale Kraftstoffverfolgung von der vorgelagerten bis zur nachgelagerten Stufe</p> <p>4. Hybrider Ansatz: Fuel Marker und DFTS</p> <p>7. Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle</p>	<p>11. Kombiniertes Massenausgleich DFTS mit digitalem Handshake</p> <p>10. Kraftstoffverbrauch</p>	<p>2. Massenausgleich</p>
Streng				Flexibel		

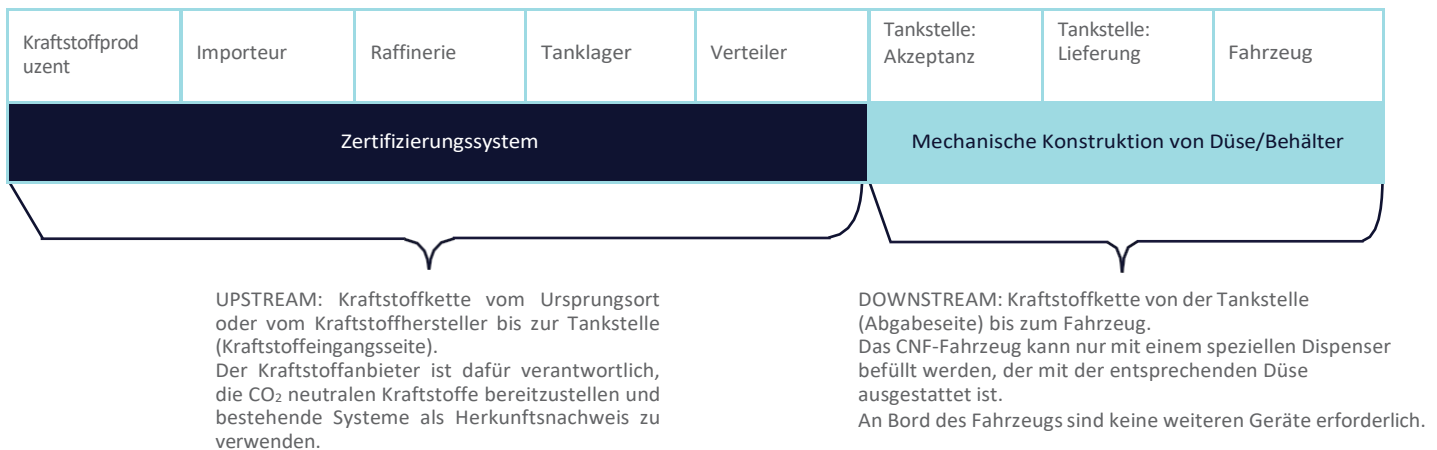
5.3. Beschreibung der Technologieoptionen

Option 1 - Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens / der Düse

den richtigen Kraftstoff (CNF), da die Zapfpistole für fossilen Kraftstoff nicht an das Fahrzeug angeschlossen werden kann.

Diese Methode basiert auf einer mechanischen Konstruktion des Stutzens und des Behälters, wobei folgende Situationen unterschieden werden können:

Abbildung 5.1: Verantwortliche beteiligte Interessengruppen



Beschreibung

Die mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens deckt den "nachgelagerten" Teil der Kraftstoffkette ab, mit einer speziellen Verbindung zwischen der Tankstelle und dem Fahrzeug. Diese Methode allein reicht nicht aus, um als vollständiges Überwachungssystem anerkannt zu werden, und sie müsste mit einer anderen Methode kombiniert werden, die den "vorgelagerten" Teil der Kraftstoffkette abdeckt. Mit einer solchen geeigneten Methode im vorgelagerten Teil gehen wir in dieser Beschreibung davon aus, dass der richtige Kraftstoff an der Tankstelle ankommt, in einem speziellen Lager gelagert und über eine spezielle Zapfsäule verkauft wird.

Die Tankstelle würde eine spezielle Zapfsäule installieren, die mit einer speziellen Zapfpistole ausgestattet ist, die nicht mit dem für die fossile Version des verwendeten Kraftstoffs verwendeten Behälter verbunden werden kann.

Auf diese Weise könnte das Fahrzeug nur noch

- Flüssige Kraftstoffe wie Benzin und Diesel: Das Gefäß ist ein rundes Loch, das für die Aufnahme der Kraftstoffzapfpistole vorgesehen ist. Die Abmessungen und die Form des Lochs sind die einzigen Parameter, die geändert werden können, um einen speziellen Behälter für erneuerbare Kraftstoffe zu schaffen, der als Alternative zu Benzin oder Diesel verwendet werden kann. Für diese Art von Kraftstoff ist sie weniger zuverlässig als eine sichere Verbindung, die ein unbefugtes Einfüllen verhindert.
- Gasförmige Kraftstoffe wie Erdgas und Flüssiggas: Die Stutzen und die Behälter bilden eine dichte Verbindung. In diesem Fall können die mechanische Form und die Abmessungen der Behälter variiert werden, um eine neue dichte Verbindung zu schaffen, die nur mit der Zapfsäule für erneuerbare Kraftstoffe und nicht mit der für fossile Kraftstoffe verbunden werden kann. So gibt es beispielsweise einen "genormten Anschluss B200", der derzeit für leichte Erdgasfahrzeuge verwendet wird (gemäß ISO 14469)
- Erfordert die Vervielfältigung von Spendern, insbesondere in der Übergangsphase.
- Das Fahrzeug kann nicht fahren, wenn der CO₂-neutrale

Kraftstoff nicht verfügbar ist. Wir müssen jedoch berücksichtigen, dass insbesondere in einer Übergangsphase die Anzahl der CO2-neutralen Kraftstofftankstellen begrenzt sein könnte.

- Außerhalb Europas würde ein solcher neuer Anschluss nicht zur Verfügung stehen.
- Manipulationsmöglichkeiten müssen in Betracht gezogen werden. Bei den derzeitigen mechanischen Konzepten kann sie nicht völlig ausgeschlossen werden.

Option 2 - Kraftstoffmarker und stromaufwärts stromabwärts

Ein CNF-Marker-Zusatz würde es allen Marktteilnehmern (von der Kraftstoffindustrie bis zu den Fahrzeugherstellern) ermöglichen, mit sehr geringem Aufwand, maximaler Geschwindigkeit und Flexibilität bei der Einführung bis 2035 klimaneutralen Kraftstoff als neue Kraftstoffvariante mit zwei Sicherheitsmerkmalen einzuführen. Die physikalischen Merkmale werden bereits in der Praxis erprobt, zum Beispiel im Rahmen des DeCarTrans-Projekts, wo physikalische Sicherheitsmerkmale getestet werden:

- Die Farbe wird mit einem bestimmten Zusatzstoff erzielt
- Kennzeichnungsschild für Chemikalien (Zusatzstoff)

Kraftstoffmarkierungsprodukte können zur Kennzeichnung und Einfärbung von CNF-Flüssigkraftstoffprodukten wie "Methanol zu Benzin", BTL oder HVO verwendet werden. Sie sind in der Regel frei fließende Flüssigkeiten und können ein zusätzliches Kennzeichnungssystem enthalten. Das Produkt kann leicht gepumpt, gegossen oder direkt aus dem Behälter abgegeben werden. Da synthetische Kraftstoffe als Drop-in-Alternativen zu herkömmlichen fossilen Kraftstoffen entwickelt werden

Schaubild 5.2



Kraftstoffe sind sie sich in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr ähnlich. Sie werden unter den gleichen Motorbedingungen verbrannt und haben anerkanntermaßen keine Auswirkungen auf die Luftqualitätsemissionen des Fahrzeugs. Beachten Sie, dass diese Additivtechnologie nicht für die Verwendung in gasförmigen Kraftstoffen geeignet ist.

In der Endphase müsste das Konzept entweder mit der Fahrzeugsensor- oder der digitalen Handshake-Lösung kombiniert werden, um die Nutzung des CNF durch die Verbraucher zuverlässig durchzusetzen.

Ziel-Stakeholder

Der Fuel Marker ist mit allen relevanten Akteuren verbunden, einschließlich der Zolldirektion und des Finanzministeriums. Konfirmierung von CNF für reine CNF-Fahrzeuge, Plausibilitätsprüfung und Verfolgung des Kraftstoffs (inkl. CO2-Fußabdruck).

- Visuelle Inspektion nur von CNF-geeigneten Fahrzeugen mittels Farberkennung ähnlich den bekannten Verfahren für Hafendiesel oder Heizöl EL.
- Die Farbe der chemischen Markierung wird mit einem Marker überprüft, um Betrug zu verhindern. Für die Zolldirektion werden die Analysemethoden vom Lieferanten der Zusatzstoffe bereitgestellt und von der staatlichen Aufsichtsbehörde unabhängig überwacht.

Option 3 - 100% digitales Kraftstoffverfolgungssystem vom Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)

Digitale Zwillinge werden bereits in anderen industriellen Systemen verwendet, da Anwendungen für Kraftstoffe eine sichere und robuste digitale Verfolgung und Buchführung von CNF über das Kraftstoffversorgungssystem und den Betrieb im Fahrzeug bieten. DFTS ermöglicht allen Beteiligten einen schnellen Einführungsprozess, da nur Daten verwendet werden, die bereits (über den RED II-Rahmen) in der Kraftstoffversorgungsinfrastruktur und im Fahrzeug verfügbar sind. Es kann schnell implementiert werden, und mit der Genehmigung der Kommission kann die Feldeinführung sofort beginnen.

DFTS digitalisiert die gesamte Kraftstoffversorgungskette von der Kraftstoffproduktion bis zum Endverbraucher (alle relevanten Akteure) und ermöglicht allen Akteuren die Nutzung von CO₂-neutralem Kraftstoff (CNF) als neue Kraftstoffvariante durch digitale Zertifizierung.

DFTS umfasst die CO₂-Verfolgung und Zertifizierung von Nachhaltigkeitsberichten von CNF entlang der Kraftstofflieferkette von der Raffinerie bis zur Tankstelle (Upstream). Als wichtigste DFTS-Eingangsinformation dient der Nachhaltigkeitsnachweis (PoS) des Kraftstoffs, der von einem bereits etablierten Zertifizierungssystem (z. B. ISCC, Nabisy, 2BS) stammt und über DFTS übertragen wird. Das DFTS führt ein digitales Pairing zwischen Fahrzeug und Kraftstoffversorgungskette durch (digitaler Handshake), um das Tankereignis der Tankstelle zuzuordnen (Downstream). Basierend auf diesem Tankereignis kann das Fahrzeug prüfen, ob es sich bei dem getankten Kraftstoff um CNF handelt, und bei einem negativen Prüfergebnis eine entsprechende Rückrufaktion durchführen. Darüber hinaus wird ein digitaler Betankungsmonitor als Softwarefunktion im Fahrzeug integriert.

DFTS bietet eine Bestätigung von CNF für reine CNF-Fahrzeuge, gewährleistet Robustheit mit Plausibilitätsprüfungen in einem Multi-Trust-Center-Ansatz und ermöglicht eine durchgängige Verfolgung von Kraftstoffen einschließlich ihres CO₂-Fußabdrucks. DFTS ist darüber hinaus in der Lage, Nachhaltigkeitsinformationen zu physischen Kraftstoffmischungen und -gemischen sowie zur Kraftstoffherkunft oder sogar zu den Kraftstoffeigenschaften einzubeziehen. Ein transparentes Nachhaltigkeits-Tracking ist möglich, so dass das Fahrzeug sein eigenes Klimabewusstsein einbeziehen kann, das einen echten Nachhaltigkeits-Fußabdruck beim Fahren transparent macht.

DFTS ermöglicht darüber hinaus eine prompte und retrospektive Beeinflussung des Verbrauchers mit flexiblem Übergang von weicher zu harter Begrenzung/ Beeinflussung. DFTS kann den Behörden Zugang verschaffen (quasi-technische Überprüfung mit historischen Daten der Verbraucher). Ermöglicht eine Duldungsphase in Notfallsituationen oder bei Kanisterbefüllung.

Option 4 - Hybrider Ansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - Nachgeschaltet: DFTS mit digitalem Handshake

Diese "Triple Solution" ermöglicht allen Marktteilnehmern (von der Kraftstoffindustrie bis zu den Fahrzeugherstellern) durch die Kombination von zwei Sicherheitsmerkmalen und einer digitalen Lösung die Einführung von klimaneutralem Kraftstoff als neue Kraftstoffvariante mit sehr geringem Aufwand, maximaler Geschwindigkeit und Flexibilität bei der Einführung. Die physikalischen Merkmale sind bereits im Rahmen des Projekts DeCarTrans (gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) in Feldtests aktiv. Die physikalischen Sicherheitsmerkmale sind:

- Farbe
- Chemische Markierung

Das Kennzeichnungssystem umfasst die CO₂ Verfolgung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit von CO₂-neutralem Kraftstoff entlang der Kraftstoffversorgungskette vom Tanklager bis zur Tankstelle (upstream) und beinhaltet einen digitalen Tankmonitor als Softwarevariante im Fahrzeug. Das Fahrzeug führt einen digitalen Handshake mit der Tankstelle durch, um das Betankungsereignis der Tankstelle zuzuordnen (Downstream). Anhand dieses Ereignisses prüft das Fahrzeug, ob es sich bei dem getankten Kraftstoff um CNF handelt, und reagiert bei einem negativen Testergebnis entsprechend. Beachten Sie, dass diese Additivtechnologie nicht für gasförmige Kraftstoffe geeignet ist. Siehe Abschnitt

5.3. Option 2.

Zielgruppen

Der Hybrid-Ansatz hat die Verbindung zu allen relevanten Akteuren, einschließlich der Zolldirektion und des Finanzministeriums. Bestätigung von CNF für reine CNF-Fahrzeuge, Plausibilitätsprüfung und Verfolgung des Kraftstoffs (einschließlich CO₂-Fußabdruck).

Option 5 - Funktion zur Erkennung von Kraftstoff an Bord des Fahrzeugs

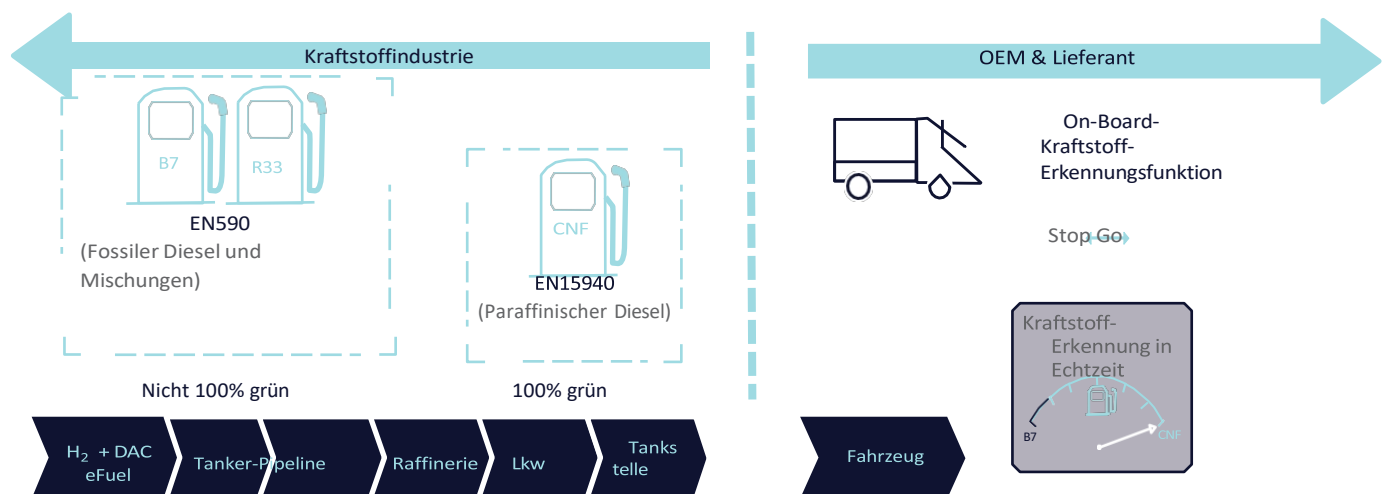
Die heutige Fahrzeug- und Verbrennungsmotorenteknologie ist sehr zuverlässig und erschwinglich, um individuelle Mobilität, den Transport von Waren und Rohstoffen und viele andere Zwecke zu ermöglichen. Typische Fahrzeuge, die heute verkauft werden, haben eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahren und werden bis über das Jahr 2040 hinaus in Betrieb sein.

Die meisten heutigen Fahrzeuge eignen sich bereits für die Verwendung synthetischer Kraftstoffe wie paraffinische Kraftstoffe (nach EN15940 als "XTL" bezeichnet) und synthetische Benzinkraftstoffe (aus dem Methanol-to-Gasoline-Verfahren, als "MTG" bezeichnet). Paraffinische Kraftstoffe und MTG haben ein großes Potenzial zur Emissionsminderung, da sie keine aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle enthalten und weniger Rußemissionen verursachen als fossile Kraftstoffe. Diese Kraftstoffe können kohlenstoffneutral hergestellt werden durch

Verwendung von grünem Wasserstoff und Abtrennung des CO₂ aus erneuerbare Energien, Luft oder Biomasse als Ausgangsmaterial für den Produktionsprozess verwenden.

Es wurde bereits ein Auditverfahren eingerichtet, um zu bescheinigen, dass die Kraftstoffe kohlenstoffneutral sind.

Schaubild 5.3



erzeugt. Aufgrund von Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich die Kraftstoffeigenschaften von denen fossiler Kraftstoffe, und die Verwendung dieser neuen Kraftstoffe könnte zu einer anderen Systemreaktion für CNFs führen. Eine Kraftstofferkennungsfunktion könnte auf der bestehenden Fahrzeug- und Motorsystemtechnik basieren, ohne dass neue Sensoren oder Schnittstellen implementiert werden müssten. Ist der CNF chemisch derselbe wie der fossile Kraftstoff, z. B. gasförmige Kraftstoffe, dann sind derartige Erkennungstechnologien begrenzt und es müssen andere Methoden in Betracht gezogen werden.

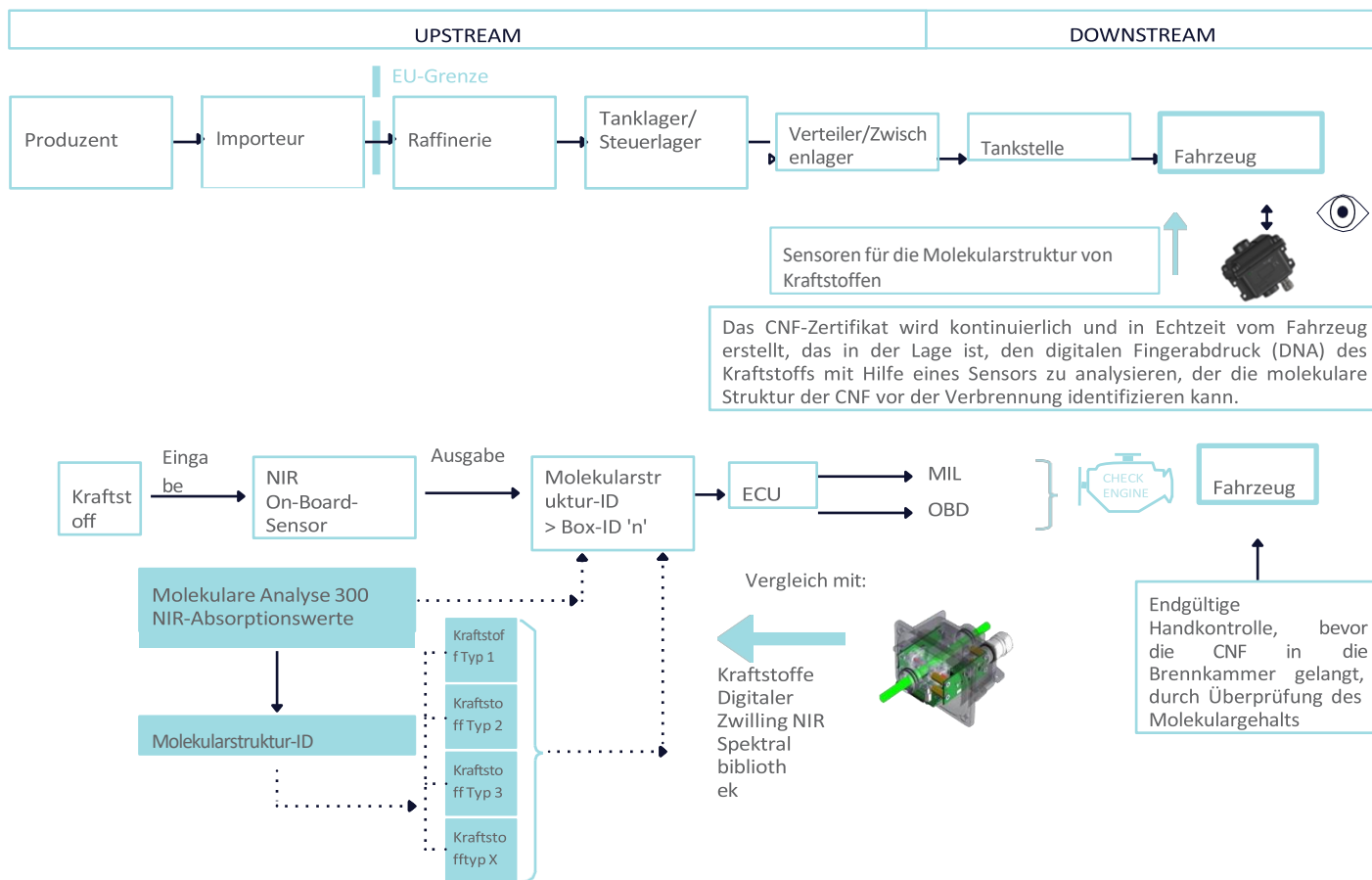
Während solche Funktionen in einem Motormanagementsystem realisiert werden könnten, ist es auch wahrscheinlich, Funktionen zu realisieren, die den Motorbetrieb ändern, wenn ein nicht kohlenstoffneutraler Kraftstoff verwendet wird, was wahrscheinlich zu einer Verringerung der Leistung und/oder Betriebsfähigkeit führt. Es könnten mehrere Stufen der Veränderung in Betracht gezogen werden, von der anfänglichen Warnung des Fahrers bis hin zur Begrenzung oder Unterbrechung des Fahrzeugbetriebs, wie dies bei den neuesten Diesel-Pkw/Kleintransportern/Lkw mit SCR-Technologie (Selective Catalytic Reduction) zur Kontrolle der NO_x-Emissionen der Fall ist.

Die Detektionsfunktion ist auch nachrüstbar. Die Kraftstofferkennungsfunktion könnte auf der Ebene des Fahrzeugs und des Motormanagementsystems ohne weitere Datenverbindung arbeiten und

Dienste in der Datenwolke. Daher ist in einer solchen Konfiguration würde diese Methodik Folgendes schützen

Sie sollen den Datenschutz des Eigentümers schützen und auch gegen Cyberangriffe und IT-Betrug oder Manipulationsversuche resilient sein. Die vergleichsweise geringe Komplexität der Erkennungsfunktion und die geringeren Anforderungen an

Schaubild 5.3



zusätzliche Infrastruktur würde auch eine schnelle Realisierung und effektive Implementierung in ein Fahrzeug ermöglichen.

Option 6 - Kraftstoff-Molekularsensor an Bord des Fahrzeugs

Im Bereich der Messung der Kraftstoffqualität können verschiedene Sensortechnologien eingesetzt werden, um die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Kraftstoffen zu bewerten. Viele dieser Technologien sind jedoch nur begrenzt in der Lage, zwischen verschiedenen Kraftstoffarten innerhalb der festgelegten europäischen Kraftstoffnormen (EN590, EN228, EN15940, EN14214, EN15293) zu unterscheiden. Diese Einschränkung ergibt sich daraus, dass sich die physikalisch-chemischen Eigenschaften von fossilen Kraftstoffen oder CNF innerhalb dieser Normen nicht so stark unterscheiden, dass eine

klare Trennung zwischen fossilen und 100 % fossilfreien Kraftstoffen.

Im Gegensatz dazu wird die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR) seit den 1970er- und 1980er-Jahren in verschiedenen Prozessindustrien (Chemie, Raffinerie, Pharma...) zur Qualitätskontrolle organischer Produkte (Ausgangsstoffe, Endprodukte) eingesetzt, seit den 1990er-Jahren auch für Kraftstoffe in Raffinerien. Die Technologie befindet sich nun in der Serienproduktion und wird nach 15 Jahren Entwicklungsarbeit, die von OEMs, Ingenieurteams und Universitäten unterstützt wurde, seit einigen Jahren erfolgreich auf dem Transportmarkt eingesetzt. Sie lässt sich nahtlos in gesetzliche Geofencing-Systeme integrieren und ermöglicht so die Anwendung von Beschränkungen, die auf dem Standort des Fahrzeugs basieren, was ihre Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit weiter erhöht.

Diese Technologie ist nicht für gasförmige Kraftstoffe geeignet.

Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle

Das Grundprinzip zielt auf zwei Hauptaspekte ab, z. B. Near Field Communication (NFC), Bluetooth Low Energy (BLE) oder Wi-Fi:

1. Wie schafft man Vertrauen in den Partner, der CO₂-neutrale Kraftstoffe (CNF) liefert?
2. Wie kann sichergestellt werden, dass während des gesamten Kraftstoffübertragungsvorgangs keine Manipulationen stattfinden (Manipulationssicherheit)?

Daher beinhaltet diese Lösung eine Authentifizierungsmethode des CNF-liefernden Partners vor dem Beginn des Kraftstofftransfers und einen Manipulationsschutz während des Kraftstofftransfers. Das Verfahren wurde für die Betankung an einer Tankstelle entwickelt, kann aber überall dort eingesetzt werden, wo CNF von einem Zuständigkeitsbereich in einen anderen überführt wird (z.B. Tanklager zu Tankwagen). In der folgenden Beschreibung wird das Beispiel einer Betankung eines Fahrzeugs an einer Tankstelle beschrieben:

- Liefernder Partner = Tankstelle
- Empfangender Partner = Fahrzeug

Beschreibung

Authentifizierung des liefernden Partners:

Für die Authentifizierung des Lieferpartners (Tankstelle) benötigt mindestens ein Partner eine Internetverbindung zu einer Authentifizierungsstelle. Die Authentifizierungsstelle kann eine beliebige vertrauenswürdige Organisation oder Vereinigung sein, die einen über das Internet zugänglichen digitalen Authentifizierungsdienst anbietet. Zusätzlich ist eine digitale Kommunikation zwischen den beiden Partnern notwendig.

Eine Datenkommunikation zwischen Einfüllstutzen und Einfüllstutzen im Fahrzeug dient dazu, den Authentifizierungsprozess zu initiieren und während des Einfüllvorgangs robust gegen Manipulationen zu sein.

gesamten Betankungsvorgang. Je nach Kommunikationsinfrastruktur der Tankstelle kann eine bidirektionale Datenkommunikation genutzt werden. Alternativ ist auch eine unidirektionale Datenkommunikation im Füllstutzen möglich.

Option 8 - EU-Markt Ausschließlich mit CNF beliefert

Dieses Szenario wird für ein zukünftiges Jahr, sicherlich nach 2035, beschrieben und g e p r ü f t . Realistischerweise geht es darum, das Potenzial zu erkunden, dass dies in einem Zeitrahmen nach 2035 möglich sein könnte, um die P o l i t i k der EU zur Klimaneutralität zu erreichen.

Flüssige und gasförmige Straßenverkehrskraftstoffe auf Erdölbasis wären in der EU (oder in bestimmten Mitgliedstaaten) und für einige oder alle Fahrzeugkategorien (z. B. Diesel, Benzin oder Methan) verboten und somit nicht mehr verfügbar. Dementsprechend müssten alle betroffenen Fahrzeuge CNF verwenden. Für den Grenzübergang (Einreise) in die EU (oder in betroffene Mitgliedstaaten) müssen möglicherweise noch geeignete Maßnahmen festgelegt werden. Der verantwortliche Akteur wäre wahrscheinlich der Gesetzgeber des Mitgliedstaates, um sicherzustellen, dass keine fossilen Kraftstoffe auf den Markt gebracht werden.

Bei dieser Option wird davon ausgegangen, dass die CNF-Verfügbarkeit ausreicht, um die Nachfrage zu decken. Derzeit ist die CNF-Verfügbarkeit im Verhältnis zur Gesamtnachfrage gering. Wenn sich jedoch die politischen Rahmenbedingungen ändern, könnten Investitionen in die CNF-Produktion angeregt werden. Darüber hinaus wird erwartet, dass die Gesamtnachfrage nach flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen zurückgehen wird, da Kraftstoffe auf Erdölbasis durch politische Maßnahmen sowie durch die Elektrifizierung von Fuhrparks und Parkanlagen verdrängt werden, so dass das CNF-Angebot irgendwann der Nachfrage entsprechen könnte.

Option 9 - Massenkompensierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug.

Dabei wird der CNF-Bedarf des Fahrzeugs über die derzeitige, mit fossilen Kraftstoffen geteilte Kraftstoffinfrastruktur geliefert. Der Kraftstoffbedarf des Fahrzeugs wird mit der gleichen Menge an CNF, die in das gesamte Kraftstoffversorgungssystem (z. B. Pipeline, Terminal oder Tankstelle) eingespeist wird, abgeglichen und mit einem Digitalsystem sicher auf das Fahrzeug abgestimmt. Dies wird oft als "Massenausgleich" bezeichnet.

Es wird anerkannt, dass die Kommission derzeit davon ausgeht, dass die erforderliche Sicherheit durch physische Trennung bzw. Widmung erreicht wird. Diese Option könnte während einer Übergangszeit in der gesamten Kraftstoffversorgungskette angewandt werden, bis die Verfügbarkeit von CNF in der gesamten EU sichergestellt ist. Dies funktioniert ähnlich wie bei Ökosystem, für den die Massenbilanzierung die gängige Methode für die Verteilung und Zertifizierung von "grünem" Strom an Endverbraucher (einschließlich Fahrzeuge) ist.

Wenn die Technologien und Methoden vollständig etabliert und erfolgreich sind, um diese Lösung zur Zufriedenheit von Regierungen, Kunden, Automobil- und Kraftstoffindustrie zu liefern, ist es eine Überlegung wert, ob die Versorgung von Fahrzeugen mit CNF auf robuste Weise durch Massenausgleichsmittel erreicht werden kann. Ziel dieses Berichts ist es, einen umfassenden Überblick über alle verfügbaren Optionen zu geben. Er veranschaulicht die notwendigen Technologien und Methoden, die in Zukunft weiterentwickelt werden könnten, um einen solchen Ansatz zu ermöglichen.

Jedes CNF-Fahrzeug verwendet Kraftstoff aus dem herkömmlichen Kraftstoffverteilungssystem, das die vorhandenen Tankstellen nutzt. Der gesamte Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs wird jedoch mengenmäßig genau durch die Lieferung der exakten Menge CNF vor dem Einzelhandelsstandort ausgeglichen. Dieser Ansatz hat große Vorteile, da er größtenteils die vorhandene physische Infrastruktur nutzt. Diese Vorteile

würde eine breitere, schnellere und kostengünstigere Einführung ermöglichen. Schließlich ist dieser Ansatz speziell für den Vertrieb von gasförmigen Kraftstoffen geeignet. Durch eine robuste und sichere Buchführung wird sichergestellt, dass die Nutzung des Fahrzeugs keine Nachfrage nach fossilen Kraftstoffen, sondern nur nach CNF erzeugt. Dies bringt genau die gleichen Klimavorteile wie ein System, das eine direkte physische Versorgung erfordert.

Bei diesem Ansatz könnten auch ein digitales Kraftstoffverfolgungssystem, ein digitaler Handshake und eine Zwei-Wege-Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle als Basistechnologien eingesetzt werden, wie in Option 11 beschrieben. Es würde sich auch auf die Erfahrungen mit dem Massenausgleich auf den Strommärkten, der Versorgung mit Flugkraftstoff und anderen kommerziellen und regulatorischen Vorgängen stützen. Die Experten sind der Meinung, dass ein ähnliches Maß an Strenge und Sicherheit wie bei der direkten physischen Versorgung erreicht werden kann. Dementsprechend ist es nach Ansicht der Autoren wichtig, die Option des Massenausgleichs neben dem Modell der direkten physischen Versorgung nicht auszuschließen.

Option 10 - Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB

Dies ist eine Technologie, die eine genaue Umsetzung einer Massenbilanz-Betriebsmethodik auf der Ebene der einzelnen Fahrzeuge ermöglichen kann, d. h. in Kombination mit Option 9. Die Kraftstoffverbrauchsmethode (FUB) ist eine Softwarelösung, die den Kraftstoffverbrauch jedes Fahrzeugs erfasst. Ein Merkmal des FUB-Geräts im Fahrzeug ist die Erkennung der Betankung des Fahrzeugs und die Verbindung mit dem individuellen Konto des Fahrzeugs in der Software. Die Menge des getankten Kraftstoffs wird aus den Finanztransaktionsdaten zur Bezahlung des Kraftstoffs entnommen, ein in die Software integrierter Prozess, und im Softwarekonto des Fahrzeugs gespeichert.

Der Autofahrer ist dafür verantwortlich, CNF-Zertifikate für den verwendeten Kraftstoff zu erwerben. Die Softwareplattform erleichtert den Erwerb dieser Zertifikate und kommuniziert direkt mit dem CNF-Register, um die Zertifikate zu entwerten.

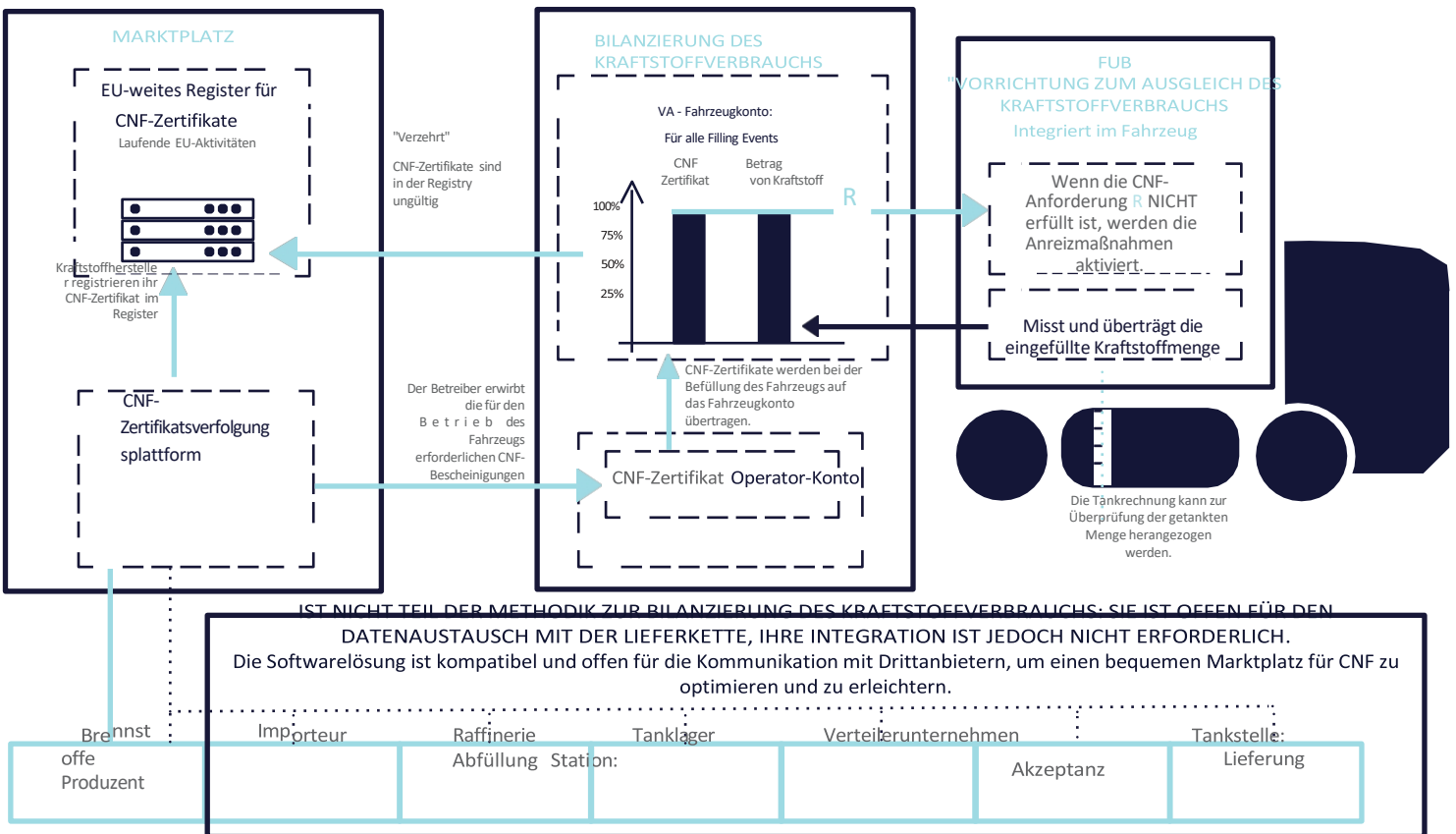
verwendete Zertifikate.

Auf der Grundlage der Erfüllung der Anforderungen des Zertifikats signalisiert das System dem Fahrzeug die Aktivierung oder Nichtaktivierung einer breiten Palette von Anzeizeffekten bis hin zur Verweigerung des Betriebs. Da die Softwareplattform allen Marktteilnehmern offen steht, ist es wahrscheinlich, dass die Autofahrer einen Dienst erwerben können, der fortlaufend Daten erfasst und auswertet.

stellt die erforderlichen CNF-Bescheinigungen automatisch und ohne weitere Eingaben oder Maßnahmen des Fahrzeugführers aus.

Die FUB-Methode funktioniert für alle Arten von Kraftstoffen, d.h. gasförmig, flüssig oder elektrisch. Sie erkennt nicht die Herkunft des Kraftstoffs, d. h. ob er fossil oder erneuerbar ist, z. B. Methan (=Biomethan oder synthetisches Methan).

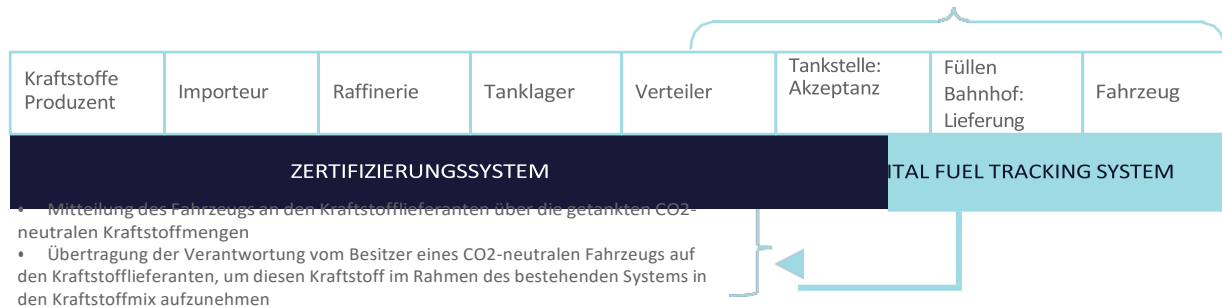
Schaubild 5.4



Option 11 - Kombiniertes Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake)

Schaubild 5.5

- Digitale Softwarelösung, die Transparenz und Nachvollziehbarkeit von CNF - V o l u m i n a ermöglicht.
- Bietet dem Fahrzeug einen kritischen digitalen Handshake, um den Betrieb fortzusetzen
- Wenn das CNF-Fahrzeug ohne eine Bestätigung durch einen "digitalen Handschlag" tankt, kann das Fahrzeug nicht fahren und das Anreizsystem wird aktiviert.



Beschreibung

Damit soll die Mass-Balancing-Methode Option 9 durch die Kombination mit einem digitalen Kraftstoffverfolgungssystem verbessert werden.

Massenausgleich

Siehe Option 9.

Digitales Kraftstoffüberwachungssystem (digitale Lösung)

Siehe Option 3.

Bei diesem System wird den Kunden, die sich für CO₂-neutrale Kraftstoffe entscheiden, nicht garantiert, dass sie das physische erneuerbare Produkt erhalten. Stattdessen wird sichergestellt, dass eine ä q u i v a l e n t e Menge CO₂-neutraler Kraftstoffe auf den Markt gebracht und an anderer Stelle verbraucht wird, was den Grundsätzen der Nachhaltigkeit und der Umweltverantwortung auf der Grundlage der von der Richtlinie über erneuerbare Energien genehmigten Zertifizierungssysteme entspricht. Diese Methode unterstreicht die Bedeutung der digitalen Nachverfolgung, um die Integrität der Behauptungen über CO₂-neutrale Kraftstoffe zu wahren.

Diese Überwachungslösung nutzt beide Prinzipien, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug über ein Anreizsystem verfügt, das die Verwendung von CO₂-neutralen Kraftstoffen überwacht.

Diese Softwarelösung muss transparent und überprüfbar sein (ähnlich dem bestehenden europäischen Zertifizierungssystem), um eine korrekte und klare Abrechnung der CO₂-neutralen Kraftstoffmengen zu ermöglichen, die der Kraftstofflieferant an CNF-Fahrzeuge verkauft hat. Die sich daraus ergebende Menge müsste dem Kraftstoffmix mit dem entsprechenden europäischen Z e r t i f i k a t für den CO₂-neutralen Kraftstoff beigemischt werden.

Die Tankstelle (öffentlich zugänglich oder für firmeneigene Flotten) ist an diese digitale Plattform angeschlossen und "verbraucht" die Zertifikate entsprechend der Menge des gelieferten Kraftstoffs. Die Plattform wird die Möglichkeit bieten, verschiedene Ausgleichskriterien zu definieren, wie z. B. den vollständigen Ausgleich zwischen geliefertem Kraftstoff und erworbenen Zertifikaten am Ende eines vorher festgelegten Zeitraums (z. B. einmal im Monat).

Diese Lösung nutzt die bestehende Kraftstoffversorgungsinfrastruktur und das Zertifizierungssystem für RFNBOs und Biokraftstoffe der Europäischen Union (REDII/III), um eine Lösung zu bieten, die den Einsatz von Fahrzeugen mit CO₂-neutralem Kraftstoff auf dem Markt erzwingt, solange sie CO₂-neutralen Kraftstoff tanken.

5.4. Bewertung Matrix & Ergebnisse

Tabelle 5.2: Überblick über Tracking, Erkennung und Veranlassung nach Technologie:

#	METHODIK	NACHVERFOLGUNGSMETHODE	NACHWEISMETHODE	ANREIZSYSTEM	KRAFTSTOFFVERTRÄGLICHKEIT
1	Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens	Physisch	Mechanisch	Nicht erforderlich	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
2	Kraftstoffmarker entlang der Stromaufwärts- und Stromabwärtsstrecke (Sensor im Fahrzeug)	Physisch	Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
3	100% digitale Verfolgung vom Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)	Physisch	Elektronisch durch Wiederverwendung vorhandener Daten	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
4	Hybrider Ansatz - vorgelagert: Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - nachgelagert: DFTS mit digitalem Handshake	Physisch	Sensor & Elektronisch	YES	Flüssige Kraftstoffe
5	Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion	Physisch	Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
6	Fahrzeuginterner Kraftstoff-Molekularsensor	Physikalisch	Vorhanden Engine Sensor	YES	Flüssige Kraftstoffe
7	Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle	Physikalisch	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
8	EU-Markt wird ausschließlich mit CNF beliefert	Physikalisch	NR	Nicht erforderlich	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
9	Massenausgeglichene CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug	Virtuell	Keine	NO	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
10	Bilanzierung des Kraftstoffverbrauchs - FUB	Virtuell	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe
11	Kombinierter Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake	Virtuell	Elektronisch	YES	Gasförmige und flüssige Kraftstoffe

Ergebnis der Bewertungsmatrix

Option 1 - Mechanische Anpassung von Tankeinfüllstutzen und Zapfpistole: Eine mechanische Anpassung des Einfüllstutzens und der Zapfpistole würde zwar physisch verhindern, dass der falsche Kraftstoff eingefüllt wird, ist aber in der Praxis anfällig für Manipulationen und wird bei alleiniger Verwendung möglicherweise nicht als robust genug angesehen. Darüber hinaus ist sie mit einem hohen Aufwand für die Entwicklung neuer Normen und Hardware sowohl an der Tankstelle als auch im Fahrzeug verbunden, einschließlich zusätzlicher Integrationsbemühungen. Bei dieser Option muss das physische Produkt in e i n e r speziellen Lieferkette transportiert werden.

Option 2 - Kraftstoffmarker entlang der vor- und nachgelagerten Strecke: Kraftstoffmarker und -sensor im Fahrzeug verfolgen den CNF physisch auf der Grundlage eines bereits bekannten Systems, wie z. B. Heizöl, aber derzeit gibt es keinen handelsüblichen Sensor für Kraftfahrzeuge. Es werden Neuentwicklungen für die automobilen Anforderungen (z.B. Robustheit, Selektivität, Empfindlichkeit) mit hohem Aufwand sowie handhabbare Fahrzeughardwarevarianten erwartet. Darüber hinaus muss das Tracersystem kalibriert werden und eine hohe Selektivität gegenüber Kraftstoffmischungen aufweisen. Im Hinblick auf die Manipulationssicherheit könnte die Markierung des fossilen Kraftstoffs eine robustere Lösung sein. Eine mögliche Verbesserung ist ein hybrider Ansatz, der als Option 4 beschrieben wird. Bei dieser Option muss das physische Produkt in e i n e r speziellen Lieferkette befördert werden.

Option 3 - 100 % digitale Verfolgung vom vor- bis zum nachgelagerten Bereich (DFTS mit digitalem Handshake): DFTS (Digital Fuelling Tracking System) als 100 % digitale Lösung entlang der gesamten Lieferkette, die vollständig auf den vorhandenen Daten und der Infrastruktur der verschiedenen Beteiligten basiert, kann schnell implementiert werden, so dass mit der Genehmigung der Europäischen Kommission sofort mit der Feldeinführung begonnen werden kann. Mittels digitalem Handshake wird ein zuverlässiges Pairing von Fahrzeug und Zapfpistole realisiert und ermöglicht einen flexiblen Einsatz.

Reaktion des Unternehmens. Die Robustheit der Manipulationen wird durch Plausibilitätsprüfungen im Rahmen eines Multi-Trust-Center-Ansatzes sichergestellt (Stakeholder - Cloud - Fahrzeug). Heute verfügbare Datenpunkte in hoher Präzision und auf der Grundlage bestehender Standards und rechtlicher Rahmenbedingungen (Besteuerung, Lieferscheine) bei den Beteiligten werden auf intelligente Weise auf einer Cloud- Plattform kombiniert, die maximale End-to-End- Robustheit bietet. DFTS ist darüber hinaus in der Lage, Nachhaltigkeitsinformationen zu physischen Kraftstoffmischungen (wie es andere Lösungen nicht können), sowie zur Kraftstoffherkunft oder sogar zu den Kraftstoffeigenschaften zu erfassen. Ein transparentes Nachhaltigkeits-Tracking ist möglich, so dass das Fahrzeug ein eigenes Klimabewusstsein entwickeln kann, das den realen Nachhaltigkeits- Fußabdruck des Fahrers transparent macht. Auf diese Weise kann ein schnellerer Umstieg von fossilen auf nicht-fossile Kraftstoffe gefördert werden. Die Lösung erfordert technische Anpassungen im Fahrzeug, in der Logistik und an den Tankstellen

Option 4 - Hybrides Konzept - vorgelagert: Kraftstoffmarker und Sensor bis zur EU-Grenze - nachgelagert: DFTS mit digitalem Handshake: Eine mögliche Verbesserung des Sensor- und Markierungsansatzes könnte ein hybrider Ansatz in Kombination mit DFTS sein. Bei dieser Lösung könnte der Mangel an fahrzeugtauglichen Sensoren umgangen werden, indem ein digitaler Handshake mit der Tankstelle durchgeführt wird, der auf einem Sensorsignal basiert, das den Kraftstoffmarker an der Tankstelle selbst misst. Somit würden weniger strenge Anforderungen an einen solchen Sensor gelten, was zu einem geringeren Integrationsaufwand auf Seiten der OEM und einer schnelleren Markteinführung führt. Allerdings gibt es nach wie vor Probleme mit der Empfindlichkeit und Selektivität eines markerbasierten Systems (siehe Option 2). Bei dieser Option muss das physische Produkt in einer speziellen Lieferkette transportiert werden.

Option 5 - Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion: Die bordeigene Kraftstofferkennung durch Verarbeitung der vorhandenen Signale des Motorsteuergeräts (ECU) ist eine pragmatische Softwarelösung, die auf bereits im Fahrzeug vorhandenen Daten basiert.

Fahrzeug. Die Lösung kann für CNFs mit anderen Eigenschaften als herkömmliche Kraftstoffe wie HVO und Diesel funktionieren. Derzeit ist jedoch noch keine Lösung für gasförmige Kraftstoffe bekannt.

Es könnte eine Kalibrierung erforderlich sein, um mögliche künftige Kraftstoffe einzubeziehen, da sich der tatsächliche Messwert (der mit der Eigenschaft korreliert) von einer Kraftstoffquelle zur anderen ändern kann, was zu einem zusätzlichen Einsatzaufwand vor Ort führt. Bei dieser Option muss das physische Produkt in einer speziellen Lieferkette transportiert werden.

Option 6 - Fahrzeuginterner Kraftstoff-Molekülsensor: Der Molekularstruktursensor ist eine weitere Option, die direkt den Kraftstofftyp im Fahrzeug erfasst und nicht einen Marker wie bei Option 2. Der On-Board-Sensor ist serienmäßig verfügbar und erfüllt die in EN590 und EN228 genannten Normen.

Es ist in der Lage, die von der EU geforderte Endkontrolle in Echtzeit an Bord durchzuführen, wie es bereits in Bussen und Lastwagen zur Erkennung fossiler Kraftstoffe eingesetzt wird. Die CNF-Erkennung wurde bereits erfolgreich für Normen wie EN14214 und EN15940 (unter Verwendung einer Fingerabdruck-Datenbank) umgesetzt, und derzeit werden neue Datenbanken für eFuel-Moleküle wie MtG und FT entwickelt.

Diese Lösung ist perfekt mit Option 3 vereinbar und kann die Umsetzung dieser Option verbessern. Bei dieser Option muss das physische Produkt in einer speziellen Lieferkette befördert werden.

Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle: Die bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle bietet einen manipulations sicheren Ansatz, der als 1-zu-1-Paarungslösung zwischen Zapfpistole und Fahrzeug verwendet werden könnte.

Neben dem sicheren Authentifizierungsverfahren bietet die Lösung eine Einfüllüberwachung und eine Blockiervorrichtung im Einfüllstutzen, die das Betanken mit herkömmlichem Kraftstoff verhindern kann. Um die Manipulationsanforderungen zu erfüllen, benötigt die Lösung jedoch technische Anpassungen (z.B. Fahrzeug

Hardware und Software, Tankstellensoftware (Front-End, Back-End) und Hardware). Bei dieser Option muss das physische Produkt in einer speziellen Lieferkette transportiert werden.

Option 8 - Ausschließliche Versorgung des EU-Marktes mit CNF: Dieses Szenario geht davon aus, dass CNF ausschließlich verfügbar sind, was wahrscheinlich noch einige Jahre dauern wird, und wäre das Ergebnis einer beträchtlichen Ausweitung der CNF für den Straßenverkehr neben dem Bedarf anderer Sektoren sowie der Verringerung des Gesamtbedarfs an flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen durch Effizienz und Elektrifizierung. Auch wenn dieses Szenario für 2035 oder früher unrealistisch ist, so ist es doch in der Zukunft durchaus möglich und sollte daher als Teil der allgemeinen Übergangsstrategie für den Verkehr in der EU in Betracht gezogen werden.

Vor diesem Hintergrund ist es lohnenswert, weiter zu prüfen, welche Übergangsmechanismen, regulatorischen Reformen und Unterstützung von Geschäftsmodellen wirksam sein können, um die Entwicklung der Kraftstoffproduktion und der Lieferkette voranzutreiben, damit dieses wünschenswerte Ziel erreicht werden kann.

Option 9 - Massenbilanzierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug: Die Massenbilanzierung ist eine direkte Lösung, die sich auf einen Input-Output-Ansatz konzentriert, der durch das Buchen und Einfordern von Zertifikaten gesteuert wird, d.h. keine Überwachungstechnologie auf Fahrzeugebene. Erfahrene Energiehandelsmärkte wie Strom und gasförmige Kraftstoffe in Pipelines werden durch einen solchen Ansatz effizient gesteuert. Für eine potenzielle CNF-Anwendung bedeutet dies, dass der Kraftstoff nicht physisch im antragstellenden CNF-Fahrzeug verbraucht werden muss. Das Kraftstoffversorgungssystem stellt jedoch sicher, dass die CNF-Menge im Durchschnitt an anderer Stelle in den Markt eingeführt wird. Eine solche technische Lösung würde von der hohen Systemeffizienz, der schnellen Hochlauffähigkeit der Kraftstoffproduktion und der Einbeziehung der Kraftstoffversorgungskette profitieren, so dass in der Einführungsphase nicht jede Tankstelle eine eigene CNF-Zapfsäule haben muss. Wenn die Europäische Kommission es zulässt, könnte ein Vorschlag lauten

ein Übergangskonzept (bereits vor 2035) verfolgen und später zu einem Konzept mit Verfolgung jedes einzelnen Fahrzeugs einschließlich der Verfolgung der Kraftstoffherkunft übergehen, z. B. mit Option 11. Eine physische Echtzeitverfolgung des CO₂-Fußabdrucks eines einzelnen Fahrzeugs ist bei der Massenbilanzierung jedoch nicht möglich, stattdessen könnte ein Gesamtsystemfußabdruck berechnet werden.

Option 10 - Kraftstoffverbrauchsbilanzierung: Die Lösung zur Kraftstoffverbrauchsbilanzierung verwendet einen Massenbilanzierungsansatz, der auf der Verfolgung des Kraftstoffverbrauchs im Fahrzeugtank basiert, ohne dass ein Handshake zwischen Tankstelle und Fahrzeug erforderlich ist. Anstelle der Tankstelle wird die Verantwortung für das Zertifikatshandling auf den Fahrer übertragen, der direkt mit einem Zertifikatsmarktplatz verbunden ist, was für Flottenkunden im Nutzfahrzeugbereich eine effiziente Lösung sein kann. Die Ausgliederung der Tankstelle und des entsprechenden Handshakes zeigt die Einfachheit und eine mögliche schnelle Einführung des Ansatzes. Allerdings ist nach wie vor ein Hardwaregerät (inkl. zusätzlichem Integrationsaufwand und Kosten) im Fahrzeug notwendig. Zudem fehlt der Lösung ein kalibrierter Kraftstoffmengensensor im automobilen Einsatz, es sei denn, es werden Finanztransaktionsdaten verwendet oder sie wird mit einem digitalen Tankstellenverfolgungssystem kombiniert.

Option 11 - Kombiniertes Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake: Da der Massenausgleich (Option 9) auf einem Mechanismus zur Handhabung von Zertifikaten beruht, der die durchschnittliche Meldung der Beteiligten an eine Behörde einschließt, wird eine Hybridlösung in Kombination mit dem DFTS vorgeschlagen. Dieses System profitiert von einer schnellen Akkumulation von Zertifikaten auf der Ebene des einzelnen Fahrzeugs, da es das DFTS als Überwachungsplattform und Ausführer des digitalen Handshakes zwischen dem Fahrzeug und der Tankstelle einbeziehen kann. So kann eine genaue und rechtzeitige Bearbeitung der Zertifikate für jedes einzelne Fahrzeug gewährleistet werden. Allerdings ist nur eine virtuelle Echtzeitverfolgung des CO₂-Fußabdrucks möglich, die auf der zeitnahen Bearbeitung der Zertifikate und der

robuste digitale Plattform, die diesen Prozess ermöglicht.



06

KUNDEN &
RETAIL

6.1 Zusammenfassung

Die Einführung von Technologien für CO₂-neutrale Kraftstoffe (CNF) kann ein entscheidender Wegbereiter für eine nachhaltige Energiewende im Verkehrssektor sein. Dieses Kapitel konzentriert sich auf die Anforderungen und Überlegungen für Kunden und den Einzelhandel, um die erfolgreiche Integration und Akzeptanz von CNF-angetriebenen Fahrzeugen sowie die entsprechenden Technologien sicherzustellen. Es befasst sich mit den technologischen Anforderungen für eine erfolgreiche CNF-Einführung und -Überwachung. Zu diesem Zweck werden die im vorigen Kapitel vorgestellten Technologieoptionen bewertet, einschließlich der Verfügbarkeit, der potenziellen Kosten, der Benutzerfreundlichkeit, der Sicherheit der Überwachung und der Anreiztechnologien. Diese Technologien können auch außerhalb der Europäischen Union eingesetzt werden, wodurch eine solide Grundlage für die breite Einführung von CNF geschaffen wird. Es muss sichergestellt werden, dass CNF-Fahrzeuge über die EU-Grenzen hinaus eingesetzt werden können, und es müssen Kontrollmechanismen eingerichtet werden, die den Einsatz von Nicht-CNF-Fahrzeugen verhindern. Es werden auch Optionen für dieses Problem angesprochen.

6.2 Anforderungen an die Technologien für CNF-Fahrzeuge für Kunden und Handel

Bei der Bewertung alternativer Technologien zur Überwachung von CNF-angetriebenen Fahrzeugen ist es wichtig, mehrere Faktoren zu untersuchen, die sich sowohl auf die Kunden als auch auf den Einzelhandel auswirken. Im Folgenden werden die einzelnen Anforderungen näher beleuchtet:

Verfügbarkeit in allen EU-Mitgliedstaaten: Eine konsistente und zuverlässige CNF-Lieferkette in der gesamten EU ist für die erfolgreiche Einführung von CNF-angetriebenen Fahrzeugen entscheidend. Die Technologie zur Unterstützung der CNF-Nutzung muss anpassungsfähig und skalierbar sein, um sicherzustellen, dass die Kraftstoffverfügbarkeit der wachsenden Nachfrage entspricht. Diese Konsistenz

würde den Verbrauchern die Gewissheit geben, dass CNF-Betankungsoptionen weithin zugänglich sind, was dazu beitragen würde, die Reichweitenangst zu verringern und CNF-angetriebene Fahrzeuge zu einer praktischen Wahl zu machen.

Nutzung der bestehenden Infrastruktur: Ein großer Vorteil von CNF ist die Möglichkeit, die bestehende Infrastruktur ohne Änderungen zu nutzen. Dies ist sowohl für Einzelhändler als auch für Kunden von besonderem Vorteil, da es die Notwendigkeit kostspieliger Neuinvestitionen in die Betankungsinfrastruktur verringert. Wenn technologische Hindernisse auftreten, die eine erhebliche Aufrüstung der Infrastruktur erfordern, kann dieser Vorteil in Frage gestellt werden, was die Attraktivität und Kosteneffizienz von CNF schmälert.

Bewertung der Kosten: Die geschätzten Kosten für den Aufbau einer CNF-bezogenen Infrastruktur, die sowohl für die Kunden als auch für die Einzelhändler wichtig ist, sollten die Kosten für Installation, Betrieb und Wartung umfassen, damit die Beteiligten die Kosten für die CNF-Infrastruktur genauer einschätzen und vergleichen können. Dieser Vergleich hilft bei der Einschätzung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit von CNF im Vergleich zu anderen kohlenstoffarmen Optionen und ermöglicht fundierte Entscheidungen darüber, wo und wie in diese Technologie investiert werden soll.

Benutzerfreundlichkeit: Die Akzeptanz bei den Verbrauchern hängt in hohem Maße von einer benutzerfreundlichen Technologie ab, die den Übergang zu CNF-betriebenen Fahrzeugen vereinfacht. Systeme für die CNF-Betankung und -Überwachung sollten sich nahtlos in die bestehende Fahrzeug- und Tankstellentechnologie integrieren, so dass die Nutzer nur minimale Unterbrechungen erleben. Intuitiv bedienbare Tankstellen und vereinfachte Bezahlssysteme würden beispielsweise zu einem reibungslosen Ablauf beitragen und so die Akzeptanz der Kunden erhöhen und die Nutzung steigern.

Sicherheit für die Nutzer: Die Optionen müssen den Nutzern Vertrauen in die Kraftstoffqualität und -kompatibilität bieten. Mit eindeutiger Kennzeichnung, Kraftstoffmarkern oder bordeigenen Erkennungssystemen stellt CNF sicher, dass die Nutzer genau wissen, was sie in ihre Tanks füllen, und verringert so das Risiko von Falschbetankung und Po-

mögliche Schäden am Fahrzeug.

Sicherheit für Einzelhandelsstationen: Die Einzelhändler müssen sich auch darauf verlassen können, dass die CNF-Liefer- und Vertriebskanäle sicher sind. Dazu gehören der Schutz der Tankstellen und die Sicherstellung der Kraftstoffqualität und -authentizität. Durch den Einsatz zuverlässiger Überwachungs- und Verifizierungssysteme können Einzelhändler Kraftstoffverfälschungen und andere Sicherheitsrisiken vermeiden und so die Vertrauenswürdigkeit der CNF-Lieferkette gewährleisten.

Globale Anwendbarkeit: Mit der zunehmenden Verbreitung der CNF-Technologie könnte die Möglichkeit, diese Technologien außerhalb der EU zu nutzen, strategische Vorteile bieten. Fahrzeuge, die mit CNF betrieben werden, sollten idealerweise mit den Infrastrukturen und Vorschriften weltweit kompatibel sein, so dass die Nutzer sowohl innerhalb der EU als auch im Ausland auf CNF zurückgreifen können. Diese Eigenschaft ist vor allem für Flottenbetreiber und Vielreisende von Bedeutung, da so die Verfügbarkeit von Kraftstoff unabhängig vom Standort gewährleistet ist.

Manipulationssichere Lösungen: Sicherheit geht über den bloßen Zugang hinaus und umfasst auch den Schutz vor Manipulationen am Kraftstoff oder an der Überwachungstechnologie. Manipulationssichere Lösungen stellen sicher, dass weder der CNF noch die zugehörige Technologie manipuliert werden können, um die Integrität der Kraftstofftransaktionen zu gewährleisten und die Kunden vor Betrug zu schützen. So können beispielsweise manipulationssichere Siegel und digitale Überwachungssysteme dazu beitragen, die Echtheit und Qualität des Kraftstoffs zu überprüfen, was das Vertrauen in CNF-betriebene Fahrzeuge weiter stärkt.

Wenn diese Schlüsselanforderungen erfüllt werden, kann die CNF-Überwachungstechnologie zu einer realisierbaren, wettbewerbsfähigen und nachhaltigen alternativen Kraftstoffoption für Verbraucher und Einzelhändler gleichermaßen werden und zu einem reibungsloseren Übergang zum kohlenstoffneutralen Verkehr in der EU und möglicherweise darüber hinaus beitragen.

1. Besteuerung

Um die Klimaziele der EU zu erreichen, muss ein einheitlicher Ansatz bei der Energiebesteuerung verfolgt werden, der den gesamten Lebenszyklus der Energiequellen und nicht nur ihre Energiedichte berücksichtigt. Die derzeitigen Besteuerungsmethoden, die häufig von der Energiedichte von Kraftstoffen (d. h. der Energiemenge pro Volumen- oder Masseneinheit) abhängen, können kohlenstoffarme oder erneuerbare Energiequellen benachteiligen, die zwar eine geringere Energiedichte aufweisen, aber klimafreundlicher sind. Diese Struktur schafft nicht nur keine ausreichenden Anreize für umweltfreundlichere Optionen, sondern kann auch zu Marktungleichgewichten innerhalb der EU führen, da einzelne Länder bestimmte Kraftstoffe in einer Weise bevorzugen oder benachteiligen, die nicht mit den EU-weiten Klimazielen übereinstimmt.

Eine EU-weite Harmonisierung der Energiebesteuerung, wie sie im Kommissionsvorschlag 2021/563 vorgesehen ist, würde eine einheitliche steuerliche Untergrenze für alle CO₂-neutralen Energieträger festlegen. Dies würde bedeuten, dass die Mindeststeuern einheitlich auf 100 % CNF, erneuerbare und kohlenstoffarme Kraftstoffe angewandt würden, wodurch die Diskrepanzen zwischen den Ländern bei der Besteuerung solcher Energien im Inland verringert würden. Es würde auch sicherstellen, dass die Umweltauswirkungen von Energiequellen in vollem Umfang berücksichtigt werden, und sowohl die Erzeuger als auch die Verbraucher ermutigen, auf sauberere Alternativen umzusteigen, indem sie die tatsächlichen Kosten der Emissionen in ihren Preisstrukturen widerspiegeln.

Die Verabschiedung des Kommissionsvorschlags durch den Rat würde die Mitgliedstaaten verpflichten, diese Grundsätze in ihre nationalen Verbrauchsteuern auf Energie und Mineralöl zu integrieren, um einen kohärenten, marktorientierten Übergang zu sauberer Energie in der gesamten EU zu ermöglichen. Dies würde die Einführung CO₂-neutraler Lösungen wirtschaftlich rentabler machen und weitere Anreize für Innovationen und die Einführung sauberer Energietechnologien schaffen. Auf diese Weise würde ein lebenszyklusbasierter Ansatz bei der Energiebesteuerung die Umweltkosten genauer widerspiegeln und letztlich einen schnelleren und gerechteren Übergang zum EU-Klimaziel ermöglichen.

Ziele.

6.3. Bewertung der Monitoring-Optionen aus der Kunden- und Handelperspektive

Bei allen Optionen der direkten Kraftstoffversorgung muss das physische Produkt in einer speziellen Lieferkette transportiert werden. In der Einführungsphase könnte dies angesichts der begrenzten Anzahl von Tankstellen die Kosten für die Kunden erhöhen.

Option 1: Mechanische Anpassung von Tankeinfüllstutzen/Düsen

Vorteile:

1. **Leichte Implementierung und hohe Akzeptanz:** Die Änderung der Zapfpistolen- und Einfüllgröße ist eine einfache, kostengünstige Lösung, die ohne umfangreiche Änderungen an der bestehenden Infrastruktur oder der Fahrzeugkonstruktion eingeführt werden kann. Diese Option baut auf etablierten Praktiken in der Industrie auf, insbesondere bei gasförmigen Kraftstoffen (z. B. CNG, LPG), wo unterschiedliche Düsendrößen erfolgreich eingesetzt wurden. Diese Vertrautheit kann die Akzeptanz bei Nutzern und Beteiligten erhöhen, da nur minimale Schulungen oder Anpassungen erforderlich sind.

3. **Erfahrung mit gasförmigen Kraftstoffen:** Die Automobil- und Kraftstoffindustrie hat bereits umfangreiche Erfahrungen mit verschiedenen Düsendrößen für Kraftstoffe wie komprimiertes Erdgas (CNG) und Flüssiggas. Die Nutzung dieses Fachwissens verringert das Risiko der Einführung, da die Sicherheits- und Betriebsrichtlinien bereits gut bekannt sind und an CNF angepasst werden könnten.

4. **Einführung von neuen Standards:**
Während neue Normen für Düsen und Empfänger

Der Aufwand dürfte überschaubar sein, auch wenn neue Behältergrößen eingeführt werden müssten. Durch die Festlegung einheitlicher Normen für CNF kann die Branche die Kompatibilität aller neuen CNF-Fahrzeuge und -Tankstellen sicherstellen und so die Abläufe sowohl für Einzelhändler als auch für Kunden vereinfachen.

5. **Wegfall von Einspritzsystemen:** Da die CNF-spezifischen Zapfpistolen nicht mit den herkömmlichen Zapfpistolen für fossile Kraftstoffe verbunden werden können, besteht kein Risiko einer Fehlbetankung, und es ist kein zusätzliches Einlasssystem erforderlich, um die versehentliche Verwendung fossiler Kraftstoffe zu verhindern. Dies vereinfacht auch die Konstruktion des Fahrzeugs und reduziert die Herstellungskosten und mögliche Fehlerquellen.

6. **Anpassungsfähigkeit der bestehenden Flotte:** Ältere Fahrzeuge könnten mit einem kompatiblen Tankanschluss nachgerüstet werden, so dass bestehende Flotten ohne größere Änderungen auf CNF umgestellt werden können. Dies steigert die Attraktivität von CNF, da es eine schrittweise Einführung und Ausweitung auf ältere Fahrzeuge ermöglicht.

7. **Weltweit anerkannte Normen für die Betankung mit Flüssigkeiten und Gasen:** Die internationalen Normen für die Betankung (z. B. Benzin, Diesel, CNG, LNG, H₂, LPG) behandeln mehrere wichtige Faktoren, die auch für CNF gelten könnten:

- **Einfachheit und Zugänglichkeit:** Das Betanken von CNF-Fahrzeugen wäre so einfach wie das Betanken herkömmlicher Fahrzeuge, was eine breite Akzeptanz fördern würde.

- **Niedrige Gesamtbetriebskosten:** Es wird davon ausgegangen, dass die Gesamtkosten für Fahrzeugmodifikationen, Zapfsäulen und andere für CNF erforderliche Hardware niedrig sind, was für die Erschwinglichkeit für den Verbraucher und die breite Akzeptanz der Infrastruktur entscheidend ist.

- **Globale Verlässlichkeit und Austauschbarkeit:** Komponenten wie Spender und Fahrzeugausrüstungen würden standardisiert, was die Kompatibilität in allen Regionen gewährleistet und die Notwendigkeit lokaler Anpassungen verringert.

- **Vorteile für die Umwelt:** Die Anpassung würde Systeme wie die Dampfrückgewinnung umfassen,

um die Freisetzung von Kohlenwasserstoffen zu verhindern und die Umweltbelastung beim T a n k e n zu reduzieren.

- **Einfachheit für alle Regionen:** Das System wäre einfach, so dass es sowohl in entwickelten als auch in weniger entwickelten Gebieten eingesetzt werden könnte, in denen die Wartung komplexer Technologien schwierig sein könnte.
- **Minimale Investitionen für Tankstellen:** Da die bestehenden Tankstellen nur geringfügig aufgerüstet werden müssten, wäre CNF zu geringeren Kosten zugänglich als andere Energiequellen, die eine umfassende Überholung der Infrastruktur erfordern.

Benachteiligungen:

1. **Erforderlicher Adapter für Nicht-EU-Regionen:** Fahrzeuge benötigen möglicherweise einen Adapter, um die neue Düsenkonfiguration außerhalb der EU zu verwenden. Diese Anforderung könnte die Belastung für Reisende oder Flottenbetreiber, die in anderen Regionen arbeiten, erhöhen, da sie Adapter mitführen müssen.
2. **Möglichkeit der Manipulation von Adaptern:** Das Vorhandensein von Adaptern kann auch innerhalb der EU ein geringes Risiko für Manipulationen und damit für unbefugte oder unsachgemäße Betankung darstellen. Um dieses Risiko zu mindern, müssten strenge Normen und Kontrollmechanismen eingeführt werden.
3. **Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Düsen und Behältern:** Der Erfolg dieser L ö s u n g hängt von der Verfügbarkeit von kompatiblen Düsen und Fahrzeugbehältern ab, insbesondere in den Jahren bis zum EU-Ziel 2035. Eine koordinierte Einführung wäre notwendig, um eine breite Verfügbarkeit zu gewährleisten und mögliche logistische Engpässe bei zunehmender Verbreitung zu vermeiden.
4. **Funktionsstüchtigkeit von Düsen und Behältern:** Für CNF-Systeme und Tankstelleninfrastruktur ist eine Funktionsvalidierung erforderlich. Neue Düsenauslässe führen zu einem anderen Fließverhalten des Kraftstoffs im Einfüllstutzen und haben tiefe Auswirkungen.

auf die Flüssigkeitsdichtung von ORVR-Kraftstoffsystemen auswirken. Daher müssen alle OEMs neue CNF-Systeme auf der Grundlage gemeinsamer Systeme entwickeln, validieren und homologieren, um alle marktspezifischen Rechtsvorschriften zu erfüllen. Auch die Kundeneignung und Sicherheit muss vom Automobilhersteller garantiert werden.

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung

Damit diese Anpassungslösung erfolgreich ist, sind einige Schlüsselemente unerlässlich:

- **Europäische Vereinbarung über Düsenanforderungen, Durchmesser und Form:** Die EU muss eine einheitliche Norm für CNF-Zapfpistolen festlegen, um sicherzustellen, dass alle CNF-Tankstellen und -Fahrzeuge kompatibel sind. Idealerweise sollte diese Norm international gelten, um die weltweite Einführung von CNF zu erleichtern und einen nahtlosen grenzüberschreitenden Verkehr ohne Adapter zu ermöglichen.
- **Normung und globale K o m p a t i b i l i t ä t :** Die Harmonisierung mit internationalen Standards würde die Konstruktion von Fahrzeugen und Infrastrukturen vereinfachen und eine breitere Akzeptanz von CNF begünstigen. Sie würde es den Herstellern auch ermöglichen, Fahrzeuge zu produzieren, die auf allen globalen Märkten mit CNF kompatibel sind, was die Skaleneffekte erhöhen und die Stückkosten senken würde.

Option 2: Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts

Vorteile:

1. **Etabliertes und vertrautes System:** Kraftstoffmarker sind bereits eine etablierte Technologie auf dem Kraftstoffmarkt, und die Kunden sind an ihre Verwendung gewöhnt. Diese Vertrautheit kann die Akzeptanz verbessern und Widerstände gegen die Einführung verringern.
2. **Potenzial für Anreize:** Bei rascher Einführung können Kraftstoffmarker Anreizsysteme wirksam unterstützen und eine Methode bieten, um

die Einhaltung der Kraftstoffvorschriften durchzusetzen und von der Verwendung anderer Kraftstoffe abzuschrecken.

3. **Keine größeren Verhaltensänderungen für die Verbraucher:** Für die Endverbraucher sind keine Änderungen des Tankvorgangs erforderlich, da sich das Markierungssystem nahtlos in die bestehende Kraftstoffinfrastruktur einfügt. Diese Benutzerfreundlichkeit fördert die Akzeptanz beim Verbraucher.

4. **Minimale Änderungen der Infrastruktur erforderlich:** Vorhandene Kraftstofflager, Pumpenkapazitäten und andere Infrastrukturen bleiben weitgehend unverändert, mit minimalen Kosten für zusätzliche Hardware, wie z. B. Sensoren zur Erkennung von Markern. Diese Kompatibilität reduziert die Implementierungskosten und vereinfacht die Umstellung für Kraftstoffanbieter.

5. **Erhöhte Sicherheit und Betrugsprävention:** Kraftstoffmarker bieten eine zusätzliche Sicherheitsebene, indem sie eine visuelle Inspektion auf farbcodierte Etiketten und Sensorprüfungen entlang der Lieferkette ermöglichen. Dieser doppelte Ansatz hilft, Kraftstoffbetrug zu verhindern und stellt sicher, dass der richtige Kraftstoff verwendet wird.

6. **Niedrige Implementierungskosten:** Im Vergleich zu komplexeren digitalen Systemen erfordern Kraftstoffmarker relativ kostengünstige Hardware-Ergänzungen und eine einfache Integration in bestehende Kraftstoffsysteme, was sie zu einer kosteneffizienten Lösung für die Einhaltung von Vorschriften macht.

7. **Flexible Überwachungsmöglichkeiten:** Die Marker ermöglichen eine visuelle Inspektion, eine Verifizierung durch Sensoren entlang der Lieferkette und in Zukunft möglicherweise auch eine Kontrolle im Fahrzeug, wodurch die Einhaltung der Vorschriften auf mehreren Ebenen sichergestellt werden kann.

Benachteiligungen:

1. **Begrenzte Verwendbarkeit außerhalb der EU:** Damit dieses System zuverlässig funktioniert, müsste das gleiche Kraftstoffkennzeichnungssystem international eingeführt werden. Wenn Nicht-EU-Länder das nicht tun

Die EU-Fahrer könnten bei Fahrten ins Ausland auf Probleme stoßen, da das System der Kraftstoffkennzeichnung möglicherweise nicht anerkannt wird. Theoretisch könnten auch zusätzliche Kennzeichnungen von Nicht-EU-Märkten durch bilaterale Abkommen als "gültige Kennzeichnungen" anerkannt und in den Systemen gespeichert werden. Aus Sicht der EU wäre es sinnvoll, bereits im Vorfeld einen abgestimmten Satz von Kennzeichnungen in der Software bereitzuhalten, der dann auch von anderen Märkten außerhalb der EU genutzt werden könnte. Das bedeutet, dass CNF-Fahrzeuge aus verschiedenen Wirtschaftsräumen auch im jeweils anderen Land funktionsfähig sein könnten.

2. **Binäre Erkennung der Einhaltung der Vorschriften:** Das System erlaubt nur eine einfache "Ja/Nein"-Entscheidung über die Einhaltung der Vorschriften, was die Flexibilität einschränken kann. So können beispielsweise Teilbetankungen oder gemischte Kraftstoffverwendung nicht genau verwaltet werden, und jede festgestellte Nichteinhaltung würde unabhängig vom Kontext dieselbe Reaktion auslösen.

3. **Geringere Flexibilität bei den Auslösemechanismen:** Im Gegensatz zu digitalen Lösungen unterstützt dieses System keine nuancierten Reaktionen, was die Möglichkeiten des Fahrers einschränkt, die Reaktionen des Systems je nach Kraftstoffverbrauch oder Compliance-Anforderungen zu steuern. Diese Starrheit könnte für die Nutzer in bestimmten Szenarien unangenehm sein, z. B. bei einer Notbetankung oder wenn eine Teilbetankung von CNF festgestellt wird.

4. **Kompatibilitätsprobleme mit bestimmten Kraftstoffen:** Bei gasförmigen Kraftstoffen können Kraftstoffmarker weniger effektiv sein, da chemisch identische Kraftstoffe nicht leicht durch Marker unterschieden werden können. Diese Einschränkung schränkt die Anwendbarkeit des Systems für eine Reihe von Kraftstoffarten ein und reduziert die Möglichkeiten für Verbraucher, die diese alternativen Kraftstoffe bevorzugen oder benötigen.

5. **Kostenauswirkungen für Tankstellen:** Obwohl die Einführung eines Systems zur Kennzeichnung von Kraftstoffen im Allgemeinen kostengünstig ist, müssen die Tankstellen strengere Bedingungen für die Überwachung und Einhaltung der Vorschriften erfüllen, wodurch sich die Betriebskosten erhöhen können.

Kosten, insbesondere wenn spezifische Infrastrukturänderungen erforderlich sind, wie z. B. Speicherkapazitäten.

Option 3: 100 % digitales Kraftstoffverfolgungssystem vom Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)

Die digitale Kraftstoffverfolgung (DFTS) mit einem digitalen Handshake ermöglicht eine umfassende Verfolgung und Überwachung der Einhaltung der Kraftstoffvorschriften und unterstützt das Ziel der EU, nur noch CNF zu tanken. Durch die Nutzung vorhandener Daten in der Kraftstoffversorgungsinfrastruktur, den Tankstellen und den Fahrzeugen kann DFTS mit minimaler Verzögerung und geringen Kosten eingeführt werden.

Vorteile:

- 1. Verfügbarkeit der Technologie und schnelle Implementierung:** DFTS kann schnell eingeführt werden, indem die bestehenden Datennetzwerke der meisten Tankstellen genutzt werden (z. B. für Transaktionen, Bestandsmanagement und Analysen). Da für vernetzte Fahrzeuge keine neue Hardware erforderlich ist, kann DFTS schnell und mit minimaler Einrichtung eingeführt werden, sofern die behördliche Genehmigung vorliegt. Diese Lösung kann sofort nach der Genehmigung durch die Europäische Kommission in die Praxis umgesetzt werden.
- 2. Kosteneffizienz:** Das DFTS bietet einen kosteneffizienten Ansatz. Die Skalierbarkeit des Systems ist hoch, und seine Kompatibilität mit der vorhandenen Infrastruktur senkt die Implementierungskosten.
- 3. Benutzerfreundlichkeit und hohe Kundenakzeptanz:** Der Tankvorgang bleibt für den Endkunden unverändert, was die Akzeptanz bei den Verbrauchern erhöht. Auch die Bezahlvorgänge könnten über den digitalen Handshake vereinfacht werden, und das System kann automatisch regionalspezifische Steuersätze anwenden, was den Komfort erhöht.
- 4. Datensicherheit und Compliance:** DFTS

verwendet ein sicheres, verschlüsseltes Datenraumkonzept, um die zwischen den Beteiligten ausgetauschten Daten zu verwalten und die Einhaltung der EU-GDPR zu gewährleisten. Die Anonymität der Daten wird auf der OEM-Ebene gewahrt, und es werden nur nicht GDPR-relevante Daten mit DFTS ausgetauscht. Dieser Ansatz schützt die Privatsphäre der Nutzer und stellt gleichzeitig die für die Einhaltung der Vorschriften erforderlichen Daten bereit.

Außerdem kennt der DFTS-Tankmonitor den Tankvorgang des Fahrzeugs, so dass eine eventuelle Latenz der Verbindung nicht zu einem Verlust von Tankdaten führt. Sie kann korrigiert werden, nachdem sich die Verbindung wieder stabilisiert hat. Durch die Implementierung eines solchen Mechanismus sorgt das DFTS dafür, dass kein Schlupf im Gesamtsystem entsteht, z.B. wenn bei fehlender Datenverbindung konventionell statt CNF getankt wird.

5. Verbesserte Überwachungs- und Flexibilitätsmechanismen: DFTS ermöglicht mehrere Fahrzeugreaktionen (z. B. Leistungsreduzierung, Kilometerschwellen oder Strafmeldungen) auf der Grundlage der Einhaltung von Vorschriften. Diese Flexibilität unterstützt maßgeschneiderte Anreizmaßnahmen auf der Grundlage gesetzlicher Vorschriften und bietet den Fahrern transparente Informationen über den Systemstatus und etwaige Sanktionen. Die Fahrer werden über verdächtige Tankvorgänge benachrichtigt, was volle Transparenz ermöglicht.

6. Geofencing-Fähigkeit bei gesetzlichen Vorschriften: Das DFTS-System kann den Betankungsmonitor deaktivieren, wenn das Fahrzeug die EU verlässt, so dass der Betrieb außerhalb regulierter Gebiete möglich ist. Dies gewährleistet die Einhaltung der Vorschriften innerhalb der EU und bietet gleichzeitig Flexibilität für grenzüberschreitende Fahrten.

7. Zukunftssichere und skalierbare Anwendungen: DFTS ermöglicht die Anrechnung von kohlenstoffreduziertem Kraftstoff in der Nachhaltigkeitsberichterstattung ab 2026. Es unterstützt auch die flexible Skalierbarkeit der CNF-Produktion, die durch eine partielle Anreizgesetzgebung gesteuert werden kann, die die CNF-Nachfrage schrittweise erhöht, während das Angebot steigt.

Benachteiligungen:

1. **Anfälligkeit für Datenlatenz und Übertragungsfehler:** Das DFTS-System beruht auf einer Datenübertragung in Echtzeit, was es anfällig für Verzögerungen oder Ausfälle macht, die die Zuverlässigkeit des Systems beeinträchtigen könnten. Unverzögliche Reaktionszeiten sind von entscheidender Bedeutung in Fällen, in denen gesetzlich vorgeschriebene Handlungen zeitkritisch sind. Diese **V e r z ö g e r u n g** könnte Risiken für die Einhaltung der Vorschriften mit sich bringen oder die Systemkosten für schnelle Reaktionen erhöhen, die in den heutigen Systemen normalerweise nicht implementiert sind.
2. **Anfälligkeit für Systemausfälle:** Wie alle digitalen Systeme ist auch das DFTS anfällig für Fehler in der Hardware und Software. Jegliche Unterbrechung der Datenübertragung könnte die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften beeinträchtigen, was zu Komplikationen bei der Durchsetzung von Strafen für die Kraftstoffnutzung oder Rückstellungsverfahren führen kann. Um dies zu vermeiden, muss das DFTS, wie alle digitalen Systeme, mehrere Trustcenter-Ansätze verwenden, um sicherzustellen, dass die Daten im Falle eines Systemausfalls wiederhergestellt werden können.
3. **Herausforderungen in Bezug auf den Datenschutz und die Einhaltung der GDPR:** Das System generiert erhebliche Mengen an Daten über das Tankverhalten von Fahrzeugen, was Bedenken hinsichtlich der GDPR aufwirft. Obwohl die Daten anonymisiert und von den OEMs gehandhabt werden, kann ein Gleichgewicht zwischen dem Schutz der Privatsphäre der Nutzer und dem Nutzen der Daten strenge Datenverwaltungspraktiken erfordern, um die GDPR-Vorschriften einzuhalten.
4. **Einschränkung der Flexibilität bei der grenzüberschreitenden Betankung:** Wenn das DFTS ohne regulatives Geofencing implementiert wird, kann die Überwachung des DFTS die Nutzer daran hindern, außerhalb der EU mit Nicht-CNFs zu tanken. Während das regulative Geofencing das DFTS bei Verlassen der EU deaktivieren kann, könnte ein Versäumnis, dies zu tun, die grenzüberschreitende Funktionalität einschränken.
5. **Begrenzte Infrastrukturverfügbarkeit in der Anfangsphase:** Obwohl DFTS eine weitgehend vorhandene Infrastruktur nutzt, kann es an einigen Tankstellen an

in der Einführungsphase die notwendige Verbindung zum Internet herzustellen.

Voraussetzungen für die Umsetzung:

1. **Zuverlässige Datenverbindung zwischen Tankstellen und zentralem Host:** Die meisten Tankstellen verfügen bereits über Datenverbindungen für Transaktionen und Analysen, aber DFTS erfordert eine kontinuierliche Internetverbindung, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten.
2. **Qualifizierte Tankstellen:** Die Tankstellen müssen Konnektivitäts- und Konformitätsstandards erfüllen, um effektiv mit dem DFTS-System zu interagieren. Sie sollten in der Lage sein, einen Datenaustausch in Echtzeit zu ermöglichen.
3. **Gesetzliche Definition der Durchsetzung von Sanktionen:** Um die Einhaltung des DFTS zu gewährleisten, sind klare Richtlinien für die Durchsetzung von Sanktionen erforderlich. Zu den Optionen gehören die Reaktion der Fahrzeuge auf Verstöße, die direkte strafrechtliche Verfolgung mit Geldstrafen, die Benachrichtigung der Regulierungsbehörden oder die Meldung an die Inspektionsorgane.

Option 4: Hybrider Ansatz - stromaufwärts: Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - Nachgelagert: DFTS mit digitalem Handshake.

Vorteile:

Dieser Hybrid-Ansatz ermöglicht einen teilweisen Anreiz zur schrittweisen Erhöhung des Kraftstoffbedarfs je nach Kraftstoffangebot. Die Kunden können jedoch nur steuern, indem sie abwechselnd CNF und fossile Kraftstoffe tanken. Die Strafanzeige ist auch möglich, wenn der falsche Kraftstoff verwendet wurde oder ein Manipulationsverdacht besteht. Die Betankungshistorie kann auch im Fahrzeug gespeichert werden.

Regulatorisches Geofencing und Flexibilität

Mechanismen können ebenfalls relativ einfach implementiert werden. Verschiedene Fahrzeugreaktionen, wie z.B. Leistungsreduzierung, km-Schwelle zum Abstellen des Motors, sind allein in Abhängigkeit von gesetzlichen Vorgaben möglich.

Bereits ab 2026 könnte der Fahrer für die Nachhaltigkeitsberichterstattung abwechselnd CNF und fossile Kraftstoffe tanken. Ab 2035 ist keine abwechselnde Betankung mehr vorgesehen, aber ein teilweiser Anreiz ist bereits vor 2035 möglich.

Das System bietet eine hohe Flexibilität in Bezug auf die Anzeige von Strafen, und der Fahrer kann leicht über verdächtige Tankvorgänge informiert werden, hat volle Transparenz über mögliche verdächtige Vorgänge und Strafen und kann das Fahrzeug in Notfällen selbstständig fahren und betanken. Bei Fahrten außerhalb der EU kann diese Lösung den Fuelling Monitor deaktivieren, wenn das regulierte EU-Gebiet verlassen wird. Die fahrzeuginterne Überwachung der Kriterien des Flexibilitätsmechanismus ist möglich und kann transparente Informationen über den Fahrer liefern, einschließlich des aktuellen Systemstatus und möglicher Gegenmaßnahmen.

Benachteiligungen:

Dieser Multioptionsansatz könnte sowohl Investitionen als auch die entsprechenden Wartungskosten für die Tankstellen erforderlich machen. Da der Sensor keine Entscheidung über das Mischungsverhältnis zulässt, können Mischungen zwischen CNF und fossilem Kraftstoff nicht vom System verarbeitet werden. Eine Herausforderung wird auch das Anbringen eines zusätzlichen Detektors an der Zapfpistole sein, um Informationen an die Seitensteuerungen zu liefern, die den Kraftstoff nachrüsten können. Insbesondere in der Hochlaufphase kann ein Flexibilitätsmechanismus nicht über das Mischungsverhältnis entscheiden.

Die vorgeschlagene Lösung, die sich auf Kraftstoffmarker und Sensoren stützt, ist für bestimmte Kraftstoffe möglicherweise nicht durchführbar, was die Wahlmöglichkeiten der Nutzer einschränkt. Insbesondere kann darauf hingewiesen werden, dass die Unmöglichkeit, Drop-in-Kraftstoffe zu verwenden, die Wahlmöglichkeiten der Nutzer einschränken könnte. Bei gasförmigen Kraftstoffen nimmt die Wirksamkeit dieser Marker ab, wenn die chemische Zusammensetzung

Zusammensetzung identisch ist. Die Einführung eines solchen Systems würde strengere Anforderungen und Bedingungen für Tankstellen erfordern. Obwohl technisch machbar, könnten die damit verbundenen Kosten erheblich sein.

Die Kunden können bei der Wahl der Verkaufsstellen eingeschränkt sein, da die Hardware-Infrastruktur nicht an jeder Verkaufsstelle verfügbar ist, insbesondere in der Einführungsphase. Darüber hinaus bleiben die individuellen Herausforderungen wie Konnektivität und Latenzzeit sowie die Einschränkungen für gasförmige Kraftstoffe bei dieser Option bestehen.

Darüber hinaus ergeben sich Nachteile für die digitale Verbindung wie in Option 3 beschrieben.

Option 5: Fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion

Vorteile:

- Erhöhte Kraftstoffsicherheit:** Die bordeigene Erkennungsfunktion stellt zuverlässig sicher, dass nur CNF verwendet werden, und schützt so vor der versehentlichen oder unbefugten Verwendung herkömmlicher fossiler Kraftstoffe. Dies sichert sowohl die Umweltvorteile als auch potenzielle Steuervergünstigungen im Zusammenhang mit der Verwendung von CNF.
- Minimale Anforderungen an die Infrastruktur:** Dieses Erkennungssystem erfordert keine neuen Investitionen oder Änderungen an den Tankstellen, die lediglich zertifizierte CNF-konforme Kraftstoffe liefern müssen. Für die Kunden bedeutet dies minimale Unterbrechungen, da sich die Technologie nahtlos in die bestehende Tankstelleninfrastruktur einfügt.
- Kosteneffizienz und schnelle Implementierung:** Da die Technologie bestehende Motormanagementsysteme nutzt, ohne neue Hardware zu erfordern, ist die Erkennungsfunktion relativ kostengünstig und kann schnell implementiert werden. Dadurch werden zusätzliche Herstellungskosten reduziert und die Erschwinglichkeit für den Kunden erhöht.

4. **Schutz von Privatsphäre und Sicherheit:** Durch die fehlende Datenverbindung und die cloudbasierte Verfolgung bleibt die Privatsphäre der Kunden gewahrt, während die geringe Anfälligkeit des Systems für Cyber-Bedrohungen vor Manipulationen oder Betrug schützt. Die Kunden profitieren von einem sicheren und manipulationssicheren Kraftstoffmanagementsystem.

5. **Kompatibilität mit älteren Fahrzeugen:** Es besteht die Möglichkeit, bestehende Fahrzeuge nachzurüsten, so dass eine breitere Flotte die CNF-Vorschriften erfüllen kann. Dies könnte eine schnellere Einführung von CNF fördern, ohne dass die Kunden in neue Fahrzeuge investieren müssen.

Benachteiligungen:

1. **Eingeschränkte grenzüberschreitende Funktionstüchtigkeit:** Da das Erkennungssystem auf Nicht-CNF reagiert, indem es den Fahrzeugbetrieb einschränkt, kann es die Fahrzeugfunktionalität in Regionen einschränken, in denen CNF nicht weit verbreitet ist. Dies kann für Kunden, die außerhalb der EU unterwegs sind, unangenehm sein, da sie beim Betanken mit konventionellen Kraftstoffen im Ausland mit Leistungseinbußen oder Betriebsunterbrechungen rechnen müssen. Es gibt Flexibilitätsmechanismen, die diesen Nachteil ausgleichen können. Diese werden in Abschnitt 6.4 beschrieben.

2. **Eingeschränkte Flexibilität bei teilweiser Betankung:** Kunden können plötzliche Leistungseinschränkungen erfahren, wenn Teilbetankungen mit herkömmlichen Kraftstoffen erkannt werden, was die Flexibilität und Nutzbarkeit des Systems in Notbetankungssituationen einschränkt.

3. **Inkompatibilität mit Drop-in-Kraftstoffen und einigen Biokraftstoffen:** Je nach eingesetzter Bordtechnologie ist die Erkennungsfunktion möglicherweise nicht mit bestimmten erneuerbaren Kraftstoffen kompatibel, die chemisch den fossilen Kraftstoffen ähneln. Dies schränkt die Flexibilität bei der Kraftstoffauswahl ein, insbesondere in Regionen außerhalb der EU, in denen Biokraftstoffe möglicherweise leichter zugänglich sind.

4. **Möglicherweise erhöhter Wartungsaufwand:** Die Erkennungsfunktion könnte regelmäßige Inspektionen erfordern, um die Genauigkeit zu gewährleisten. Regelmäßige Sensorkontrollen wären notwendig, um sicherzustellen, dass das System die Kraftstoffarten korrekt und ohne Fehlanreize identifiziert.

5. **Höhere Fahrzeugkosten:** Obwohl das System auf bestehende Technologien zurückgreift, kann die Nachrüstung oder Aufrüstung von Fahrzeugmanagementsystemen zur Unterstützung der CNF-Erkennung die Anschaffungskosten für CNF-kompatible Fahrzeuge erhöhen. Dies könnte für einige Kunden eine finanzielle Belastung darstellen und die Erschwinglichkeit von Fahrzeugen beeinträchtigen. Es ist jedoch wichtig, dies zu relativieren, da die Kosten für die zusätzlichen Funktionen im Hinblick auf die Investitionskosten sehr gering sind, wahrscheinlich sogar geringer als die eines ESP/ABS-Systems, insbesondere im Vergleich zu den Gesamtkosten eines Fahrzeugs.

6. **Betriebliche Risiken durch Sensorfehlfunktionen:** Bei Fehlfunktionen des Erkennungssystems kann es zu unerwarteten Fahrzeugabschaltungen oder Leistungseinbußen kommen, was die Zuverlässigkeit beeinträchtigt. Wenn der Sensor fälschlicherweise Nicht-CNF erkennt, kann es zu Systemeinschränkungen kommen, selbst wenn CNF verwendet wird, was zu Unannehmlichkeiten für den Fahrer und Sicherheitsbedenken führt.

Was ist für die Option erforderlich?

Diese Option würde ein frühzeitig eingeführtes System erfordern, um einen Anreiz zu schaffen. Das Fahrzeug muss auch die aktuell getankte Kraftstoffmenge kennen und Falschbetankungsereignisse mit einer separaten Software speichern und melden. Zusätzlich muss eine behördliche Geofencing-Software implementiert werden, die in der Lage ist, das System außerhalb der EU zu schalten. Das Prüfverfahren für Inspektionen muss für verschiedene Messparameter pro Kraftstoff klar definiert werden.

Option 6: Fahrzeuginterner Kraftstoffmolekularsensor

Vorteile:

- Hohe Sicherheit bei der Erkennung des Kraftstofftyps:** Die NIR-Spektroskopie bietet eine zuverlässige Methode zur Identifizierung der Molekularstruktur des verwendeten Kraftstoffs und stellt sicher, dass nur zugelassene CNFs erkannt und verwendet werden. Diese Technologie gibt Fahrern und Aufsichtsbehörden die Gewissheit, dass das Fahrzeug vorschriftsmäßig betrieben wird.
- Keine zusätzlichen Anforderungen für Tankstellen:** Die Tankstellen müssen nur den richtigen Kraftstoff liefern, ohne dass zusätzliche Geräte oder Änderungen an ihrer Infrastruktur erforderlich sind. Die Verantwortung für die Überprüfung des Kraftstoffs liegt vollständig beim Fahrzeug, was die Abläufe an den Tankstellen vereinfacht.
- Sicherheit der Kraftstoffkonformität:** Das bordeigene NIR-System stellt sicher, dass nur CNF-konformer Kraftstoff verwendet wird und verhindert, dass unzulässiger oder falscher Kraftstoff in das Fahrzeug gelangt. Diese Maßnahme verbessert die Einhaltung von Vorschriften und verringert das Risiko einer Falschbetankung.
- Sofortige Verfügbarkeit und bereits homologiert:** Die Sensoren werden seit 2021 in Europa in Serie produziert und sind in einigen Ländern bereits von den gesetzlichen Behörden homologiert.
- Große Vielseitigkeit bei der Messung der Kraftstoffmenge oder der Teilbetankung:** Die eingebauten NIR-Sensoren sind darauf trainiert, viele verschiedene CNF aus fossilen Kraftstoffen von 0% bis 100% zu erkennen. Die Hinzufügung eines neuen Kraftstoff-Fingerabdrucks oder die Beschränkung auf CNF kann durch erneutes Flashen des Sensorspeichers aktualisiert werden.
- Mehr Flexibilität für Fahrer, die außerhalb der EU unterwegs sind:** Durch die Kopplung des Sensors mit der GPS-Lokalisierung ist es möglich, die

ise oder nicht die Verwendung von fossilen Kraftstoffen. Diese Option ist bereits für LEZ Bereich getestet, um niedrige Emissionen zu erkennen, erneuerbare und nicht-fossile Kraftstoffe zu betreten oder nicht im Stadtzentrum.

Benachteiligungen:

- Höhere Kosten und Wartungsbedarf:** Bei der NIR-Spektroskopie handelt es sich um eine hochentwickelte Technologie, die eine komplexe On-Board-Hardware erfordert, die die Fahrzeugkosten erheblich erhöhen könnte. Die Hinzunahme dieser Technologie erhöht auch die Produktionskosten und könnte CNF-Fahrzeuge für die Verbraucher teurer machen. Der Einbau dieser Technologie würde den Wartungsbedarf erhöhen.
- Geringere Flexibilität für Autofahrer, die außerhalb der EU unterwegs sind:** Die Verwendung von Nicht-CNF-Kraftstoffen außerhalb der EU kann für Autofahrer problematisch sein, da der Anreizmechanismus des Systems wahrscheinlich auch bei herkömmlichen Kraftstoffen aktiviert wird. Dies schränkt die Flexibilität der Reisenden ein und könnte zu unbeabsichtigten Einschränkungen bei internationalen Fahrten führen, insbesondere wenn CNF nicht verfügbar ist.
- Heute nur für flüssige Kraftstoffe:** die Technologie muss entwickelt werden (3 Jahre), um auch gasförmige CNF zu erkennen.
- Bedarf an einer zertifizierten und aktuellen CNF-Datenbank:** Die NIR-Spektroskopie zur Erkennung von Kraftstoffen ist auf eine umfangreiche Datenbank mit Kraftstoff-Fingerabdrücken angewiesen, deren Einrichtung und Pflege durch unabhängige Stellen einige Zeit in Anspruch nehmen kann.

Was ist für die Option erforderlich?

Diese Option wird bereits für CNF eingesetzt und ist in Frankreich für die Erkennung fossiler Kraftstoffe ab 2020 zertifiziert, und sie würde ein frühzeitig eingeführtes System erfordern, um Anreize zu schaffen. Zusätzliche regulatorische Geofencing-Software muss implementiert werden und in der Lage sein, die

des Systems außerhalb der EU. Das Prüfverfahren für die Inspektionen muss für die einzelnen Messparameter pro Kraftstoff eindeutig festgelegt werden. Die CNF-konforme Datenbank muss von einer Behörde zertifiziert und überwacht werden.

Option 7: Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle.

Vorteile:

- Direkte Verhinderung von Falschbetankung:** Dieses System umfasst ein Sperrventil, das verhindert, dass das Fahrzeug mit falschem Kraftstoff betankt wird, so dass keine Strafanzeigen mehr erforderlich sind. Dieser automatische Kraftstoffsperrmechanismus ist eine robuste Präventivmaßnahme zur Einhaltung der CNF-Vorschriften.
- Transparenz und Informationen für die Fahrer:** Das System kann die Fahrer über das Dashboard über verdächtige Tankvorgänge oder potenzielle Probleme informieren und bietet so volle Transparenz über den Systemstatus. Die Fahrer werden über die Einhaltung der Tankvorschriften informiert und können Gegenmaßnahmen in Echtzeit erkennen, was das Vertrauen in den Kraftstoffverbrauch stärkt.
- Flexibilitätsmechanismen:** Die bidirektionale Kommunikation des Systems ermöglicht flexible Reaktionen auf Anreize, die auf gesetzlichen Anforderungen beruhen und eine Reihe von Fahrzeugreaktionen umfassen können, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Diese Flexibilität kann vom bordeigenen System verwaltet werden, so dass es für verschiedene Compliance-Szenarien anpassbar ist.
- On-board-Überwachung des Systemstatus:** Das System überwacht kontinuierlich den Status der Kraftstoffkonformität und liefert umfassende Daten über den Kraftstofftyp, mögliche Manipulationen und ausgelöste Gegenmaßnahmen. Dieses hohe Maß an Überwachung stellt sicher, dass sowohl Benutzer als auch

Die Regulierungsbehörden haben Zugang zu detaillierten Informationen über die Einhaltung der Vorschriften.

- Verbesserte Compliance und Abrechnungsfähigkeit:** Durch den Datenaustausch in Echtzeit zwischen dem Fahrzeug und der Tankstelle können Hersteller und OEMs detaillierte Aufzeichnungen führen, die eine nachvollziehbare Historie der Kraftstofftransaktionen bieten. Dieses Maß an Verantwortlichkeit könnte die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und die Verfolgung der Kraftstoffintegrität verbessern. Ein besonderer Vorteil dieses Systems wäre die Online-Anbindung für Sicherheitsfunktionen im Falle einer Katastrophe oder höherer Gewalt. Im Falle einer Naturkatastrophe könnte das Ventil zentral über den Regler "over the air" entriegelt werden, so dass die Fahrzeuge im Falle einer Katastrophe eingesetzt werden könnten.

Benachteiligungen:

- Eingeschränkte Verwendbarkeit außerhalb der EU:** Aufgrund des Sperrventils können Fahrzeuge außerhalb der EU nicht betankt werden, wenn Nicht-CNF verwendet wird. Diese Einschränkung schränkt die Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs in Notfällen oder in Gebieten, in denen kein CNF verfügbar ist, ein und führt zu Unannehmlichkeiten für Grenzreisende. Es gibt Flexibilitätsmechanismen, die diesen Nachteil beheben können. Diese werden in Abschnitt 6.4 beschrieben.
- Höhere Kosten aufgrund von zusätzlicher Hardware:** Das System erfordert zusätzliche On-Board-Sensoren und Kommunikationshardware, wie NFC-, BLE- oder Wi-Fi-Module, was die Herstellungskosten des Fahrzeugs erhöhen kann. Diese zusätzliche Ausrüstung kann den Preis von CNF-kompatiblen Fahrzeugen erhöhen und ist möglicherweise nicht mit dem bestehenden Fuhrpark kompatibel.
- Anfälligkeit für Fehler bei der Datenübertragung:** Die Wirksamkeit des Systems hängt von der Datenübertragung in Echtzeit ab, die anfällig für technische Störungen, **Latenzen** oder Netzunterbrechungen sein kann. Jegliche Verzögerung oder Störung bei der Datenübertragung könnte zu Unterbrechungen führen

bei der Überwachung des Kraftstoffs und der Einhaltung der Vorschriften, was problematisch werden könnte, wenn ein strenger Zeitplan gesetzlich vorgeschrieben ist.

4. **GDPR-Konformität und Datenschutzbedenken:** Das System generiert und überträgt Daten über den Kraftstoffverbrauch und den Fahrzeugstatus, was gemäß der EU-Datenschutzgrundverordnung (GDPR) Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre der Nutzer aufwirft. Die OEMs wären für die Verwaltung und den Schutz dieser Daten verantwortlich, aber die Abwägung zwischen der Einhaltung des Datenschutzes und dem Nutzen der Daten kann eine sorgfältige Planung und Ressourcen erfordern.

5. **Mögliche Beschränkungen der Einzelhandelsinfrastruktur:** In der Anfangsphase verfügen möglicherweise nicht alle Tankstellen über die erforderliche Hardware und Software, um die bidirektionale Kommunikation mit Fahrzeugen zu unterstützen. Dies könnte die Wahlmöglichkeiten der Kunden beim Tanken einschränken, insbesondere in der Einführungsphase, bis die Infrastruktur auf breiter Basis verfügbar ist.

6. **Bedenken hinsichtlich der Datenlatenz:** Wenn das System für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften auf eine genaue Zeitangabe angewiesen ist (z. B. bei einem DFTS-System, das genaue Zeitstempel erfordert), könnten Verzögerungen bei der Datenübertragung Probleme bei der Einhaltung der Vorschriften verursachen. Diese Latenzschwachstellen könnten die Zuverlässigkeit der Maßnahmen zur Einhaltung der Kraftstoffvorschriften in gesetzlich vorgeschriebenen Szenarien beeinträchtigen.

Was ist für die Option erforderlich?

Um das System außerhalb der EU zu schalten, muss eine zusätzliche regulatorische Geofencing-Software implementiert werden. Um die Flexibilität zu erhöhen, muss konventioneller Kraftstoff zum Öffnen des Einfüllventils zugelassen werden. Auch die Strafverfolgung muss für diese Option noch definiert werden, einschließlich der direkten Strafverfolgung mit Geldstrafe, der Information der Behörden oder ob die Kontrollstelle die Strafe direkt durchsetzen kann.

Option 8: Ausschließliche Versorgung des EU-Marktes mit CNF

Diese Option wird für ein zukünftiges Jahr, sicherlich nach 2035, beschrieben und geprüft. Realistischerweise geht es darum, das Potenzial auszuloten, dass dies in einem längeren Zeitraum möglich sein könnte, um die Politik der EU zur Klimaneutralität zu unterstützen.

Vorteile:

1. **Vollständige Umstellung auf nachhaltige Kraftstoffe:** Die Beschränkung des Marktes auf CNF nach 2035 gewährleistet einen vollständigen Ausstieg aus fossilen Kraftstoffen in der EU und trägt damit direkt zur Erreichung der EU-Klimaziele und zur Dekarbonisierung des Altbestandes bei. Mit diesem Ansatz wird die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen beseitigt und ein bedeutender Fortschritt in Richtung Netto-Null-Emissionen erzielt.

2. **Vereinfachte Kraftstoffoptionen für die Verbraucher:** Die Verbraucher müssten nicht mehr zwischen fossilen Kraftstoffen und CNF wählen, was den Übergang vereinfachen würde. Bis 2035 würden alle Tankstellen in der EU nur noch CNF anbieten, was die Kraftstoffauswahl vereinfachen und zu einem einheitlicheren Tankerlebnis beitragen würde.

3. **Kompatibilität mit der derzeitigen Infrastruktur:** Die bestehende Kraftstoffinfrastruktur kann weitgehend unverändert bleiben. Da sich nur die Art des gelieferten Kraftstoffs ändert, sind keine umfangreichen Änderungen am Netz erforderlich, so dass die mit einer neuen Infrastruktur verbundenen Kosten und Unterbrechungen vermieden werden.

4. **Möglichkeit der Verwendung von konventionellem Kraftstoff außerhalb der EU:** Obwohl nur CNF innerhalb der EU verkauft werden würde, könnten Fahrzeuge, die für den Einsatz von CNF ausgelegt sind, bei Bedarf auch außerhalb der EU mit konventionellem Kraftstoff betrieben werden. Diese Flexibilität unterstützt den grenzüberschreitenden Verkehr, ohne dass Änderungen erforderlich sind, um beide Kraftstoffarten zuzulassen.

5. Keine zusätzlichen Inspektionsanforderungen: Da nur CNF zur Verfügung steht, bleiben die Fahrzeuginspektionsverfahren unverändert, was die Anforderungen an die Einhaltung der Vorschriften vereinfacht. Diese Konsistenz sorgt dafür, dass die

regulatorischen Prozesse sowohl für die Verbraucher als auch für die Kfz-Prüfstellen überschaubar bleiben.

Benachteiligungen:

1. Fehlende Anreize während der Umstellungsphase: Derzeit gibt es weder für Kunden noch für Tankstellen starke Anreize, auf CNF umzusteigen, wenn konventionelle Kraftstoffe noch verfügbar sind. Ohne zusätzliche Anreize oder Vorschriften könnten viele den Umstieg auf CNF bis zum endgültigen Ausstieg hinauszögern, was die anfängliche Akzeptanz von CNF verlangsamen würde.

2. Mögliche Versorgungsprobleme bei Fahrten außerhalb der EU: Wenn CNF-Fahrzeuge regelmäßig außerhalb der EU unterwegs sind, könnten die Fahrer in Regionen, in denen CNF nicht ohne Weiteres verfügbar ist, auf Schwierigkeiten beim Tanken von kompatiblen Kraftstoffen stoßen. Dies könnte dazu führen, dass Reisende sorgfältig planen müssen oder riskieren, dass der Zugang zu kompatiblen Kraftstoffen in Nicht-EU-Ländern eingeschränkt wird.

3. Marktanpassung und Preisvolatilität: Der erzwungene Übergang zu CNF bis zu einem bestimmten Datum würde zu Schwankungen bei den Kraftstoffpreisen führen, wenn sich der Markt anpasst. Wenn Anbieter fossiler Kraftstoffe aus dem Markt ausscheiden, könnten die Anfangskosten

für CNF aufgrund von Angebots- und Nachfrageverschiebungen vorübergehend steigen, was sich auf die Verbraucher auswirken würde.

4. Abhängigkeit von erfolgreichem CNF-Ramp-up: Die reibungslose Umstellung auf CNF hängt von einem erfolgreichen Hochfahren der CNF-Produktion, des Vertriebs und der Versorgung ab. Jegliche Verzögerung beim Ausbau der CNF-Produktion könnte zu Lieferengpässen führen, die den Kraftstoffmarkt stören und den Verbrauchern Unannehmlichkeiten bereiten würden.

Option 9: Massenbilanzierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug

Vorteile:

1. Hohe Flexibilität und Skalierbarkeit: Das Massenbilanz- oder erweiterte Book-and-Claim-System bietet Flexibilität für CNF-Lieferanten und -Kunden und ist daher hoch skalierbar. Dieser Ansatz vereinfacht den Implementierungsprozess und kommt der bestehenden Flotte ohne zusätzliche Komplexität zugute.

2. Kostengünstige Einstiegshürde: Dieses System hat nur minimale Auswirkungen auf die Kosten der CNF-Fahrzeuge für die Kunden. Da der Massenausgleich innerhalb des bestehenden Kraftstoffverteilungsnetzes funktioniert, wird die bestehende Infrastruktur genutzt, was die Kosten niedrig hält und den Bedarf an neuen Anlagen oder Technologien reduziert.

3. Positive Auswirkungen auf den bestehenden Fuhrpark: Der Massenausgleich ist mit bestehenden Fahrzeugflotten kompatibel, d. h. in den meisten Fällen sind keine zusätzlichen Modifikationen oder Technologien erforderlich. Die Fahrzeuge können außerhalb der EU weiterhin mit konventionellem Kraftstoff betrieben werden, was den internationalen Einsatz ohne zusätzliche Anpassungen möglich macht.

4. Leichte Implementierung und große Netzabdeckung: Das System kann schnell und zuverlässig in die bestehenden Vertriebsnetze implementiert werden. Dies stellt sicher, dass die Kunden einen breiten Zugang zu CNF haben, ohne

dass separate Lieferketten erforderlich sind, und bietet eine nahtlose Erfahrung im gesamten Kraftstoffnetz.

5. Geringere Umwelt- und Logistikkosten: Der Massenausgleich minimiert die Logistikkosten, da CNF nicht mehr zu jeder Tankstelle transportiert werden muss. Dieser Ansatz reduziert die damit verbundenen Emissionen und den logistischen Aufwand und trägt so zu einem geringeren ökologischen Fußabdruck bei.

6. **Vermeidet Komplexität in Fahrzeugen:** Da der CNF-Verbrauch über Industriekabel und nicht über Fahrzeugsensoren erfasst wird, besteht kein Bedarf an komplexer On-Board-Sensortechnik. Dies senkt die Fahrzeugkosten und macht häufige Inspektionen im Zusammenhang mit der CNF-Konformität überflüssig.

7. **Verantwortung der Industrie vor Belastung der Verbraucher:** Die Verantwortung für die Einhaltung der CNF-Vorschriften liegt bei der Kraftstoffindustrie und nicht beim einzelnen Verbraucher. Dadurch wird die Verantwortung der Verbraucher verringert und sichergestellt, dass die CNF-Anforderungen systematisch und ohne individuelle Maßnahmen erfüllt werden.

8. **Erfolgreiche Umsetzung für die Entwicklung von Ökostrom:** Dieser Ansatz könnte für eine beschleunigte Einführung von CO₂-neutralen Kraftstoffen übernommen werden.

Benachteiligungen:

1. **Fehlen von verbrauchsabhängigen Strafen und Kompensationen, wenn nicht mit einem DFTS kombiniert:** Da der individuelle Kraftstoffverbrauch nicht direkt rückverfolgbar ist, ist es schwierig, Strafen oder Ausgleichsmechanismen auf der Grundlage des tatsächlichen CNF-Verbrauchs einzuführen. Es gibt keine Möglichkeit festzustellen, ob ein bestimmter Verbraucher CNF verwendet, was die Rechenschaftspflicht auf der Ebene der Nutzer einschränkt.

2. **Keine physische Rückverfolgbarkeit:** Bei der Massenbilanzierung gibt es keine direkte physische Rückverfolgbarkeit von CNF, da das System die Mengen auf Papier oder elektronisch und nicht durch physische Trennung verfolgt. Dies kann es schwierig machen, die Verwendung von CNF auf granularer Ebene zu überprüfen. Dies erfordert zusätzliche Maßnahmen.

3. **Zertifizierungs- und Prüfungserfordernisse:** Um die Integrität des Systems zu gewährleisten, sind Zertifizierung, detaillierte Aufzeichnungen und regelmäßige Audits erforderlich. Dies erhöht den regulatorischen und administrativen Aufwand für die Kraftstoffindustrie, um

genaue und transparente Aufzeichnungen zu führen.

4. **Risiko von Betrug und Greenwashing, wenn nicht mit einem DFTS kombiniert:** Das Fehlen einer physischen Rückverfolgbarkeit wirft potenzielle Bedenken hinsichtlich Betrug und Greenwashing auf. Ohne strenge Kontrollen besteht die Gefahr, dass einige Unternehmen die Verwendung von CNF falsch darstellen und damit das Vertrauen der Verbraucher in die ökologischen Vorteile des Systems untergraben.

Option 10: Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB

Vorteile:

1. **Fokus auf den Endnutzer:** Das System überträgt die Verantwortung für die Einhaltung der Vorschriften und die Überwachung auf das Fahrzeug und seinen Betreiber, so dass Tankstellen keine komplexen Anreizsysteme mehr verwalten müssen. Das System ist auf die EU beschränkt, was die administrativen Herausforderungen für die Tankstellen begrenzt. Dieser Ansatz vereinfacht den Tankstellenbetrieb und gibt den Fahrzeugnutzern eine direkte Kontrolle über die Einhaltung der Vorschriften.

2. **Anzeige von Strafen:** Das System kann bei bestimmten Verstößen, wie z. B. falscher Kraftstoffverbrauch, fehlende CNF-Zertifikate oder Anzeichen von Manipulationen, Sanktionen erkennen und anzeigen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Endnutzer sich ihrer Verstöße bewusst sind und korrigierende Maßnahmen ergreifen können. Durch die unmittelbare Rückmeldung zu Compliance-Problemen schafft das System Vertrauen und unterstützt die Durchsetzung.

3. **Speicherung der Betankungshistorie:** Das Fahrzeug kann eine vollständige und sichere Aufzeichnung aller Betankungsvorgänge führen. Diese Historie kann eingesehen werden, um die Einhaltung der Vorschriften zu überprüfen, die Nachhaltigkeitsberichterstattung zu unterstützen oder im Falle von Streitigkeiten Beweise zu liefern. Diese Funktion erhöht die Transparenz und vereinfacht die Überwachung durch die Aufsichtsbehörden.

4. **Kompatibilität mit Inducement Systemen:** Das System unterstützt verschiedene, auf die gesetzlichen Anforderungen zugeschnittene Fahrzeugreaktionen. So können zum Beispiel Leistungsreduzierungen, Kilometerschwellen oder Motorstillstände bei Verstößen gegen die Vorschriften ausgelöst werden. Diese Flexibilität stellt sicher, dass sich das System an unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen anpassen kann und gleichzeitig die Effektivität bei der Förderung der CNF-Nutzung beibehält.
5. **Virtuelle CNF-Gutschriften für die Nachhaltigkeitsberichterstattung:** Autofahrer können virtuelle CNF-Gutschriften nutzen, die es ihnen ermöglichen, den Kraftstoffverbrauch mit Nachhaltigkeitszielen in Einklang zu bringen. Beispielsweise könnte ein gesetzlicher Rahmen vorschreiben, dass anfangs 50 % des Kraftstoffs durch Massenausgleich kompensiert werden müssen, wobei bis 2035 die vollständige Kompensation durchgesetzt wird. Dieser Ansatz fördert die zunehmende Akzeptanz und schafft gleichzeitig eine Rechenschaftspflicht für Nachhaltigkeitsziele. Virtuelle Gutschriften bieten auch die Möglichkeit, Nachhaltigkeit in digitale Anwendungen oder Berichtsplattformen zu integrieren.
6. **Vorschriftsmäßiges Geofencing:** Das System umfasst Geofencing-Funktionen, um die Einhaltung von Vorschriften je nach Standort des Fahrzeugs zu verwalten. So kann der Fuel Monitor beispielsweise deaktiviert werden, wenn das Fahrzeug außerhalb der EU-Grenzen unterwegs ist, so dass der Benutzer ohne Einschränkungen tanken kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Fahrzeug bei grenzüberschreitenden Fahrten voll einsatzfähig bleibt und gleichzeitig die Vorschriften innerhalb der EU-Grenzen eingehalten werden.
7. **Transparenz für den Fahrer:** Das On-Board-Monitoring-System liefert dem Fahrer klare, zeitnahe Informationen. Dazu gehören der aktuelle Systemstatus, der Konformitätsgrad und die bei Verstößen ausgelösten Gegenmaßnahmen. Indem das System die Fahrer auf dem Laufenden hält, fördert es die proaktive Einhaltung der Vorschriften und verringert die Wahrscheinlichkeit einer versehentlichen Nichteinhaltung. Die Transparenz trägt auch dazu bei, Vertrauen in das System zu schaffen, was die Akzeptanz bei den Nutzern erhöht.
8. **Potenzial für die Nachrüstung älterer Fahrzeuge:** Die Entwicklung von nachrüstbaren FUB-Geräten könnte die Integration des Massenausgleichs in ältere Fahrzeugflotten ermöglichen. Durch die Bereitstellung kosteneffizienter Nachrüstooptionen könnte das System seine Reichweite erweitern und die Einhaltung der Vorschriften bei älteren Fahrzeugen sicherstellen, die ansonsten ausgeschlossen wären. Diese Strategie unterstützt einen reibungsloseren und umfassenderen Übergang zu CNF.
9. **Integration mit vernetzten Diensten:** Das FUB-System könnte in vernetzte Dienste integriert werden, z. B. in die Armaturenbretter von Fahrzeugen oder in mobile Anwendungen. Die Fahrer könnten diese Plattformen nutzen, um die Einhaltung der Vorschriften zu überwachen, CNF-Gutschriften zu verwalten und in Echtzeit auf Zertifikate zuzugreifen. Diese Tools könnten auch die Verwaltungsprozesse vereinfachen und das System benutzerfreundlicher und attraktiver für die Verbraucher machen.
10. **Anreize für eine frühzeitige Einführung:** Finanzielle Anreize, wie z.B. reduzierte Steuern auf CNF-kompatible Fahrzeuge, ermäßigte Kraftstoffpreise oder Subventionen für den Einbau von FUB-Geräten, könnten die frühzeitige Einführung fördern. Dies würde den Übergang zu CNF beschleunigen und gleichzeitig die Vorlaufkosten für die Einhaltung der Vorschriften für die Endnutzer senken.

Benachteiligungen:

1. **Kosten für die Fahrzeugausrüstung:** Jedes Fahrzeug muss mit einem Fuel Usage Balancing (FUB)-Gerät ausgestattet sein. Diese Hardwareanforderung erhöht die Anschaffungskosten der Fahrzeuge.
2. **Größere Verantwortung für die Fahrer:** Das System verlagert die Verantwortung für die Verwaltung der CNF-Bescheinigungen auf die Fahrzeugführer. Die Fahrer müssen ihre Verpflichtungen zur Einhaltung der Vorschriften verstehen und erfüllen, einschließlich der Führung genauer Aufzeichnungen und der Behebung von Strafen.

3. Potenzial für Zertifizierungsbetrug: Ohne robuste Audit- und Verifizierungssysteme besteht das Risiko, dass CNF-Zertifikate gefälscht oder manipuliert werden. Betrügerisches Verhalten könnte die Integrität des Systems untergraben und das Vertrauen von Verbrauchern und Interessengruppen schwächen. Strenge Zertifizierungsprotokolle und Überwachungsmechanismen werden erforderlich sein, um diese Herausforderung zu bewältigen.

4. Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der Infrastruktur: Der Erfolg des Systems hängt von der allgemeinen Verfügbarkeit einer kompatiblen Infrastruktur ab, wie z. B. einer zuverlässigen CNF-Versorgung, Geofencing-Systemen und Verifikationsplattformen. Jegliche Verzögerung bei der Einrichtung dieser Infrastruktur könnte die Akzeptanz und die Wirksamkeit des Systems beeinträchtigen.

Option 11: Kombiniertes Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake

Zusätzlich zu den unter Option 9 genannten Vorteilen bietet die kombinierte Option Folgendes

Vorteile:

1. Flexibilität: Die Option ermöglicht einen teilweisen Anreiz zur schrittweisen Erhöhung der Kraftstoffmenge je nach Kraftstoffangebot. Der Fahrer könnte virtuelle CNF-Gutschriften für die Nachhaltigkeitsberichterstattung verwenden, z. B. wenn vereinbart wird, dass 50 % der Kraftstoffbefüllung nur durch Massenausgleich kompensiert werden dürfen. Die volle Kompensation könnte bis 2035 aktiviert werden. Aufgrund des Massenausgleichs können die Kunden jedoch nur durch virtuelle CNF-Gutschriften steuern.

2. Hohe Flexibilität und Skalierbarkeit: Das Kombinierte - Upstream: Massenbilanzierung - Downstream: DFTS w/ Digital Handshake System bietet Flexibilität für CNF-Lieferanten und -Kunden und macht es hoch

skalierbar. Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit, den Fahrzeugbetrieb zu überwachen und das Anreizsystem zu aktivieren, und vereinfacht den Implementierungsprozess, so dass die bestehende Flotte ohne zusätzliche Komplexität davon profitiert. Die Historie der Betankung kann im Fahrzeug gespeichert werden.

3. Kostengünstige Einstiegshürde: DFTS bietet einen kostengünstigen Ansatz, da keine Nachrüstung von Fahrzeugen oder Tankstellen erforderlich ist. Die Skalierbarkeit des Systems ist hoch, und seine Kompatibilität mit der bestehenden Infrastruktur senkt die Implementierungskosten.

4. Verfügbarkeit der Technologie und schnelle Implementierung: DFTS kann schnell eingeführt werden, indem die bestehenden Datennetzwerke der meisten Tankstellen genutzt werden (z. B. für Transaktionen, Bestandsmanagement und Analysen). Da für vernetzte Fahrzeuge keine neue Hardware erforderlich ist, kann DFTS schnell und mit minimaler Einrichtung eingeführt werden, sofern die behördliche Genehmigung vorliegt. Diese Lösung ist bereit für den Einsatz im Feld, sobald sie von der Europäischen Kommission genehmigt wurde. Außerdem ist der Massenausgleich mit bestehenden Fahrzeugflotten kompatibel, so dass in den meisten Fällen keine zusätzlichen Änderungen oder Technologien erforderlich sind. Da der CNF-Verbrauch weitestgehend mit Hilfe von Industrieaufzeichnungen und nicht mit Hilfe von Fahrzeugsensoren verfolgt wird, besteht kein Bedarf an komplexen On-Board-Sensortechnologien. Dies senkt die Fahrzeugkosten und macht häufige Inspektionen im Zusammenhang mit der Einhaltung der CNF-Vorschriften überflüssig.

5. Leichte Implementierung, große Netzabdeckung und hohe Kundenaakzeptanz: Der Tankvorgang bleibt für den Endkunden unverändert, was die Akzeptanz für die Verbraucher erleichtert. Auch die Bezahlvorgänge können über den digitalen Handshüttler vereinfacht werden, und das System kann automatisch regionalspezifische Steuersätze anwenden, was den Komfort erhöht.

6. **Verbesserte Überwachungs- und Flexibilitätsmechanismen:** DFTS ermöglicht mehrere Fahrzeugreaktionen (z. B. Leistungsreduzierung, Kilometerschwellen oder Strafmeldungen) auf der Grundlage der Einhaltung von Vorschriften. Diese Flexibilität unterstützt maßgeschneiderte Anreizmaßnahmen auf der Grundlage gesetzlicher Vorschriften und bietet den Fahrern transparente Informationen über den Systemstatus und etwaige Sanktionen. Die Fahrer werden über verdächtige Tankvorgänge benachrichtigt, was volle Transparenz ermöglicht.

7. **Geofencing-Fähigkeit bei gesetzlichen Vorschriften:** Das DFTS-System kann die Tanküberwachung deaktivieren, wenn das Fahrzeug die EU verlässt, so dass ein normaler Betrieb außerhalb der regulierten Gebiete möglich ist. Dies gewährleistet die Einhaltung der Vorschriften innerhalb der EU und bietet gleichzeitig Flexibilität für grenzüberschreitende Fahrten.

Benachteiligungen:

Obwohl dieses System erhebliche Vorteile und Flexibilität für die Kunden bietet, gibt es einige inhärente Nachteile im Zusammenhang mit der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Tankstellen, die unter Option 3 beschrieben werden:

- Anfälligkeit für Datenlatenz und Ausfall der **Ü b e r t r a g u n g**
- Anfälligkeit für Systemausfälle
- Herausforderungen beim Datenschutz und der Einhaltung der GDPR
- Beschränkungen in **Grenzüberschreitend Flexibilität bei der Betankung**
- Anfänglich begrenzte Verfügbarkeit der Infrastruktur

64. Bewertungsoptionen für wirksame Anreizsysteme und Flexibilitätsmechanismen

Um die Anforderungen der EU an CO₂-neutrale Kraftstoffe (CNF) zu erfüllen, muss ein wirksames Anreizsystem zwei wesentliche Merkmale aufweisen:

1. **Betankungsmonitor:** Dieses System überwacht die Verwendung von CNF, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug ausschließlich mit CNF betankt wird.
2. **Anreizsystem:** Ein Mechanismus, der reagiert, wenn Nicht-CNF entdeckt wird, und die Einhaltung der Vorschriften durch verschiedene Reaktionen erzwingt.

Der derzeitige Vorschlag der Europäischen Kommission sieht ein strenges Anreizsystem vor, bei dem das Fahrzeug nicht starten darf, wenn ein Nicht-CNF erkannt wird. Für die praktische Umsetzung und die Kundenakzeptanz ist jedoch ein Flexibilitätsmechanismus unabdingbar. Flexibilität könnte durch die Anpassung von Ansätzen erreicht werden, die bereits in den EU7-Emissionsnormen diskutiert werden, wie z. B. Anreizsysteme für Diesel-SCR und OBM (On-Board Monitoring). Zu den Referenzen gehört der "DRAFT OBM Euro 7 LDV implementing act Annex III 12102023" des CLOVE-Konsortiums, der progressive Anreizmaßnahmen unterstützt.

Mögliche Anreize für Flexibilität

Die folgenden abgestuften Anreizstufen veranschaulichen mögliche Reaktionen, die je nach Einhaltung der Kraftstoffvorschriften an Schärfe zunehmen oder abnehmen können und auf den derzeit in der EU7 diskutierten Optionen beruhen - Standard:

- "Los": Ermöglicht den normalen Betrieb des Fahrzeugs mit einer positiven CNF-Bestätigung.

- "Verdächtig": In Fällen, in denen die Einhaltung der CNF-Vorschriften unklar ist (z. B. bei Verbindungsproblemen oder Notbetankung), kennzeichnet das System das Ereignis ohne sofortige Maßnahmen. Eine Strafe könnte später verhängt werden, wenn die Nicht-CNF-Verwendung bestätigt wird.
- "Warnung": Eine visuelle Warnung wird dem Fahrer angezeigt, wenn das System wiederholtes verdächtiges Verhalten feststellt und den Benutzer auffordert, CNF nachzufüllen.
- "Verbot Schritt 1": Zeigt eine Warnung an und schränkt die Nutzung innerhalb bestimmter Kilometer- oder Zeitgrenzen ein. Es ist ein Werkstatteingriff erforderlich, um die Tankhistorie zu überprüfen und das System zurückzusetzen.
- "No Go Schritt 2": Verhindert, dass das Fahrzeug nach dem Abstellen anspringt. Der Neustart ist begrenzt, bis das Fahrzeug von einer Werkstatt überprüft und zurückgesetzt wird. Optionen für das Anreizsystem in Bezug auf die Akzeptanz durch Kunden und Tankstellen

1. Fahrzeugbetrieb anhalten

- Beschreibung: Bei diesem Ansatz wird das Fahrzeug angehalten, wenn ein Nicht-CNF erkannt wird. Das Fahrzeug würde sofort nach der Erkennung von Nicht-CNF oder beim nächsten Motorstart anhalten, wenn die Erkennung bei ausgeschaltetem Motor erfolgt (z. B. beim Betanken). Dieser Ansatz steht im Einklang mit dem ursprünglichen Vorschlag der Europäischen Kommission.
- Vorteile: Diese Option erzwingt die strikte Einhaltung der CNF-Vorschriften und stellt sicher, dass das Fahrzeug nur innerhalb des gesetzlichen Rahmens betrieben werden kann.
- Herausforderungen: Ein abruptes Anhalten des Fahrzeugs, insbesondere auf der Straße, birgt erhebliche **S i c h e r h e i t s r i s i k e n**. Wenn das Fahrzeug beim nächsten Motorstart (z. B. nach einem Tankstopp) zum Stillstand kommt, kann der Fahrer das Fahrzeug möglicherweise nicht aus potenziell gefährlichen Bereichen, wie z. B. einer Tankstelle, entfernen. Dieser Einschränkung mangelt es auch an Flexibilität, was zu Unannehmlichkeiten für die Nutzer führen kann, die auf einen vorübergehenden CNF-Mangel stoßen.
- Wiederherstellung des Fahrzeugbetriebs: Die

Das Fahrzeug muss in der Werkstatt repariert werden, um den Betrieb wieder aufzunehmen.

- Benutzerakzeptanz: Sehr gering. Sicherheitsbedenken und die Unmöglichkeit, das Fahrzeug ohne CNF-Betankung zu nutzen, insbesondere außerhalb der EU, würden die Kunden wahrscheinlich davon abhalten, diese Option zu akzeptieren.

2. Progressive Verringerung der Fahrzeugleistung

- Beschreibung: Mit dieser Option wird die Fahrzeugleistung schrittweise reduziert, wenn CNF nicht nachgefüllt wird. So wird beispielsweise die Höchstgeschwindigkeit oder das Motordrehmoment des Fahrzeugs schrittweise reduziert, was die Fahrbarkeit und die Nutzbarkeit des Fahrzeugs einschränkt, wenn es nicht mit CNF betankt wird. Diese schrittweise Herbeiführung ermöglicht es den Nutzern, nach Hause zurückzukehren oder eine Tankstelle zu erreichen, wie es in einigen UNECE-Vorschriften vorgesehen ist, wenn Fahrzeuge aufgrund bestimmter, vom OBD-System erkannter Systemstörungen eine verminderte Leistung aufweisen.
- Vorteile: Dieser flexible Ansatz e r m ö g l i c h t Notfahrten und ist benutzerfreundlich, da er die Möglichkeit bietet, "nach Hause zu latschen", wenn eine CNF-Betankung nicht sofort verfügbar ist. Eine verringerte Fahrzeugleistung veranlasst die Nutzer, CNF nachzutanken, ohne die Nutzbarkeit vollständig zu beeinträchtigen.
- Herausforderungen: Wenn der Fahrer über einen längeren Zeitraum auf fossile Kraftstoffe angewiesen ist, kann die Leistung des Fahrzeugs erheblich beeinträchtigt werden, was zu Unannehmlichkeiten führen kann, wenn auch nicht so sehr, dass der Betrieb ganz eingestellt wird.
- Wiederherstellung des Fahrzeugbetriebs: Nach der Betankung mit CNF ist die volle Funktionsfähigkeit wiederhergestellt.
- Benutzerakzeptanz: Hoch. Die Nutzer haben weiterhin die Möglichkeit, das System in Notfällen zu nutzen, und der Ansatz ist weniger strafend als ein sofortiger Stopp. Die Akzeptanz wird auch dadurch gestärkt, dass Reisen außerhalb der EU ohne Sanktionen möglich sind.

3. Erlaubte Höchstkilometerleistung

- **Beschreibung:** Mit dieser Option wird eine Kilometergrenze festgelegt, ab der das Fahrzeug nicht mehr betrieben werden kann, bis es CNF nachgetankt hat. Diese Anweisung ist ähnlich aufgebaut wie bei AdBlue-Systemen in schweren Nutzfahrzeugen, wo bestimmte Kilometergrenzen gelten, wenn die Additive zur Einhaltung der Vorschriften niedrig sind. Nach Erreichen des festgelegten Kilometerstandes kann das Fahrzeug erst wieder starten, wenn es mit CNF betankt wurde.
- **Vorteile:** Durch die Festlegung einer eindeutigen Kilometerpauschale werden die Fahrer über die verbleibende Entfernung informiert, die sie ohne CNF zurücklegen können, so dass sie einen vorschriftsmäßigen Tankstopp planen können. Dieser gestaffelte Anreiz bietet Flexibilität und stellt gleichzeitig sicher, dass die Einhaltung der Vorschriften innerhalb einer bestimmten Entfernung gewährleistet ist.
- **Herausforderungen:** Für Fahrer, die keinen Zugang zu CNF haben, könnte die Einhaltung der Kilometergrenze eine zusätzliche Planung erfordern, um eine Nichteinhaltung zu vermeiden. Dieser Ansatz kann in Gebieten mit begrenzter CNF-Infrastruktur, in denen das Erreichen einer Tankstelle nicht immer möglich ist, restriktiv sein.
- **Wiederherstellung des Fahrzeugbetriebs:** Bei Überschreiten des Schwellenwerts ist ein Eingriff der Werkstatt erforderlich, um den Betrieb wiederherzustellen.
- **Benutzerakzeptanz:** Hoch. Die Fahrer schätzen die Kontrolle und die Vorankündigung der Kilometerlimits, die es ihnen ermöglichen, vorausschauend Entscheidungen über das Tanken zu treffen.

4. Finanzielle Verrechnung

Durch dieses Anreizsystem wird die Leistung des Fahrzeugs aufrechterhalten, während für die Nichtverwendung von CNF finanzielle Kosten anfallen. Es gibt zwei primäre finanzielle Kompensationsmöglichkeiten:

a) Bezahlung der Kohlenstoffemissionen (bei jeder Betankung)

- **Beschreibung:** Wenn das Fahrzeug eine Nicht-CNF-Nutzung feststellt, wird bei der nächsten Betankung eine zusätzliche Gebühr erhoben. Zum Beispiel, ein Aufpreis

könnte direkt an der Tankstelle oder als separate Kohlenstoffsteuer erhoben werden. Wird außerhalb der EU getankt, protokolliert das Fahrzeug den Verbrauch an fossilen Kraftstoffen und erhebt den Aufschlag bei der Wiedereinreise.

- **Vorteile:** Diese Methode schafft Anreize für die Verwendung von CNF, ohne den Betrieb der Fahrzeuge zu stören, und bietet den Nutzern Flexibilität. Darüber hinaus könnte die dynamische Preisgestaltung im Laufe der Zeit von der Nichtverwendung von CNF abschrecken, insbesondere durch die schrittweise Erhöhung der Gebühren bei wiederholter Nichteinhaltung.
- **Herausforderungen:** Erfordert fortschrittliche digitale Lösungen für Gebührenanpassungen in Echtzeit. Die digitale Preisgestaltung an Bahnhöfen kann eine Herausforderung sein, wenn die Bahnhöfe nicht in der Lage sind, die Preise in Echtzeit zu ändern, und die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften kann außerhalb der EU schwieriger sein.
- **Wiederherstellung des Fahrzeugbetriebs:** Nicht erforderlich.
- **Benutzerakzeptanz:** Mittleres Niveau. Finanzielle Sanktionen sind operativen Beschränkungen vorzuziehen, auch wenn sie die Kunden frustrieren können, wenn die Gebühren unerwartet anfallen.

b) Zahlung von Kohlenstoffemissionen (bei Fahrzeuginspektionen)

- **Beschreibung:** Das Fahrzeug verfolgt die Nicht-CNF-Nutzung, wobei die Kompensationsgebühren bei den regelmäßigen Fahrzeuginspektionen bewertet werden. Für Fahrzeuge, die außerhalb der EU betrieben werden, kann diese Option eine aufgeschobene Kompensationsgebühr bei der Wiedereinreise beinhalten. Digitale Tracking-Lösungen würden eine genaue Aufzeichnung der Nicht-CNF-Nutzung gewährleisten und die Berechnung der Ausgleichsgebühr bei der Inspektion erleichtern.
- **Vorteile:** Minimierung der unmittelbaren Kosten für die Nutzer, da sie die Ausgleichsgebühren bei vorher festgelegten Kontrollen zahlen können. Bietet Flexibilität für Langstreckenfahrten, und die Strafen sind im Laufe der Zeit proportional oder höher als bei einer Nicht-CNF-Nutzung.
- **Herausforderungen:** Verspätete Gebühren können unerwartet hoch sein, wenn sich die Nicht-CNF-Nutzung angehäuft hat, was zur Unzufriedenheit der Kunden führt, wenn dies nicht rechtzeitig mitgeteilt wird. Über eine digitale Lösung (DFTS) und die Tankhistorie könnte jedoch der aktuelle Zahlungsstatus im Armaturenbrett des Fahrzeugs verfügbar gemacht werden, um für den Kunden transparent zu sein.

und bei der nächsten Inspektion nicht überfordert.

- Wiederherstellung des Fahrzeugbetriebs: Nicht erforderlich.
- Benutzerakzeptanz: Gering. Während der Betrieb von Fahrzeugen nicht beeinträchtigt wird, können verspätete Strafen zu Frustration führen, wenn die Nutzer bei Kontrollen mit erheblichen Gebühren rechnen müssen.

65. Regulatorisches Geofencing

Das regulatorische Geofencing ist eine direkte Folge der Anreizsysteme, die gewählt wurden, um die Einhaltung der CNF-Anforderungen zu gewährleisten. Dies beeinflusst, wie Fahrzeuge außerhalb der EU-Grenzen funktionieren, und wirkt sich auf den Wiederverkaufswert von Gebrauchtfahrzeugen in Nicht-EU-Regionen aus.

Drei Hauptszenarien veranschaulichen die rechtlichen Geofencing-Optionen und ihre Auswirkungen auf die Nutzbarkeit von Fahrzeugen, die Durchsetzung und den möglichen Missbrauch außerhalb der EU:

Szenario 1: Einschränkung des Fahrzeugbetriebs außerhalb der EU

In diesem strengsten Szenario dürfen die Fahrzeuge nicht außerhalb der EU fahren, es sei denn, die Konformität mit CNF-Kraftstoffen kann in Nicht-EU-Regionen garantiert werden. Diese Option würde fortschrittliche Überwachungs- und Überprüfungsmechanismen erfordern, die sicherstellen, dass nur CNF-kompatible Kraftstoffe verwendet werden, unabhängig vom geografischen Standort.

- Vorteile: Dieser Ansatz gewährleistet die vollständige Einhaltung der EU-Normen und schließt das Risiko der Verwendung fossiler Kraftstoffe außerhalb der EU-Grenzen aus. Fahrzeuge, die in diesem Modus betrieben werden, können nur CNF verwenden, wodurch die EU-Klimaziele auch im Ausland eingehalten werden.
- Herausforderungen: Die strengen Beschränkungen für den Betrieb von Fahrzeugen außerhalb der EU könnten die Attraktivität des Marktes für bestimmte Nutzer einschränken. Darüber hinaus kann die Einhaltung der Vorschriften außerhalb der EU ein globales Netz von CNF-kompatiblen Tankstellen oder innovative Verfolgungs- und Validierungstechnologien erfordern.

Szenario 2: Zulassung der Verwendung von Nicht-KNF außerhalb der EU

In diesem Szenario steht es dem Fahrzeug frei, jeden verfügbaren Kraftstoff außerhalb der EU-Grenzen zu verwenden und die CNF-Beschränkungen außerhalb der EU zu umgehen. Diese Option bietet zwar Flexibilität für grenzüberschreitende Fahrten, birgt aber auch das Risiko des Missbrauchs, da einige Nutzer versuchen könnten, die CNF-Anforderungen zu umgehen, indem sie außerhalb der EU Nicht-CNF-Kraftstoff tanken.

- Vorteile: Dieser flexible Ansatz trägt den Reisebedürfnissen Rechnung und erhält die Funktionalität des Fahrzeugs im Ausland aufrecht, ohne die Auswahl an Kraftstoffen einzuschränken. Es minimiert die betrieblichen Hindernisse für Nutzer, die häufig reisen oder in der Nähe der EU-Grenzen wohnen.

- Herausforderungen: Die fehlende Durchsetzung der CNF außerhalb der EU könnte die Nichteinhaltung der Vorschriften begünstigen, da die Nutzer die Vorteile billigerer fossiler Kraftstoffe im Ausland nutzen können. Dieses Szenario würde wahrscheinlich zusätzliche

Rückverfolgungsmaßnahmen zur Überwachung der Kraftstoffarten und des Verbrauchs erfordern, was die Einhaltung der CNF-Vorschriften noch komplizierter macht.

Szenario 3: Überwachung und Ausgleich der Nichtverwendung von CNF bei Wiedereintritt in die EU

Dieser ausgewogene Ansatz erlaubt es den Fahrzeugen, jeden Kraftstofftyp außerhalb der EU zu verwenden, verlangt aber, dass sie bei der Wiedereinreise den Verbrauch von Nicht-CNF ausgleichen. Wenn das Fahrzeug wieder in die EU einreist, erkennt es den Nicht-CNF-Import und löst einen Ausgleichsmechanismus aus, um die Verwendung von Nicht-CNF im Ausland zu kompensieren.

- Vorteile: Diese Methode kombiniert Flexibilität für den grenzüberschreitenden Verkehr mit einem Mechanismus für die Einhaltung der Vorschriften innerhalb der EU. Das Off-Setting-System schreckt von der Verwendung fossiler Kraftstoffe außerhalb der EU ab, indem es mit finanziellen oder regulatorischen Kosten für das Tanken von Nicht-CNF verbunden ist.

- Die Herausforderungen: Diese Option beruht auf einer genauen Kraftstoffüberwachung und Verbrauchsdaten, um Diskrepanzen zu vermeiden, und erfordert einen effizienten Ausgleichsmechanismus bei der Wiedereinreise. Die Nutzer könnten den Verrechnungsprozess als umständlich empfinden, und die Durchsetzung kann schwierig sein, wenn die Kraftstoffaufzeichnungen unvollständig sind oder manipuliert wurden.

Anforderungen für die Implementierung von regulativem Geofencing

Für eine wirksame Umsetzung des regulatorischen Geofencing müssen mehrere technische und regulatorische Maßnahmen ergriffen werden:

1. **Genauere Kraftstoffüberwachung:** Die Fahrzeuge müssen über eine zuverlässige Methode verfügen, um die Art und Menge des verbrauchten Kraftstoffs zu ermitteln, auch bei Teilbetankungen. Dies beinhaltet:

- **Technologie zur Kraftstoffverfolgung:** Es werden verbesserte Kraftstoffsensoren benötigt, die sowohl die Art als auch die Menge des getankten Kraftstoffs erfassen. Die Überwachungssysteme müssen Fehlbetankungen erkennen, selbst bei Teilbetankungen, um eine Umgehung der Vorschriften zu verhindern.

- **Digitale Kraftstoffaufzeichnungen:** Eine sichere, fälschungssichere digitale Aufzeichnung von Tankvorgängen ist unerlässlich, insbesondere für Fahrzeuge, die wieder in die EU einreisen. Dies ermöglicht genaue Kompensationsberechnungen und hilft den Behörden, die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten.

2. **Zusätzliche regulatorische Geofencing-Software:** Das Fahrzeug benötigt eine spezielle Software, um die CNF-Anforderungen automatisch und standortabhängig zu aktivieren und zu deaktivieren. Dieses System stellt sicher, dass der Anreizmechanismus des Fahrzeugs nahtlos abgeschaltet werden kann, wenn es die EU verlässt, und bei seiner Rückkehr wieder aktiviert wird.

a) **Ja/Nein-Entscheidungssensor:** Um zwischen CNF- und Nicht-CNF-Nutzung zu unterscheiden, benötigen die Fahrzeuge ein Ja/Nein-Sensorsystem, das die Kraftstoffart grenzüberschreitend zuverlässig identifiziert. Dieses Sensorsystem muss es dem Anreizmechanismus ermöglichen, sich je nach Kraftstoffart und Standort anzupassen.

b) **Digitale Lösung:** Es ist keine zusätzliche Hardware erforderlich. Eine digitale Option (z. B. DFTS) könnte dazu dienen, die Kraftstoffart (CNF oder Nicht-CNF) zu identifizieren, da die Betankungshistorie aufgezeichnet wird. Außerdem muss dieses System die Möglichkeit bieten, den Anreizmechanismus je nach Kraftstoffart und Standort anzupassen.

3. **Umgang mit Sensorfehlfunktionen und Sanktionen:** Wenn der Sensor eine Falschbetankung feststellt

ungenau sind, könnten die Nutzer ungerechtfertigt bestraft werden. Regelmäßige Sensorinspektionen wären erforderlich, um die ordnungsgemäße Funktion zu überprüfen, sowie Protokolle für den Umgang mit Sensorfehlfunktionen, um falsche Strafen zu vermeiden. Außerdem sollten die Nutzer die Möglichkeit haben, Strafen aufgrund von Sensorfehlern anzufechten, um eine faire Behandlung zu gewährleisten. Bei einer digitalen Lösung (B) könnte die Tankhistorie bei regelmäßigen Inspektionen auf Unplausibilität überprüft werden, um die ordnungsgemäße Funktion sicherzustellen.

4. **Ausgleichsmechanismus für Nicht-CNF-Verwendung:** Die Fahrzeuge müssen über ein nahtloses Ausgleichssystem verfügen, das die Verwendung von Nicht-CNF bei der Wiedereinfuhr in die EU ausgleicht. Die Optionen umfassen:

- **Direkte Kompensationszahlungen:** Dieses System könnte automatisch eine Kompensationsgebühr auf der Grundlage des aufgezeichneten Nicht-CNF-Verbrauchs berechnen und anwenden und so eine direkte finanzielle Abschreckung für falsches Tanken im Ausland darstellen.

- **Inspektionsbasiertes Offsetting:** Für Fahrzeuge, für die keine sofortige Ausgleichszahlung möglich ist, könnten die Ausgleichsgebühren bei regelmäßigen Fahrzeuginspektionen auf der Grundlage der digitalen Kraftstoffaufzeichnungen des Fahrzeugs abgerechnet werden.

5. **Kundenkommunikation und Transparenz:** Um die Nutzerakzeptanz zu fördern, sollten die Kunden darüber informiert werden, wie das behördliche Geofencing funktioniert und welche Kosten mit der Nicht-CNF-Nutzung verbunden sind. Dies beinhaltet:

- **Klare Benachrichtigung der Nutzer:** Wenn die Nichtverwendung von CNF festgestellt wird, sollten die Fahrer eine Benachrichtigung erhalten, in der auf mögliche Ausgleichskosten, Strafen oder Anreizmaßnahmen hingewiesen wird.

- **Unterstützung für grenzüberschreitende Nutzer:** Für Autofahrer, die häufig die EU-Grenzen überqueren, würde eine klare Anleitung zu den gesetzlichen Geofencing- und Abgrenzungsanforderungen eine reibungslosere Reise gewährleisten und unerwartete Kosten verhindern.



07

REGULATORISCHE
BEWERTUNG

In diesem Kapitel werden die beschriebenen Überwachungsmethoden unter politischen Gesichtspunkten bewertet. Die Verordnungen werden analysiert, um Anpassungen zu ermitteln, die zur Anerkennung der einzelnen CNF-Überwachungsmethoden erforderlich sein könnten. Wir beschreiben die Vorteile, Nachteile und Auswirkungen aus regulatorischer Sicht. Wir schätzen die Wahrscheinlichkeit und den Zeitaufwand für mögliche Implementierungen ab und formulieren, wenn möglich, kurze Änderungsvorschläge. In den nächsten Abschnitten werden alle Überwachungsoptionen Schritt für Schritt beschrieben.

Zunächst möchten wir die allgemeinen regulatorischen Änderungen beschreiben, die für alle Überwachungsmethoden erforderlich sind. Die zusätzlich erforderlichen Änderungen werden im Folgenden für jede Option beschrieben.

- **Neue Euro 7 Verordnung (EU) 2024/1257** Delegierte Verordnung, ursprünglich war die Einführung einer neuen Fahrzeugklasse für die ausschließliche Verwendung von CNF für Euro 6 geplant. Inzwischen ist Euro 7 vollständig in Kraft getreten. Ein delegierter Rechtsakt ist erforderlich, damit die Kommission einen Durchführungsrechtsakt für eine neue, ausschließlich aus CNF bestehende Fahrzeugklasse vorschlagen kann. Ein delegierter Rechtsakt kann vom Parlament oder vom Rat abgelehnt werden, wenn sich eine Mehrheit bildet. Außerdem ist eine zweimonatige Anhörungsfrist vorgesehen, die auf Antrag des Parlaments um weitere zwei Monate verlängert werden kann. Die Notwendigkeit eines delegierten Rechtsakts würde die Einführung einer neuen Fahrzeugklasse wahrscheinlich verzögern.

- **Neue Euro 7 Verordnung (EU) 2024/1257** Durchführungsverordnung, in diesem Rechtsakt sollte die Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen, wie in Kapitel 4 vorgeschlagen, eingeführt werden. Darüber hinaus sollten alle in Frage kommenden Überwachungsmethoden erwähnt werden. Drittens sollte die Kommission einen Anreiz und folgende Maßnahmen vorschlagen

ein Flexibilitätsmechanismus, wie er in den Kapiteln 5 und 6 erörtert wird. Dies ist der wichtigste Regelungsbestandteil für eine neue Fahrzeugklasse.

- **Änderung der Verordnung (EU) 2023/851** (CO₂-Verordnung für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge), um alle leichten Nutzfahrzeuge, die ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen angetrieben werden und die Kriterien des entwickelten Durchführungsrechtsakts in EURO 7 erfüllen, als Nullemissionsfahrzeuge zu betrachten und Berechnungsregeln für den Flottendurchschnitt der Hersteller festzulegen.

- **Änderung der Verordnung (EU) 2024/1610** (CO₂-Verordnung für schwere Nutzfahrzeuge), um alle leichten Nutzfahrzeuge, die ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen angetrieben werden und die Kriterien der entwickelten Durchführungsverordnung in EURO 7 erfüllen, als Null-Emissions-Fahrzeuge zu betrachten und Berechnungsregeln für den Flottendurchschnitt der Hersteller vorzusehen.

Berücksichtigung der Richtlinie über alternative Kraftstoffe und Infrastruktur AFIR-Verordnung 2023/1804:

Die Anerkennung von CNF-Tankstellen und CNF-Produkten im AFIR könnte ihre breitere und schnellere Einführung unterstützen. Der Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in der gesamten EU ist seit der EU-Richtlinie 2014/94/EU, die inzwischen durch die Verordnung 2023/1804 aufgehoben wurde, ein Thema. Sowohl die Richtlinie als auch die Verordnung befassen sich mit der Notwendigkeit eines breiteren Zugangs zu "alternativen Kraftstoffen"⁸ in Europa und schreiben vor, dass sowohl Neufahrzeuge als auch Tankstellen und Ladestationen mit Etiketten versehen werden müssen, die es den Fahrern ermöglichen, den geeigneten Kraftstoff für ihr Fahrzeug auszuwählen.

Um die Rückverfolgbarkeit der biogenen Inhaltsstoffe in der gesamten Lieferkette zu gewährleisten, müssen Biokraftstoffpro-

⁸ Definition alternativer Kraftstoffe gemäß Artikel 2 Absatz 4 der Verordnung (EG) Nr. 2023/1804 "Alternative Kraftstoffe" sind Kraftstoffe oder Energiequellen, die zumindest teilweise als Ersatz für fossile Erdölquellen im Verkehrssektor dienen und das Potenzial haben, zu dessen Dekarbonisierung beizutragen und die Umweltverträglichkeit des Verkehrssektors zu verbessern, einschließlich: a) "alternative Kraftstoffe für emissionsfreie Fahrzeuge, Züge, Schiffe oder Flugzeuge": Strom, Wasserstoff, Ammoniak. (b) "erneuerbare Kraftstoffe": Kraftstoffe aus Biomasse, einschließlich Biogas, und Biokraftstoffe gemäß der Definition in Artikel 2 Nummern 27, 28 und 33 der Richtlinie (EU) 2018/2001 sowie synthetische und paraffinische Kraftstoffe, einschließlich Ammoniak, die aus erneuerbarer Energie hergestellt werden, (c) "nicht erneuerbare alternative Kraftstoffe und fossile Übergangskraftstoffe": Erdgas in gasförmiger Form (komprimiertes Erdgas (CNG)) und in verflüssigter Form (verflüssigtes Erdgas (LNG)), Flüssiggas (LPG), synthetische und paraffinische Kraftstoffe, die aus nicht erneuerbarer Energie hergestellt werden;

Hersteller haben Systeme für das Nachhaltigkeitsmanagement eingeführt, die Zertifizierungs- und Überprüfungsverfahren umfassen. Diese Systeme gewährleisten die Einhaltung der in Artikel 29 der Erneuerbare-Energien-Richtlinie festgelegten Anforderungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit und die Reduzierung von Treibhausgasen (THG). Die Einführung anerkannter Zertifizierungssysteme, wie ISCC EU und 2BS, bietet einen Rahmen, um die Einhaltung ökologischer und sozialer Kriterien sowie die Rückverfolgbarkeit vom Ursprung der Rohstoffe bis zur Lieferung an den Endverbraucher zu überprüfen. Diese Bemühungen fördern nicht nur die Nachhaltigkeit und den Schutz der biologischen Vielfalt, sondern ermöglichen auch die Überprüfung der Verringerung von Treibhausgasemissionen entlang der gesamten Lieferkette.

Beide sehen die Verwendung eines neuen, einheitlichen Satzes von Kraftstoffkennzeichnungen vor. Diese Kennzeichnungen werden angezeigt:

- In der Betriebsanleitung und in der Nähe des Tankdeckels bei Neuwagen und Autos und kann auch in elektronischen Handbüchern erscheinen, die über das Multimedia-Center des Fahrzeugs verfügbar sind.
- Auf Zapfsäulen und Zapfpistolen an allen öffentlichen Tankstellen.
- Bei Autohändlern.












Hinsichtlich der Kennzeichnung von alternativen Kraftstoffen an Zapfsäulen wird festgelegt, dass die Kommission die europäischen Normungsgremien anweisen kann, spezifische Kennzeichnungsvorschriften einzuführen, wenn die technischen Spezifikationen für einen Kraftstoff keine Kennzeichnungsvorschriften enthalten, um der Verordnung zu entsprechen.

Da die Produktspezifikationen keine Kennzeichnungsvorschriften enthalten, beauftragte die Kommission das Europäische Komitee für Normung (CEN) mit der Gestaltung und Formatierung neuer Etiketten, die den allgemeinen Bestimmungen der Richtlinie 2014/94/EU entsprechen. Diese Arbeit wurde im Technischen Ausschuss 441 (TC 441) durchgeführt, an dem Experten der EU-Automobil- und Kraftstoffindustrie, repräsentative Verbraucherorganisationen, nationale Normungsgremien und mehrere nationale Normungsorganisationen beteiligt waren.

EU-Regierungen und der Europäischen Kommission. Das Ergebnis dieser Arbeit ist die Veröffentlichung der Norm EN 16942, in der das Design und die Größe dieser neuen Kennzeichen festgelegt sind. Die Gesetzgebung schreibt die Kennzeichnung nur für Neufahrzeuge vor, die am oder nach dem 12. Oktober 2018 zum ersten Mal in Verkehr gebracht oder zugelassen werden.

Die bestehenden Etiketten, die auf Fahrzeugen und an Zapfsäulen angebracht werden müssen, sind

Tabelle 7.1

Kraftstoffqualität	Kennzeichnung nach EN	Teil Nummer
Benzin mit bis bis 5% Ethanol		EK FGI-E5
Benzin mit bis bis 10% Ethanol		EK FGI-E10
Benzin mit bis bis 85% Ethanol		EK FGI-E85
Diesel mit bis zu 7% Biodiesel		EK FGI-B7
Diesel mit bis zu 10% Biodiesel	 	EK FGI-B10
Diesel mit bis zu 20% Biodiesel	 	EK FGI-B20
Diesel mit bis zu 30% Biodiesel		EK FGI-B30
Diesel mit bis zu 100% Biodiesel		EK FGI-B100
Paraffinischer Dieseldieselkraftstoff		EK FGI-XTL
LPG		EK FGI-LPG

in Tabelle 7.1 dargestellt:

CNFs können beispielsweise als XTL im Falle von paraffinischem Diesel wie HVO oder als B100 im Falle von 100%igem Biodiesel gekennzeichnet werden. Für die Sichtbarkeit für den Endverbraucher ist es wichtig, dass CNFs an den Tankstellen gekennzeichnet und erkannt werden.

Option 1 - Mechanisch

Anpassung von Tankeinfüllstutzen/Düsen

Die mechanische Anpassung von Einfüllstutzen/Behältern erfordert vor allem eine Anpassung an die neue Normung von betrugssicheren neuen Abfülltechnologien. Im Folgenden werden die wichtigsten

Es werden Vorschriften beschrieben, die geändert werden könnten.

Die notwendige Normung für mechanische Anpassungen von Einfüllstutzen für flüssige Kraftstoffe ist im Anhang beschrieben. Die Modifizierung der Zapfpistole/des Einfüllstutzens wird die folgenden Normen und zugehörigen Arbeitsgruppen sowie eine Änderung der Richtlinie 2009/126/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über Phase II der Benzindampf-Rückgewinnung bei der Betankung von Kraftfahrzeugen an Tankstellen umfassen.

Auch für gasförmige Kraftstoffe werden die Normen für Kraftstoffstutzen im Anhang beschrieben. Wie im entsprechenden Kapitel 4 beschrieben, erfordert der CNF-Behälter ein neues Profil oder eine neue Größe, die mit herkömmlichem Kraftstoff oder anderen gasförmigen Kraftstoffen nicht kompatibel sind.

Die Profile der Gefäße und die kritischen Abmessungen der Stutzen sind genormt und in CEN-, ISO-Normen oder in UNECE-Regelungen beschrieben, die entsprechend geändert werden müssen.

Die Zahl der neuen Normungen zeigt den hohen Aufwand und die Zeit, die für die Einführung einer solchen Überwachungsmethodik erforderlich sind. Aus politischer Sicht ist eine mechanische Lösung wie die Forderung nach neuen Düsen mit einem hohen Verwaltungsaufwand, enormen internationalen

Tabelle 7.2

Markierung Typ	Beschreibung	Verwendung	Nachweismethode	Vorteile	Nachteile
Sichtbare Farbstoffe	In Kraftstoff gelöste organische Farbstoffe, oft auf Azo- oder Pyridinbasis.	Visuelle Identifizierung für untergeordnete Kraftstoffe (landwirtschaftlich, maritim).	Visuelle Beobachtung, einfacher Test	Einfache Anwendung, schnelle Identifizierung	Kann konterkariert werden, nicht-diskretes Erkennen
Molekulare Marker	Unsichtbare chemische Verbindungen, die durch chemische Analyse (z. B. Spektrometrie) nachgewiesen werden können.	Rückverfolgbarkeit von Kraftstoffen, Bekämpfung von Steuerhinterziehung.	Spektrometrie, Chromatographie	Sehr präzise, schwer zu fälschen	Erfordert kostspielige Detektionsgeräte
Isotopische Marker	Stabile Isotope, die in den Kraftstoff eingebettet sind und für jede Charge oder Region einzigartig sind.	Hochsichere Verfolgung, steuerliche Kontrolle.	Massenspektrometrie	Hohe Zuverlässigkeit, diskrete Abschirmung	Hohe Produktionskosten, spezialisierter Nachweis
Fluoreszierende Markierungen	Moleküle, die UV-Licht absorbieren und sichtbare Fluoreszenz aussenden.	Schnelle Erkennung in der Lieferkette.	UV-Lampen, optische Sensoren	Einfache Erkennung, tragbar	Begrenzt auf lichtarme Umgebungen, moderate Kosten
Nano-Teilchen	Ultrafeine Partikel werden durch physikalische Methoden wie Lichtstreuung abgeschirmt.	Sicherstellung der Lieferkette.	Lichtstreuung, magnetische Methoden	Sehr diskret, schwer zu fälschen	Komplex zu produzieren und zu erkennen

und es wird viele Jahre dauern, bis sie realisiert sind.

Option 2 - Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts

1. Wie kann man eine farbige Markierung für Kraftstoffe festlegen?

- Ein Farbmarker ist ein chemischer Zusatzstoff das den Kraftstoffen zugesetzt wird, um sie optisch erkennbar zu machen, und das häufig zur Betrugsbekämpfung eingesetzt wird (Unterscheidung zwischen subventionierten und nicht subventionierten Kraftstoffen, unterschiedliche Besteuerungssysteme usw.).
- Der Marker muss mehrere Kriterien erfüllen: Er sollte leicht nachweisbar sein, über einen längeren Zeitraum und unter verschiedenen Bedingungen (Temperatur, Druck, Lagerung) stabil sein und die Eigenschaften des Kraftstoffs nicht verändern.

2. Arten von Markern:

Siehe Tabelle 7.2

3. Erforderliche Zusatzstoffe für die Kraftstoffkennzeichnung:

- Farbstoffe und chemische Marker müssen stabil im Kraftstoff, inert, um Reaktionen mit anderen Kraftstoffkomponenten zu vermeiden, und darf bei der Verbrennung keine giftigen Nebenprodukte erzeugen.
- Fluoreszierende Marker müssen bei bestimmten Wellenlängen, meist im UV-Bereich, sichtbar sein.

Spektrum, während Isotopenmarker komplexere Nachweisverfahren (Massenspektrometrie) erfordern.

4. Institutionen und Behörden, die für die Festlegung von Standards zuständig sind:

- Auf internationaler Ebene haben Organisationen wie die Internationale Organisation für Normung (ISO) geben Empfehlungen für Kraftstoffe heraus, die sich jedoch nicht speziell auf Marker beziehen.
- In Europa werden die Vorschriften durch Richtlinien wie die Kraftstoffqualitätsrichtlinie (98/70/EG) und die REACH-Verordnung für chemische Stoffe geregelt.

5. Zeitbedarf für die Einführung neuer Standards:

- Die Festlegung neuer Normen kann sieben Jahre dauern.

Dies gilt insbesondere dann, wenn Marker hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen bewertet werden müssen,

Tabelle 7.3

Phase	Markierung hier hinzufügen?	Hier Kontrolle durchführen?	Methoden der Erkennung	Erforderliches Personal	Erforderliche Zeit für die Kontrolle
Raffinerie (Produktion)	Ja	Nein	In dieser Phase nicht anwendbar	Keine	Nicht anwendbar
KraftstoffTerminals/Depots	Ja	Ja	Spektrometrie, UV-Bestimmung, Sichtprüfung	Geschulte Inspektoren, Laborpersonal	15 - 30 min (pro Charge, einschließlich Probenahme und Analyse)
Rohrleitung Einspritzung (Transport)	Ja (gelegentlich)	Nein	In dieser Phase nicht anwendbar	Keine	Nicht anwendbar
Einzelhandels-Stationen	Ja (einige Male)	Ja	Sichtprüfung, UV-Detektion	Basispersonal für visuelle Tests; geschultes Personal für fortgeschrittene Tests	5 - 15 min (Schnellprüfung für visuelle oder UV-Bestimmung)
In-Transit-Fahrzeug-Inspektion	Nein	Ja	UV-Detek-Sensoren, optische Sensoren, Probenahme	Minimal für grundlegende Kontrollen	5 - 10 min (Vor-Ort-Nachweis mit UV- oder optischen Geräten)
Grenze/Zoll	Nein	Ja	UV detektion, spectrometry (portable)	Grundausbildung oder Fachausbildung	10 - 20 min (je nach Nachweisverfahren und Probenumfang)
Laboranalyse	Nein	Ja (in-depht Kontrollen)	Massenspektrometrie, Chromatographie	Hochgradig geschultes Personal	1 - 3 Stunden (für detaillierte chemische Analysen)

Sicherheit bei der Verbrennung und Einhaltung der lokalen und internationalen Vorschriften.

- Der Prozess umfasst in der Regel technische Trias, Konsultationen mit Interessengruppen (Regierungen, Ölindustrie) und Anpassungen auf der Grundlage von Testergebnissen.

6. Hinzufügen von Markierungen und Durchführen von Kontrollen (einschließlich der erforderlichen Zeit)

Festlegung einer farbigen Markierung für Kraftstoffe

hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von der Notwendigkeit der Stabilität, der Sichtbarkeit und der Einhaltung von Umwelt- und Sicherheitsvorschriften. Internationale Behörden wie die ISO und nationale Regulierungsbehörden spielen bei der Festlegung von Normen eine wichtige Rolle, auch wenn der Prozess langwierig sein kann. Die verschiedenen Arten von Markern unterscheiden sich in Bezug auf die Nachweismethoden und die technischen Einschränkungen und sind unterschiedlich teuer und komplex.

Option 3 - 100% digitale Kraftstoffverfolgung vom Upstream zum Downstream (DFTS mit Digital Handshake)

Das Digital Fuel Tracking System ermöglicht eine zuverlässige, überprüfbare und revisionssichere digitale Verfolgung der CO₂-Intensität von Kraftstoffen in Kraftstoffmischungen sowie den Nachweis einer ausschließlichen Verwendung von CNF in Fahrzeugen. Es bietet Vorteile, die über den Nachweis von erneuerbaren Kraftstoffen in CNF-Fahrzeugen hinausgehen. Entlang der Lieferkette wird bei jedem Schritt der Kraftstofflieferung bis zum Fahrzeugnutzer ein digitaler Tag angebracht, der die CO₂-Emissionen des Kraftstoffs in jeder Phase des Lieferprozesses bescheinigt. Ein Zertifizierungssystem ermöglicht es den Akteuren entlang der Lieferkette und insbesondere den Endnutzern (Unternehmen, Transportdienstleistern), die CO₂-bezogenen Informationen für ihre Berechnungen des CO₂-Fußabdrucks und die CO₂-Berichterstattung zu nutzen, die z. B. durch CSRD, CountEmissionsEU und/oder die Taxonomieverordnung vorgeschrieben sind.

Vorgelagerter Teil: Digitale Verfolgung des physischen Kraftstoffverteilungsnetzes

Derzeit wird diese Methodik in Pilotprojekten für die Berichterstattung über den CO₂-Fußabdruck in kommerziellen Flotten eingesetzt.

Wir gehen davon aus, dass das derzeitige Zertifizierungssystem genutzt werden kann, um eine digitale Verfolgung des Kraftstoffvertriebsnetzes einzuführen, bei der die vorgelagerten Daten vollständig mit denen übereinstimmen, die in die Unionsdatenbank (UDB) eingegeben werden. In der Folge müssen die CNF mit ihrem Nachhaltigkeitsnachweis auch die vorgelagerten Daten melden bzw. zur Verfügung stellen.

Wie bei allen anderen Überwachungsmethoden auch, sollen die einschlägigen Einzelhandelsnormen geändert werden, um sicherzustellen, dass nur ein qualifizierter Einzelhandel CNF verkaufen kann und darf und entsprechende revisionssichere Daten für die Kraftstoffeigenschaften liefert.

Nachgeschalteter Teil: Digitaler Handshake zwischen Tankstelle und Fahrzeug

Derzeit befindet sich diese Methodik in der Erprobungsphase.

der Konzeptphase und bereit für die Demonstration.

Prüfungssichere Qualifikation des Einzelhandels für den Verkauf von CNF: Die bestehenden Normen für den Kraftstoffeinzelnhandel sollten geändert werden, um sicherzustellen, dass nur qualifizierte Einzelhändler CNF verkaufen dürfen, da sie in der Lage sind, die erforderlichen prüfungssicheren Nachweise/Verfahren zu erbringen, die die Einhaltung der festgelegten Normen gewährleisten.

Gemeinsame ISO-Norm(en): Es sollten Standardschnittstellen für Tankstellen entwickelt werden, um die Interoperabilität zwischen verschiedenen Kraftstofflieferanten und Fahrzeugherstellern zu gewährleisten und eine schnellere Marktdurchdringung des DFTS zu ermöglichen. Sie beschreiben im Detail das Kommunikationsprotokoll und den Datenbestand, den das DFTS verwalten soll. Der Endkunde sollte in der Lage sein, sein Fahrzeug an jeder Tankstelle zu betanken, die mit einem ISO-konformen DFTS-System ausgestattet ist.

Die Entwicklung einer gemeinsamen ISO-Norm kann 3-5 Jahre dauern. Die Norm ist jedoch keine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des DFTS. Tankstellen könnten CNFs zusammen mit DFTS mit proprietären Schnittstellen und Daten bereitstellen, bevor ein gemeinsamer Standard festgelegt wird. Auf diese Weise ist eine frühzeitige Einführung und Nutzung der DFTS-Methodik z.B. für die automatische CSRD-Meldung möglich.

Datenschutz und Cybersicherheit: Das Eigentum an den Daten verbleibt bei dem jeweiligen Datenanbieter entlang der Kraftstofflieferkette. Alle im DFTS verarbeiteten Daten sind anonymisiert, verschlüsselt und daher nicht GDPR-relevant. Das bedeutet, dass es keine erhöhten Anforderungen an den Datenschutz gibt. Der bestehende Rahmen der Datenschutz- und Cybersicherheitsvorschriften deckt den Datenübermittlungsprozess im Zusammenhang mit dem DFTS bereits ab und muss allenfalls formal wie unten beschrieben angepasst werden.

Für die Cybersicherheit der Daten entlang der Wertschöpfungskette (Daten, Speicherung, Backend) gelten das Cyber Resilience Act (CRA) und die NIS 2-Richtlinie. NIS2 Anhang I "Sektoren mit hoher Kritikalität, 1.) Energie"; muss ggf. geändert werden

die Einführung einer neuen Kategorie "erneuerbare Kraftstoffe" neben den bestehenden Kategorien Öl, Gas und Wasserstoff.

Cybersicherheit der Daten im Fahrzeug: Gemäß der Verordnung (EU) 2024/1257 müssen Fahrzeughersteller die sichere Übertragung von Emissionsdaten gewährleisten, indem sie Cybersicherheitsmaßnahmen gemäß UN R155 ergreifen. UN R155 bezieht sich auf ISO/SAE 21434 und verfolgt einen risikobasierten Ansatz. Sie verpflichtet den OEM, eine Risikobewertung als Teil eines Cybersicherheitsmanagementsystems (CSMS) durchzuführen und zu verarbeiten. Der OEM muss durch die Identifizierung und Berücksichtigung von Sicherheits-Assets in der Engineering-Phase das Missbrauchs- bzw. Manipulationspotenzial entsprechend berücksichtigen und das Risiko durch geeignete technische Maßnahmen (Sicherheitskonzept) mindern. Dies wird heute schon häufig als Schutz vor Tuning angewendet. UN R156 regelt die Software-Aktualisierung und das Software-Update-Managementssystem (SUMS).

Fahrzeug-Typgenehmigung: Die Verordnung (EU) 2024/1257 sollte geändert werden, um Regeln für den Datenzugang, die Datenübermittlung und den Schutz vor Missbrauch und Manipulation von DFTS-relevanten Daten zu erlassen. Kraftstoffbezogene Daten sollten den Fahrzeugnutzern zur Verfügung gestellt werden, ähnlich wie Umweltdaten.

Die geplante neue Durchführungsverordnung zur Verordnung (EU) 2024/1257 für die Typgenehmigung von CNF-Fahrzeugen muss technologieneutral sein, um die Möglichkeit zu schaffen, die Verwendung von CNF durch ein digitales Gerät zu überwachen, das mit der Tankstelle kommunizieren kann (DFTS). In der Durchführungsverordnung sollte ein geeignetes Anreizsystem beschrieben werden, das im Falle einer Betankung mit Nicht-CNF aktiviert würde.

Option 4 - Hybrid-Ansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker und Sensor bis zur EU-Grenze - Downstream: DFTS mit digitalem Handshake.

Vorgelagerter Teil: Kraftstoffmarker (wie in Option 2 beschrieben)

Nachgeschalteter Teil: Digitales Kraftstoffüberwachungssystem (wie in Option 3 beschrieben)

Option 5 - On-Board- Kraftstofferkennungsfunktion

Die fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion stellt einen bedeutenden Fortschritt dar, um die Verwendung von CNF in modernen Fahrzeugen zu ermöglichen. Ihr Hauptvorteil ist die Fähigkeit, den richtigen Kraftstoff zu erkennen, ohne dass signifikante Änderungen an der Infrastruktur oder am Fahrzeug erforderlich sind, da sie die vorhandenen Sensoren im Fahrzeug nutzt. Dies macht sie zu einer praktischeren und weniger disruptiven Lösung, die weniger Änderungen der gesetzlichen Vorschriften erfordert, um sie einzuhalten. Die wirksame Umsetzung der bordeigenen Kraftstofferkennungsfunktion hängt jedoch von der Harmonisierung der Normen für Diesel- und Benzinmotoren ab.

- Insbesondere müssen die Normen sicherstellen, dass CNF wie Biodieselmischungen (z. B. B20, B30) oder paraffinischer Diesel (z. B. HVO, GTL) standardisiert sind, um eine einheitliche Motorkalibrierung und die genaue Bestimmung der Kraftstoffeigenschaften zu ermöglichen.

- Daher sollten CO₂-neutrale Diesel- und Gaskraftstoffe entweder den Normen EN 590 oder EN 228 entsprechen, oder es muss eine neue harmonisierte Norm entwickelt werden, um sicherzustellen, dass diese Technologie die physikalischen Eigenschaften des Kraftstoffs wie Dichte, Viskosität, Heizwert, Cetanzahl und Schüttgutmodul zuverlässig erfassen kann, ähnlich wie dies derzeit bei zertifizierten Kraftstoffen der Fall ist. Diese Angleichung der Normen ist für die Aufrechterhaltung der Fahrzeugleistung und die Einhaltung der Emissionsvorschriften von entscheidender Bedeutung, unabhängig von der

spezifische CNF verwendet.

- Die Entwicklung bzw. Überarbeitung von ISO-EN-Normen für kohlenstoffneutrale Diesel- und Ottokraftstoffe umfasst einen mehrstufigen Prozess, der Experten aus der Industrie, die Einsetzung einer spezialisierten Arbeitsgruppe, eine Phase der öffentlichen Konsultation, die Verabschiedung, die Veröffentlichung und schließlich die Umsetzung der neuen Norm in mehreren Ländern umfasst.
- Der Zeitrahmen für diese Schritte kann je nach dem Konsens der Interessengruppen, der rechtlichen Dringlichkeit und der möglichen Beschleunigung durch politischen oder ökologischen Druck variieren. In Anbetracht des derzeitigen Deklarationsdrucks wird dieser Prozess jedoch voraussichtlich insgesamt 3 bis 5 Jahre in Anspruch nehmen.

Option 6 - Kraftstoff-Molekularsensor an Bord des Fahrzeugs:

Im Gegensatz zum physikalischen Sensoransatz in Option 5, der wahrscheinlich die Kombination von zwei oder drei Sensoren erfordern würde, um eine akzeptable Genauigkeit zu erreichen, wird bei Option 6 ein einziger, fortschrittlicher Nahinfrarot-(NIR)-Spektralsensor verwendet. Dieser Sensor bietet eine Präzision, die mit einem "DNA-Fingerabdruck" vergleichbar ist, indem er Tausende von Molekülen im Kraftstoff scannt und so dessen molekulare Struktur genau identifiziert. Die NIR-Technologie ermöglicht eine detaillierte und zuverlässige Differenzierung von CNFs, die weit über das hinausgeht, was herkömmliche physikalische Eigenschaften wie Viskosität oder Dichte aussagen können.

Der NIR-Sensor basiert auf einem opto-elek-

Die Technologie, die auf der Kombination von Elektronik und Halbleitern beruht, wird seit 2021 auf dem Lkw- und Busmarkt kommerziell eingesetzt und ermöglicht aufgrund des Fehlens technologischer Barrieren eine sofortige Massenproduktion zu geringen Kosten. Die Technologie wird bereits seit mehr als drei Jahren in Europa eingesetzt, insbesondere für Lkw und Busse, und ist nun bereit für den Einsatz in leichten Nutzfahrzeugen.

Option 6 arbeitet nahtlos mit digitalen Handshake-Systemen zusammen, die die Rückverfolgbarkeit des Kraftstoffs von der Herstellung über die Verteilung bis zum Fahrzeugtank sicherstellen. Der NIR-Sensor stellt sicher, dass die molekulare Struktur des Kraftstoffs, der in den Motor gelangt, mit dem über die gesamte Lieferkette verfolgten Kraftstoff übereinstimmt. Diese beiden Systeme ergänzen sich gegenseitig und kombinieren die Leistungsfähigkeit der molekularen Erkennung mit einer digitalen End-to-End-Zertifizierung, um die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten.

Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle.

Tabelle 7.4 beschreibt die wichtigsten Kriterien der bidirektionalen Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle aus regulatorischer Sicht. Punkte wie Sicherheit und Betrugsresistenz, Datensicherheit und beteiligte Behörden werden hier nur am Rande erwähnt.

Tabelle 7.4

Kriterien	NFC Bidirektionale Kommunikation	Zu beachtende Sperren/Einschränkungen	Machbarkeit des Einsatzes (+/-)
Sicherheit und Betrugsprävention	Sehr hoch: Überwachung durch Dritte, Schutz vor Manipulationen beim Tanken.	Wer kontrolliert: Eine vertrauenswürdige dritte Partei (z. B. eine Zertifizierungsstelle oder eine Regulierungsbehörde) muss digitale Zertifikate für Tankstellen und Fahrzeuge ausstellen und verwalten.	++ Ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet eine breite Akzeptanz. -: Erfordert die Einrichtung einer globalen/regionalen Kontrollbehörde, was die Komplexität erhöht.
Umsetzung Komplexität	Mäßig: Erfordert NFC-Infrastruktur, digitale Zertifikate, Internetverbindung.	Wie man kontrolliert: Sicherstellung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Tankstellen und Fahrzeugherstellern. Standardisierung über Regionen hinweg erforderlich.	++: Die NFC-Technologie ist ausgereift und weithin verfügbar. -: Erfordert eine neue Infrastruktur an vielen Tankstellen, was zusätzliche Kosten und Zeit für die Einführung bedeutet.
Kraftstofferkennung - Genauigkeit	Gut: Überprüft nur die Echtheit des CNF-Anbieters, keine Erkennung der Kraftstoffzusammensetzung.	Häufigkeit der Kontrollen: Regelmäßige Überprüfungen und Erneuerung der Zertifizierung von Tankstellen. Die Fahrzeuge könnten beim Tanken oder durch On-Board-Diagnose (OBD) regelmäßig überprüft werden.	++: Überprüft die Authentizität des Kraftstoffanbieters, was für die CNF-Zertifizierung ausreichend ist. -: Keine direkte Überprüfung der Kraftstoffzusammensetzung, was die Genauigkeit bei der Überprüfung der Kraftstoffqualität verringert.

Kriterien	NFC Bidirektionale Kommunikation	Zu beachtende Sperrungen/Einschränkungen	Machbarkeit des Einsatzes (+/-)
Kosten der Deployment	Mäßig: Infrastrukturkosten für Tankstellen und einige Fahrzeugumrüstungen.	Wie man die Kosten kontrolliert: Sondieren Sie Modelle zur Kostenteilung zwischen Tankstellen, Kraftstofflieferanten und Fahrzeugherstellern. Standardisieren Sie Hardware und Zertifizierung, um die Kosten zu minimieren.	++: Moderate Kosten, mit Potenzial für gemeinsame Infrastrukturkosten. -: Hohe Anfangsinvestitionen für Tankstellen, insbesondere in Regionen ohne NFC-fähige Infrastruktur
Echtzeit-Kraftstoffvalidierung	Ja: Gewährleistet, dass beim Betanken nur CNF verwendet wird.	Einhaltung der Cybersicherheitsvorschriften: Einhaltung von ISO/SAE 21434 für das Cyber-Sicherheitsrisikomanagement in Automobilsystemen. Die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle muss verschlüsselt und sicher sein.	++: Gewährleistet eine sichere Validierung in Echtzeit und verhindert Betrug. -: Erfordert eine sichere, verschlüsselte Kommunikation und die Einhaltung von Cybersicherheitsstandards, was die Komplexität erhöht.
Flexibilität und Skalierbarkeit :	Hoch Kann für verschiedene Tankstellen und Fahrzeuge mit CNF skaliert werden.	Einschränkung der Skalierbarkeit: Erfordert eine globale/regionale Vereinbarung über Normen und Protokolle, um grenzüberschreitende Kompatibilität zu gewährleisten.	++: Hohe Skalierbarkeit über Regionen hinweg, wenn die richtigen Standards vorhanden sind. -: In Regionen mit unterschiedlichen rechtlichen Rahmenbedingungen oder Lücken in der Infrastruktur können sich Herausforderungen ergeben.
Komplexität und Kosten des Einsatzes	Erfordert die Nachrüstung von Tankstellen und die Kompatibilität der Fahrzeuge (für NFC). Die Kosten umfassen die Installation der NFC-Hardware, die Softwareintegration und das Zertifizierungsmanagement.	Beschränkungen bei der Einführung: Die Kosten für die Nachrüstung bestehender Infrastrukturen, einschließlich Zapfsäulen und Fahrzeugen. Schulung des Tankstellenpersonals und laufende Zertifizierungsmaßnahmen.	++: In einigen Branchen ist die Infrastruktur bereits vorhanden (Zahlungsterminals usw.), was den Übergang erleichtert. -: Hohe Vorlaufkosten für die breite Einführung und das Zertifizierungsmanagement, insbesondere in weniger entwickelten Regionen.
Cyber-Security Compliance (ISO 21434)	Erfordert volle Übereinstimmung mit ISO/SAE 21434 für Cybersicherheit in Automobilsystemen. Dies gewährleistet die Verschlüsselung von Daten und den Schutz vor potenziellen Cyberangriffen.	Wie man kontrolliert: Sichere Kommunikationsprotokolle und Verschlüsselungsmaßnahmen sind unerlässlich. Regelmäßige Audits und Aktualisierungen, um die Einhaltung der Cybersicherheitsstandards zu gewährleisten.	++: Ein hohes Maß an Cybersicherheit stärkt das Vertrauen in das System und beugt Betrug vor. -: Erhöht die Komplexität und die Kosten für die Einhaltung der Vorschriften, insbesondere für kleinere Unternehmen.

Option 8 - EU-Markt Ausschließlich mit CNF beliefert

Wie in Kapitel 5 beschrieben, würde diese Option bedeuten, dass ab 2035 in allen EU-Mitgliedstaaten nur noch Kraftstoffe zur Verfügung stehen, die der Definition von CNF (siehe Kapitel 4) entsprechen. Dies ist in Anbetracht der derzeit angekündigten Investitionen und der Entwicklung der Gesetzgebung höchst unwahrscheinlich.

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger im Verkehrssektor ist in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED) geregelt. Eine grundlegende Beschreibung dieser Verordnung findet sich im Anhang dieses Berichts (bitte Link einfügen). Das derzeitige Ziel der RED III ist ein energetischer Anteil erneuerbarer Energien von 29% im Jahr 2030, der Multiplikatoren für verschiedene Erfüllungsoptionen beinhaltet, oder eine Treibhausgasreduktion (THG) von

14.5%. Ziele über 2030 hinaus sind nicht verfügbar und werden bei der nächsten Überprüfung im Jahr 2027 diskutiert. Die EU-Mitgliedstaaten setzen die RED III derzeit bis Mai 2025 in nationales Recht um. Laut Eurostat hat Schweden mit 29% den höchsten Anteil an erneuerbaren Energien im Verkehrssektor - Kroatien hat mit 2,4% im Jahr 2022 den niedrigsten Anteil.

Auf der Grundlage der aktuellen EU-Klimaziele will die EU im Jahr 2030 -55 % der Treibhausgasemissionen erreichen und diskutiert derzeit über -90 % im Jahr 2040.

Unter der Voraussetzung, dass die Verfügbarkeit von CNF für die Versorgung aller neuen LDVs und HDVs bestimmt ist, könnte dies ein realistischerer Ansatz für die nahe Zukunft sein, da die Produktionskapazität diese Nachfrage decken könnte, während sie im Laufe der Zeit entsprechend der steigenden Zahl der verkauften Neufahrzeuge wächst.

Sobald 100% CNF im europäischen Kraftstoff

Markt z.B. im Jahr 2050 erreicht ist, wird die Überwachungsmethode obsolet. Alle neuen Fahrzeuge würden ausschließlich mit CNF betrieben. Wenn die Überarbeitung der RED dazu führt, dass in Zukunft 100 % CNF verwendet werden, schränkt dies automatisch die Notwendigkeit einer CNF-Überwachungsmethodik ein.

Option 9 - Massenkompensierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug

Aus Sicht der Regulierungsmethodik ist der Massenausgleich ein gut etabliertes und hocheffizientes Konzept, das in mehreren Politikbereichen anerkannt ist. So basieren beispielsweise die RED und das europäische Emissionshandelssystem (ETS) auf Massenausgleichskonzepten. Eine solche Überwachungsmethodik könnte für bereits vorhandene Fahrzeuge eingeführt werden, wenn Kunden ausschließlich mit CNF fahren wollen. In der RED müssen die Kraftstofflieferanten nachweisen, dass eine bestimmte Menge an erneuerbarer Energie in den Verkehrsmarkt eingebracht wird. Dabei spielt es keine Rolle, welche Tankstelle (innerhalb der Landesgrenzen) beliefert wird oder welches Fahrzeug den Kraftstoff verwendet. Ein Zertifizierungssystem entlang der Wertschöpfungskette vom Erzeuger bis zur Tankstelle prüft, ob alle Erzeugungs- und Nachhaltigkeitskriterien erfüllt sind. Die EU hat die EU-Datenbank für erneuerbare Kraftstoffe aufgebaut, um die Rückverfolgbarkeit dieser Kraftstoffe zu gewährleisten. Mit einer sorgfältigen, aber machbaren Entwicklung könnte das bestehende RED-Massenbilanzierungssystem erweitert werden, um die Überwachung von reinen CNF-Fahrzeugen zu ermöglichen.

Um den Kraftstoff mit dem Fahrzeug zu verknüpfen, muss die RED mit den Fahrzeugvorschriften und der (nationalen) Zulassung gekoppelt werden. Andernfalls ist es nicht möglich, nachzuweisen, welche CO₂-Auspuffemissionen durch CNF kompensiert wurden. Grundsätzlich benötigen die Automobilhersteller zur Überprüfung Zugang zum RED-System.

Es gibt bereits Vorschläge, Kraftstoff- und Fahrzeugvorschriften zu kombinieren. Im Mai 2020 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie eine Studie über ein "Crediting System for Renewable Fuels" in Auftrag gegeben. Hier können die Automobilhersteller Gutschriften von

CNF-Hersteller, um den Kohlenstoff-Fußabdruck ihrer Fahrzeuge zu verringern. Es sollte erwähnt werden, dass Gutschriften für reine CNF-Fahrzeuge nicht zusätzlich zur Erfüllung der RED-Ziele verwendet werden können. Die Studie enthält notwendige politische Änderungen für die Einführung eines Gutschriftensystems. Die Autoren befassen sich mit beiden Verordnungen: den CO₂-Emissionsstandards und der Typgenehmigungsverordnung. In einer Folgestudie, die von Neste in Auftrag gegeben wurde, wurden Vorteile und Kostenberechnungen für ein solches Gutschriftensystem erstellt (weitere Informationen sind hier verfügbar). In der Schweiz wird ab 2025 ein Anrechnungssystem für eFuels eingeführt. Das Gutschriftensystem ist eine Option zum Nachweis der ausschließlichen Verwendung von CNFs nach einem Massensbilanzierungsansatz.

Ein alternativer Ansatz wäre, den Kraftstofflieferanten zu verpflichten, eine zusätzliche Quote zu erfüllen, die so hoch ist, wie neue reine CNF-Fahrzeuge in einem jeweiligen Jahr verbrauchen. Hier geht die Verantwortung vom Automobilhersteller auf den Kraftstofflieferanten über. Daher wurde wahrscheinlich eine zusätzliche Quote in die RED aufgenommen. In jedem Fall muss nachgewiesen werden, dass genügend zusätzliche CNFs auf den Markt gebracht werden, die den Verbrauch eines neuen Fahrzeugs decken. Der Verbrauch kann digital über On-Board-Metering oder auf der Grundlage statistischer Werte gemeldet werden. Dies kann im Voraus oder Jahr für Jahr geschehen. Wie bereits erwähnt, kann es sein, dass der gekaufte CNF bei einem Massensbilanzierungsansatz nicht genau in einem speziellen Fahrzeug ist, aber aus einer ganzheitlichen Perspektive werden die THG-Emissionen neutralisiert, und der Kunde des reinen CNF-Fahrzeugs hat zusätzliche CNF-Mengen gekauft.

Der bestehende Kommissionsvorschlag über eine neue Fahrzeugklasse für CNF schloss ein Massenausgleichskonzept aus. Die Zulassung eines Massenausgleichssystems erfordert eine Änderung der Politik, die das Maß an Sicherheit anerkennen muss, das mit den verfügbaren Technologien und Betriebsmethoden erreicht werden kann. In Anbetracht der möglichen Effizienzgewinne sollte ein Massenausgleichskonzept nicht per se vernachlässigt werden.

Option 10 - Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs - FUB

Das Fuel Usage Balancing schlägt vor, dass die einzelnen Fahrzeuge ihre Kohlenstoffemissionen verfolgen und sie mit der Menge an CNF, die sie verbrauchen, abgleichen. Diese Methode überwacht den Kohlenstoffausstoß auf Fahrzeugebene und stellt sicher, dass die Emissionen mit dem verbrauchten CNF ausgeglichen werden. Sie konzentriert sich jedoch auf die CO₂-Intensität des verwendeten Kraftstoffs und nicht auf die Überprüfung der tatsächlichen Kraftstoffzusammensetzung.

Vorteile:

- Emissionsüberwachung: Liefert fahrzeugspezifische Daten über Kohlenstoffemissionen, fördert die Verantwortlichkeit und ermöglicht es den Fahrern, ihre Umweltauswirkungen zu verfolgen.
- Kohlenstoff-Bilanzierung: Sorgt dafür, dass die Emissionen mit dem verbrauchten kohlenstoffneutralen Kraftstoff ausgeglichen werden.
- Die Endnutzerbilanzierung liefert Daten über den tatsächlichen CNF-Nutzungsanteil der einzelnen Fahrzeuge. Diese Daten können für Anreize wie z.B. niedrigere Straßenbenutzungsgebühren (Eurovignette) verwendet werden.

• Kraftstoffverbrauchsbasierte Anreize/Sanktionen und Kompensationen: Da der individuelle Kraftstoffverbrauch direkt zurückverfolgt werden kann, ist es einfach, Sanktionen oder Ausgleichsmechanismen auf der Grundlage des tatsächlichen CNF-Verbrauchs einzuführen. EUB schafft eine Möglichkeit, um festzustellen, ob ein bestimmter Verbraucher CNF verwendet, und gewährleistet so die Rechenschaftspflicht auf der Ebene des Nutzers.

Herausforderungen:

- Kein direkter Kraftstoffnachweis: Das System verfolgt die Emissionen, garantiert aber nicht, dass CNF verwendet wird. Es gibt keine direkte Überwachung der Kraftstoffzusammensetzung, was zu Lücken in der Einhaltung der Vorschriften führen kann.
- Software und Cloud-Dienste erfordern Cybersicherheit und Betrugssicherheit, wie in Option 3 erläutert. Es könnten neue digitale Protokolle und Standards entwickelt werden und eine Online-Verbindung ist erforderlich.

Option 11 - Kombiniert - Upstream: Massenausgleich - Downstream: DFTS mit digitalem Handshake)

Vorgelagerter Teil: Massenausgleich

Siehe Massenausgleich in Option 9.

Nachgeschalteter Teil: Digitales Kraftstoffverfolgungssystem

Siehe DFTS in Option 3.



SCHLUSSFOLGERUNG

Dieser umfassende Bericht ist das Ergebnis einer branchenübergreifenden Zusammenarbeit mit einzelnen Unternehmen und Handelsverbänden aus verschiedenen Sektoren wie Erstausrüstern, Erstausrüstungslieferanten, Kraftstoffherstellern und -lieferanten, Kraftstoffeinzehändlern und Einzelhandelsausrüstern.

Der Bericht ist das Ergebnis des Engagements der Mitglieder, positiv auf die Aufforderung der Kommission an die Industrie zu reagieren, eine Übersicht über die Methoden zum Nachweis der Verwendung CO₂-neutraler Kraftstoffe vorzulegen.

Die Sachverständigen der WGMM haben diese Gesamtbewertung aller ermittelten Überwachungsmethoden vorgenommen, um den Sachverständigen der Kommission und der Mitgliedstaaten den besten Überblick und den besten technischen Input für eine fundierte Entscheidung in diesem Regelungsprozess zu geben. Die Experten der WGMM sind darüber hinaus bereit, die Arbeit des TCMV durch ergänzende technische Beratung und Klärung zu unterstützen.

Darüber hinaus gaben die Mitglieder der WGMM eine Reihe von Empfehlungen zur Definition von CO₂-neutralen Kraftstoffen und zur Kohärenz dieser Definition in den europäischen Rechtsvorschriften ab. Dies ist ein wichtiger Aspekt, der bei der Entwicklung der Methodik für die Anerkennung von emissionsfreien Fahrzeugen, die mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, zu berücksichtigen ist.



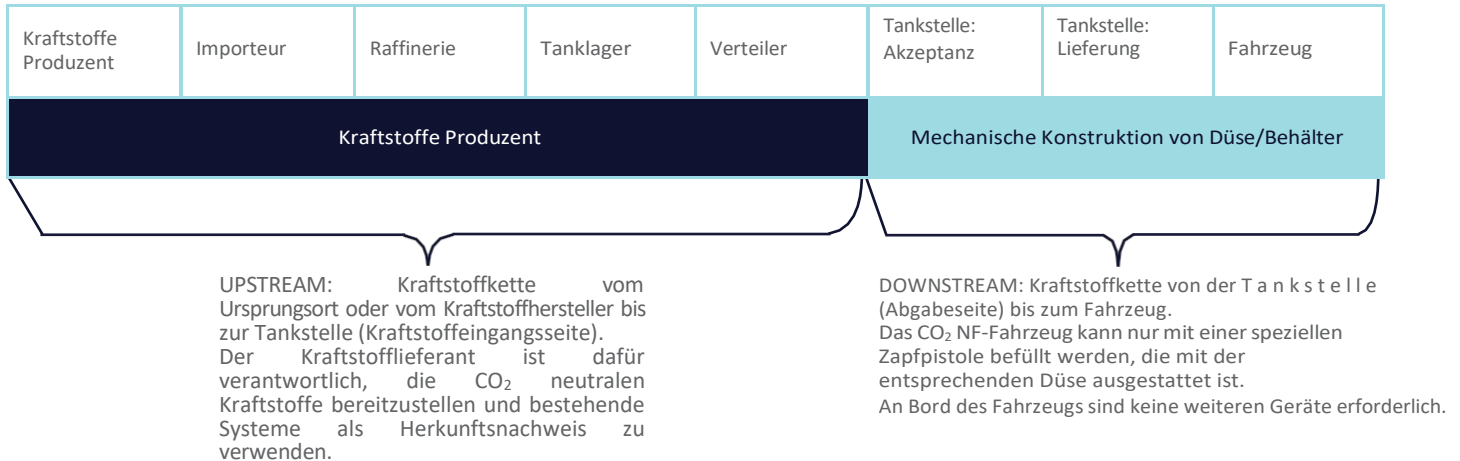
09

APPENDIX

9.1 Detaillierte Beschreibung der Technologieoptionen

Option 1 - Mechanische Anpassung des Tankeinfüllstutzens

Verantwortliche beteiligte Interessengruppen



Beschreibung

Dieses System betrifft den "nachgeschalteten" Teil der Kraftstoffkette. Die mechanische Anpassung des Kraftstoffbehälters allein reicht nicht aus, um als vollständiges Überwachungssystem zu gelten, und es muss mit einer anderen Methode kombiniert werden, die den "vorgelagerten" Teil der Kraftstoffkette abdeckt. Zum Beispiel mit einem Zertifizierungssystem (siehe Methode Nr. 7 für eine Beschreibung dieses Teils).

Wir gehen davon aus, dass der richtige Kraftstoff an der Tankstelle eintrifft und in einem speziellen Lager gelagert wird. Die Tankstelle installiert eine spezielle Zapfpistole, die mit einer spezifischen Zapfpistole ausgestattet ist, die nicht mit dem Behälter für die fossile Version des verwendeten Kraftstoffs verbunden werden kann. Auf diese Weise kann das Fahrzeug nur den richtigen Kraftstoff erhalten, und es sind keine weiteren Methoden an Bord erforderlich, wie z. B. Sensoren oder Ansteuersysteme.

Weltweit anerkannte Normen wurden entwickelt, um die folgenden Aspekte abzudecken

flüssiger und gasförmiger Betankung:

- Definition aller technischen Anforderungen, die zu einer bekannten, einfachen und leichten Betankung von Fahrzeugen führen.
- Niedrige Gesamtbetriebskosten für Kfz-Einfüllstutzen, Düsen und Zapfanlagen.
- Verlässlichkeit in der ganzen Welt.
- Austauschbarkeit der Komponenten auf beiden Seiten: Zapfsäulen und Fahrzeuge.
- Umweltaspekte: kein Ausstoß von Kohlenwasserstoff, z. B. durch Gasrückführungssysteme.
- Einfache Systeme, die in hoch- und weniger entwickelten Gebieten eingesetzt werden können.

Bei flüssigen Kraftstoffen wird die Änderung des Zapfventils/Einfüllstutzens die folgenden Normen und zugehörigen Arbeitsgruppen sowie eine Änderung der Richtlinie 2009/126/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über Phase II der Benzindampf-Rückgewinnung bei der Betankung von Kraftfahrzeugen an Tankstellen betreffen. EN 13012 Anwendungsbereich: Dieses Dokument legt Sicherheits- und Umwelanforderungen fest für

Konstruktion und Leistung von Düsen für Dosierpumpen und Zapfsäulen an Tankstellen zur Abgabe von flüssigen Kraftstoffen und wässriger Harnstofflösung in die Tanks von Kraftfahrzeugen, Booten und Leichtflugzeugen sowie in tragbare Behälter mit einem Durchfluss von bis zu 200 l/min-1.

- EN 16321-1 und 2 Anwendungsbereich: Diese Europäische Norm legt die Mess- und Prüfverfahren für die Bewertung der Effizienz von Gasrückführungssystemen für Tankstellen fest (Stufe II).

- ISO 9158 Hauptausgabe: Düsenaußendurchmesser bleifreies Benzin: max. 21,3mm

- ISO 9159 Hauptausgabe: Düsenaußendurchmesser verbleites Benzin und Diesel ≤ 50 L/min: min. 23,6 mm bis max. 25,5 mm

- ISO 13331 Anwendungsbereich: Dieser internationale Standard gewährleistet die Kompatibilität zwischen neuen Fahrzeugkonstruktionen mit Haustierantrieb und Betankungsdüsen - sowohl aktiven als auch passiven Systemen - durch ihre Abmessungen und Spezifikationen.

- SAE J 285 Anwendungsbereich: Diese SAE-Empfehlung enthält Standardabmessungen für Zapfpistolen für flüssigen Kraftstoff und ein System zur Unterscheidung zwischen Zapfpistolen für Fahrzeuge mit Fremd- und Selbstzündung...

- SAE J1140 Anwendungsbereich: Diese SAE-Empfehlung wurde in erster Linie für gasbetriebene Pkw- und Lkw-Anwendungen entwickelt, um Gasrückführungssysteme anzuschließen, kann aber auch für Dieselanwendungen verwendet werden, ... zum Befüllen.

- SAE J829 / SAE J1114 / SAE J 3144: Unterschiedliche Tankdeckel, die mit der oben definierten Ausrüstung verwendet werden.

Bei gasförmigen Kraftstoffen, die über lecksichere Anschlüsse verfügen, erfordert der Behälter für CO₂-neutrale Kraftstoffe ein neues Profil oder eine neue Größe, die für herkömmliche Kraftstoffe oder andere gasförmige Kraftstoffe nicht verwendet werden.

Die Profile der Gefäße und die kritischen Abmessungen der Stutzen sind standardisiert und in CEN, ISO-Standard und ISO-Norm beschrieben.

oder in UNECE-Regelungen, die entsprechend zu ändern sind:

- ISO 14469-1 Straßenfahrzeuge - Anschluss für die Betankung mit komprimiertem Erdgas (CNG) (Stutzen und Behälter)

- ISO 16380 CNG/H₂-Gemischbehälter und -Zapfpistole

- ISO 12617 3,1MPa LNG-Anschluss

- ISO TS 21104 1,8 MPa LNG-Anschluss

- ISO 19825 Flüssiggas-Behälter

- EN 13760 Flüssiggas-Zapfventile

- ISO 16923 CNG/Biomethan-Tankstellen (ohne Zapfpistole)

- ISO 16924 LNG-Tankstellen (ohne Zapfpistole)

- UNECE-Regelung 110 (CNG-Fahrzeuge)

- UNECE-Regelung 67 (LPG-Fahrzeuge)

Option 2 - Kraftstoffmarker stromaufwärts und stromabwärts

Beschreibung

Der Renewable Fuel Marker ermöglicht es allen Marktteilnehmern (von der Mineralölindustrie bis zu den Fahrzeugherstellern), klimaneutralen Kraftstoff als neue Kraftstoffvariante mit zwei Sicherheitsmerkmalen mit sehr geringem Aufwand, maximaler Geschwindigkeit und Flexibilität in der Einführung bis 2035 einzuführen. Die physikalischen Merkmale werden bereits in der Praxis erprobt, z.B. im Rahmen des DeCarTrans-Projekts, wo physikalische Sicherheitsmerkmale zum Einsatz kommen:

- Farbe
- Chemische Markierung

Kraftstoffmarkierungsprodukte können zur Kennzeichnung und Einfärbung von synthetischen Produkten wie "Methanol zu Benzin", GTL, HVO oder Erdölprodukten, Mineralölen, aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstofflösungsmitteln und Kraftstoffen verwendet werden. Sie sind in der Regel frei fließende Flüssigkeiten und können ein zusätzliches Etikettierungssystem enthalten. Das Produkt kann leicht gepumpt, gegossen oder direkt aus dem Behälter abgegeben werden. Da synthetische Kraftstoffe als Tropfen entwickelt werden

als Alternativen zu herkömmlichen fossilen Kraftstoffen sind sie sich in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr ähnlich. Sie werden unter den gleichen Motorbedingungen verbrannt.

Ziel

Der Fuel Marker ist mit allen relevanten Akteuren verbunden, einschließlich der Zolldirektion und des Finanzministeriums. Konfirmierung von CNF für reine CNF-Fahrzeuge, Plausibilitätsprüfung und Verfolgung des Kraftstoffs (inkl. CO₂-Fußabdruck).

- Visuelle Kontrolle von reinen CNF-Fahrzeugen mittels Farberkennung ähnlich den bekannten Verfahren für "roten" Diesel oder Heizöl. Die blaue Farbe könnte zur visuellen Unterscheidung zwischen erneuerbaren und fossilen Kraftstoffen verwendet werden.
- Die Farbe der chemischen Markierung wird mit einem Marker überprüft, um Betrug zu verhindern. Für die Zolldirektion können die Analysemethoden in der Regel vom Lieferanten der Zusatzstoffe bereitgestellt und von der Aufsichtsbehörde überprüft werden.

- > Es gibt bereits Zusatzstoffe, die für einige Mitgliedsstaaten Zolltarifnummern haben.

- > Durch die Zugabe des blauen Farbstoffs kann die Vermischung von CNF mit Erdölkraftstoffen chemisch nachgewiesen werden. Diese Eigenschaft ist hilfreich bei einer Schnellprüfung durch den Zoll, z. B. an einer Autobahnraststätte.

-> In den technischen Datenblättern ist die richtige Dosierung des Zusatzstoffs angegeben.

-> Der Inhaber des Kennzeichnungsunternehmens wäre dann verpflichtet, eine ordnungsgemäße Kennzeichnung des erneuerbaren Kraftstoffs vorzunehmen und diese regelmäßig zu kontrollieren.

-> Seit dem 01.04.2010 sind in Deutschland zwei neue Analysemethoden zur Bestimmung des Gehalts an Farbstoffen rechtsgültig, die im Vergleich zu den alten Methoden genauer, zuverlässiger und zeitsparender sind. Es handelt sich um sogenannte HPLC-Methoden.

HPLC bedeutet

"Hochleistungsflüssigkeitschromatographie" (ist keine

mehr richtig, es handelt sich um eine HPLC- und GCMS-Methode und ist meiner Meinung nach nicht so wichtig).

Randbedingung

Die Option nutzt Daten, die bereits im Kraftstoffversorgungssystem vorhanden sind, was eine schnelle Umsetzung ermöglicht.

Markierung

- Die Kennzeichnung von Kraftstoffen ist bereits bekannt und auf dem Markt etabliert.
- Die Kennzeichnung kann im Tanklager durchgeführt werden
- Die Kennzeichnung kann im Tankfahrzeug vorgenommen werden

Anordnung der Sensoren

Der chemische Nachweis des Zusatzstoffs mit Hilfe eines noch zu entwickelnden Sensors, der entweder in das Auto oder in die Zapfsäule integriert wird, ist eine innovative Entwicklung, die das Potenzial hat, die Sicherheit und Effizienz beim Umgang mit erneuerbaren Kraftstoffen erheblich zu verbessern. Ein solcher Additivsensor wäre so konzipiert, dass er die spezifischen chemischen Verbindungen des jeweiligen Additivs aufspürt und deren Konzentration misst, indem er die chemischen Eigenschaften des Additivs analysiert und diese in elektrische Signale umwandelt. Dies könnte durch verschiedene Mechanismen wie elektrochemische, optische oder massensensitive Nachweismethoden realisiert werden. So könnte beispielsweise ein elektrochemischer Sensor, der auf einem spezifischen Redox-Mechanismus basiert, verwendet werden, um Spuren des spezifischen Zusatzstoffs im Kraftstoff zu erkennen. Alternativ könnte ein optischer Sensor, der auf der Absorption oder Emission von Licht bei bestimmten Wellenlängen basiert, zum Nachweis flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) verwendet werden. Durch die Integration eines solchen Sensors in die Zapfsäule könnte eine Echtzeitüberwachung der Kraftstoffqualität erfolgen. Im Auto installiert, könnte der Sensor die Kraftstoffqualität kontinuierlich überwachen. Die Entwicklung eines solchen chemischen Sensors erfordert interdis-

Die Zusammenarbeit zwischen Kraftstoffentwicklern, Herstellern von Additiven, der Automobilindustrie und ihren Zulieferern sowie Herstellern von Tankstellenausrüstungen, um ein robustes, empfindliches und selektives Gerät zu entwickeln, das den spezifischen Anforderungen des Einsatzortes gerecht wird.

Systemaufbau

Der Kraftstoffmarker (Farb- und chemische Markierung) in Kombination mit dem digitalen Kraftstoffverfolgungssystem umfasst folgende Aufgaben:

- Einfärbung zur eindeutigen Identifizierung von CO2-reduzierten Produkten
- Chemische Markierung zur physikalischen Kennzeichnung von erneuerbaren Kraftstoffen mit CO2-reduzierender Wirkung
- Erkennung von Kraftstoffmischungen - absichtlich oder unabsichtlich (Manipulationssicherheit)

Verantwortliche Stakeholder

Alle Beteiligten, die mit dem Kraftstoffmarker in Verbindung stehen, vom Steuerlager (optionale Raffinerie) bis zum Fahrzeug (Endkunde).

Option 3 - 100% digitale Verfolgung vom Upstream zum Downstream (DFTS mit digitalem Handshake)

Verantwortliche Stakeholder

Alle Beteiligten, die miteinander verbunden sind

zu DFTS, vorgelagert vom Tanklager (optional Raffinerie) zum Fahrzeug (Endkunde).

Beschreibung

DFTS ermöglicht allen Marktteilnehmern (von der Kraftstoffherstellung bis zum Verbrauch) die Nutzung von CO2-neutralem Kraftstoff (CNF) als neue Kraftstoffsorte durch digitale Zertifizierung.

Es umfasst die CO2-Verfolgung und Zertifizierung von Nachhaltigkeitsberichten von CNF entlang der Kraftstofflieferkette von der Raffinerie bis zur Tankstelle (Upstream). Und beinhaltet einen digitalen Betankungsmonitor als Softwarevariante im Fahrzeug. Das Fahrzeug führt einen digitalen Handshake mit der Tankstelle durch, um der Tankstelle ein Tankereignis zuzuordnen (Downstream). Basierend auf diesem Betankungsereignis kann das Fahrzeug prüfen, ob es sich bei dem eingefüllten Kraftstoff um CNF handelt und bei negativem Prüfergebnis eine Auslöserreaktion durchführen.

Ziel

DFTS digitalisiert die gesamte Kraftstoffversorgungskette von der Kraftstoffproduktion bis zum Endverbraucher (alle relevanten Akteure). DFTS bietet eine Bestätigung von CNF für reine CNF-Fahrzeuge, Plausibilitätsprüfungen und die Nachverfolgung des Kraftstoffs (inkl. CO2-Fußabdruck). DFTS führt ein digitales Pairing von Fahrzeug und Kraftstofflieferkette durch.



Randbedingung

Die Option nutzt Daten, die bereits im Kraftstoffversorgungssystem vorhanden sind, was eine schnelle Inbetriebnahme gewährleistet. Bereitschaft zur gemeinsamen Nutzung von Daten an bestimmten Datenpunkten (siehe Systemaufbau). Die Option berücksichtigt die Lieferkette vom Tanklager (optional Raffinerie) bis zum Kraftstoffverbrauch in jedem Fahrzeug. DFTS kann für alle Arten von Kraftstoffen (z. B. Diesel, Benzin, gasförmige Kraftstoffe) und alle Fahrzeugtypen (z. B. Personenkraftwagen, schwere Nutzfahrzeuge oder Non-Road-Anwendungen) verwendet werden.

Systemaufbau

DFTS vernetzt digital die verschiedenen Beteiligten von der Kraftstoffproduktion bis zum Verbrauch.

Die Einrichtung beginnt im Tanklager mit dem Nachhaltigkeitsnachweis (PoS) als wichtigste Eingangsinformation. Der PoS wird von einem bereits etablierten Zertifizierungssystem (z. B. Nabisy, ISCC) erstellt und an DFTS übermittelt. DFTS leitet sie über die Kraftstofflieferkette an den Endkunden weiter. Optional könnte das DFTS je nach Verfügbarkeit der PoS auch Akteure einbinden, die dem Steuerlager weiter vorgelagert sind.

DFTS liefert einen genauen, zertifizierten Nachweis über die in den Systemen verbrauchten Kraftstoffmengen. Am Ende der Kette wird jedes CNF-Fahrzeug mit diesem Zertifikat ausgestattet. Das Fahrzeug ist in der Lage, sich für eine Anreizreaktion zu entscheiden.

Das DFTS umfasst die folgenden Aufgaben:

- Überwachung der CO₂-Verfolgung
- Mengenbilanzierung durch jeden Beteiligten entlang der Lieferkette
- Erkennung von Kraftstoffvermischungen - beabsichtigt oder unbeabsichtigt (Manipulationssicherheit) entlang der Kraftstoffversorgungskette bis zur Tankstelle sowie im Fahrzeugtank
- Sorgt für zeitliche Verzögerungen in der Lieferkette (verzögerte Zertifizierung)

- Führt eine langfristige Plausibilitätsprüfung von Systeminkonsistenzen durch
- Kümmt sich um die regelmäßige Rezertifizierung, wenn das System Anpassungen erfordert (auch gesetzlich veranlasst)

Für jeden Stakeholder werden spezifische DFTS-Dateneingabepunkte definiert, z. B. Tankfüllstandssensordaten, eingehende/ausgehende Lieferscheine, geeichte Zapfsäulendaten. Diese Dateneingabepunkte müssen durch einmaliges digitales On-Boarding über eine standardisierte Schnittstelle mit dem DFTS verbunden werden. Die Daten werden vom DFTS-Betreiber in einem sicheren, verschlüsselten und privaten Datenraum gehostet, einschließlich einer speziellen Vereinbarung über die gemeinsame Nutzung von Daten zwischen dem DFTS-Anbieter und den einzelnen Marktteilnehmern. Der DFTS-Betreiber wird ebenfalls zertifiziert sein.

DFTS kümmert sich auch um die Verbindung zwischen Fahrzeug und Tankstelle - den digitalen Handshake - der die Tankvorgänge der Fahrzeuge überwacht. DFTS digitaler Handshake sollte so einfach wie möglich sein, eine reine Softwarevariante (ohne zusätzliche Hardware für OEM) und das Fahrzeug muss mit dem Internet verbunden sein.

DFTS bietet die Flexibilität einer schrittweisen Verfolgung des CO₂-Fußabdrucks und des potenziellen Mischungsverhältnisses mit fossilen Komponenten. Es kann außerdem die Überwachung des CO₂-Fußabdrucks während einer Einführungsphase von CNF unterstützen (z. B. schrittweise Erhöhung der THG-Reduktion von 80 % im Jahr 2030 auf künftig 100 %). Darüber hinaus kann DFTS dem Endkunden ein CO₂-Fußabdruck-Zertifikat ausstellen, das für die Nachhaltigkeitsberichterstattung als Nachweis für die Einhaltung vertraglich vereinbarter CO₂-Reduktionen oder als Marketing- und Werbeinstrument genutzt werden kann.

Option 4 - Hybridansatz - Stromaufwärts: Kraftstoffmarker & Sensor bis zur EU-Grenze - Downstream: DFTS mit digitalem Handshake

Diese "Dreifachlösung" ermöglicht allen Markt

Beteiligten (von der Kraftstoffindustrie bis zu den Fahrzeugherstellern) durch die Kombination von zwei Sicherheitsmerkmalen und einer digitalen Lösung klimaneutralen Kraftstoff als neue Kraftstoffvariante mit sehr geringem Aufwand, maximaler Geschwindigkeit und Flexibilität in der Einführung bis 2035 einzuführen. [Die physikalischen Merkmale sind bereits im Rahmen des Projekts DeCarTrans \(gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur\) in Feldtests aktiv.](#)

Die physischen Sicherheitsmerkmale sind:

- Farbe
- Chemische Markierung

Kraftstoffmarkierungsprodukte können zur Kennzeichnung und Einfärbung von synthetischen Produkten wie "Methanol zu Benzin", GTL, HVO oder Erdölprodukten, Mineralölen, aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstofflösungsmitteln und Kraftstoffen verwendet werden. Sie sind in der Regel frei fließende Flüssigkeiten und können ein zusätzliches Etikettierungssystem enthalten. Das Produkt kann leicht gepumpt, gegossen oder direkt aus dem Behälter abgegeben werden. Da synthetische Kraftstoffe als Drop-in-Alternativen zu herkömmlichen fossilen Kraftstoffen entwickelt werden, sind sie in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr ähnlich. Sie werden unter den gleichen Motorbedingungen verbrannt.

Das Kennzeichnungssystem umfasst die CO₂ Verfolgung und Zertifizierung von Nachhaltigkeitsnachweisen für klimaneutralen Kraftstoff entlang der Kraftstoffversorgungskette vom Tanklager bis zur Tankstelle (upstream) und beinhaltet einen digitalen Betankungsmonitor als Softwarevariante im Fahrzeug. Das Fahrzeug führt einen digitalen Handshake mit der Tankstelle durch, um das Betankungsereignis an die Tankstelle (downstream) zu melden. Anhand dieses Ereignisses prüft das Fahrzeug, ob es sich bei dem getankten Kraftstoff um CNF handelt und reagiert bei negativem Prüfergebnis dementsprechend.

Randbedingung

Bei dieser Option werden Daten verwendet, die bereits

im Kraftstoffversorgungssystem verfügbar, was eine schnelle Umsetzung gewährleistet.

Markierungen:

- Die Kennzeichnung von Kraftstoffen ist bereits bekannt und auf dem Markt etabliert.
- Die Kennzeichnung kann im Tanklager durchgeführt werden
- Die Kennzeichnung kann im Tankfahrzeug vorgenommen werden

DFTS:

- DFTS digitalisiert die Kraftstoffversorgungskette und bildet die Übertragung der Marker-Plausibilitätsprüfung, z. B. durch einen Sensor, ab. Bereitschaft zum Datenaustausch an bestimmten Datenpunkten (siehe Systemstruktur). Die Option berücksichtigt die Versorgungskette vom Kontrolldepot (optional Raffinerie) bis zum Kraftstoffverbrauch in jedem Fahrzeug.

Systemaufbau

Fuel Marker & DFTS verbinden die verschiedenen Akteure von der Kraftstoffproduktion bis zum Verbrauch physisch und digital in einem sicheren Datenraum. Die aktuelle Struktur für das DFTS beginnt im Steuerlager mit dem Nachhaltigkeitsnachweis (PoS) als Haupteingangsinformation aus einem bereits etablierten Zertifizierungssystem (z.B. Nabisy, ISCC). Das Markerkonzept kann sowohl im Steuerlager als auch auf der Lieferstufe durch Hinzufügung im LKW angewendet werden. Optional könnte das DFTS auch dem Steuerlager vorgelagerte Akteure einbinden, wenn dies aus Sicht des PoS erforderlich ist.

Das DFTS liefert die genauen zertifizierten Kraftstoffmengen auf Fahrzeugebene. Am Ende der Kette erhält jedes CNF-Fahrzeug eine Bescheinigung und kann sich für eine Anreizreaktion/einen Anreizmodus entscheiden.

Die Dreifachlösung ist zertifiziert und übernimmt die Verantwortung für das Datenhosting und kann als Datencontainer betrachtet werden, der das Zertifikat durch das System trägt.

Der Kraftstoffmarker (Farbe und chemische Markierung) in Kombination mit DFTS umfasst die

folgende Aufgaben:

- Einfärbung zur eindeutigen Identifizierung von CO₂-haltigen Produkten
- Chemische Kennzeichnung zur physikalischen Identifizierung von erneuerbaren Kraftstoffen mit CO₂-reduzierender Wirkung
- Überwachung des CO₂-Verfolgungsprozesses
- Mengenbilanzierung durch jeden Akteur entlang der Kette
- Erkennung von Kraftstoffvermischungen - beabsichtigt oder unbeabsichtigt (Manipulationssicherheit)
 - Farbe
 - Chemisch
 - Digital
- Berücksichtigung von Zeitverzögerungen (delayed certification)
- Führt eine langfristige Plausibilitätsprüfung von Systeminkonsistenzen sowohl in der Lieferkette als auch im Tank des Fahrzeugs durch.
- kümmert sich um die regelmäßige Rezertifizierung, wenn das System Anpassungen erfordert (auch per Gesetz initiiert)

Für jeden Stake-Holder werden spezifische DFTS-Dateneingabepunkte (Daten sind bereits vorhanden) definiert, z.B. Tankfüllstandssensordaten, Eingangs-/Ausgangslieferscheine, geeichte Zapfsäulendaten. Die Datenpunkte müssen einmalig über Standardschnittstellen mit dem DFTS verknüpft werden. Die Daten werden vom DFTS in einem sicheren, verschlüsselten und privaten Datenraum gehostet, einschließlich einer speziellen Vereinbarung zur gemeinsamen Datennutzung mit jedem Partner. Falls gewünscht, können die Daten für zusätzliche neue Dienste mit Dritten genutzt werden, wenn der Teilnehmer zustimmt. Der Betreiber des DFTS ist ebenfalls zertifiziert.

Natürlich kümmert sich DFTS auch um die Verbindung zwischen Fahrzeug und Tankstelle - digitaler Handshake, zu überwachende Betankungsvorgänge. DFTS digitaler Handshake sollte möglichst einfach sein, eine reine Softwarevariante (ohne zusätzliche Hardware für OEM), und das Fahrzeug muss mit dem Internet verbunden sein.

DFTS bietet die Flexibilität, allmähliche Änderungen des CO₂-Fußabdrucks und der möglichen Beimischungsquote zu fossilen Kraftstoffen zu verfolgen. In der Übergangsphase von fossilen Kraftstoffen zu CNF, DFTS

wird in der Lage sein, die schrittweise Erhöhung der Treibhausgasreduzierung zu überwachen (z. B. könnte bei der Einführung von CNF mit einer Treibhausgasreduzierung von 80 % begonnen und diese in Zukunft schrittweise auf 100 % erhöht werden).

Darüber hinaus kann dem Endkunden mit DFTS ein Zertifikat ausgestellt werden, das für die Nachhaltigkeitsberichterstattung (CSRD) verwendet werden könnte. Damit könnte ein zertifizierter Nachweis über eine signifikante CO₂-Reduktion erbracht werden. Die Daten aus dem DFTS können auch als Marketinginstrument für nachhaltige Produkte oder Dienstleistungen genutzt werden.

Verantwortliche Stakeholder

Alle am Triple Play beteiligten Akteure, vom Steuerlager (optionale Raffinerie) bis zum Fahrzeug (Endkunde).

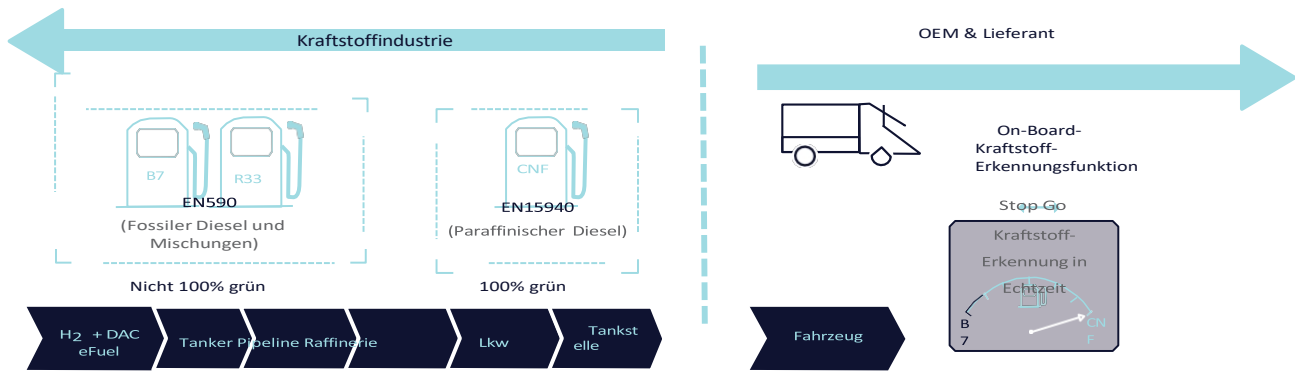
Option 5 - Funktion zur Erkennung von Kraftstoff an Bord des Fahrzeugs

Verantwortliche Stakeholder

Die fahrzeuginterne Kraftstofferkennungsfunktion ist eine Methode, die sich auf Fahrzeug- und Motorenhersteller (OEMs) bezieht. Es liegt in der Verantwortung des OEM, ein Fahrzeug zu homologieren und zu zertifizieren, das die entsprechenden Vorschriften erfüllt. Die Zulieferer sind in der Lage, gemeinsam mit den OEMs die für diesen Zweck erforderliche Technologie zu entwickeln. Die dem Fahrzeug vorgelagerten Kraftstoffhersteller, Logistik- und Einzelhandelsunternehmen müssen sicherstellen und garantieren, dass der an der Tankstelle zu einem bestimmten Zeitpunkt abgegebene Kraftstoff den definierten Kraftstoffstandards entspricht und dass es sich bei dem abgegebenen Kraftstoff um einen CO₂-neutralen Kraftstoff handelt, z. B. durch ein Auditverfahren.

Beschreibung

Die heutige Fahrzeug- und Kombimotorenteknologie ist sehr zuverlässig und erschwinglich, so dass eine individuelle Mobilisierung möglich ist.



ung, den Transport von Waren und Rohstoffen und viele andere Zwecke. Typische heute verkaufte Fahrzeuge haben eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahren und werden über das Jahr 2040 hinaus in Betrieb sein.

Die meisten heutigen Fahrzeuge eignen sich bereits für die Verwendung synthetischer Kraftstoffe wie paraffinische Kraftstoffe (EN15940 mit der Bezeichnung "XTL") und synthetische Benzinkraftstoffe (aus dem Methanol-to-Gasoline-Verfahren mit der Bezeichnung "MTG"). Beide werden häufig als "eFuels" bezeichnet. Paraffinkraftstoffe und MTG haben ein großes Potenzial zur Emissionsreduzierung, da sie keine aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküle enthalten und weniger Rußemissionen verursachen als fossile Kraftstoffe. Diese Kraftstoffe können kohlenstoffneutral hergestellt werden, indem grüner Wasserstoff verwendet und das CO₂ aus erneuerbaren Quellen, aus der Luft oder durch die Verwendung von Biomasse als Ausgangsmaterial für den Produktionsprozess abgeschieden wird.

Es muss ein Prüfverfahren eingeführt werden, um zu bescheinigen, dass die Kraftstoffe kohlenstoffneutral hergestellt werden. Aufgrund ihrer unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich die Kraftstoffeigenschaften von denen fossiler Kraftstoffe, und die Verwendung dieser neuen Kraftstoffe könnte zu einer anderen Systemreaktion für CNFs führen. Eine Kraftstofferkennungsfunktion könnte auf der bestehenden Fahrzeug- und Motorsystemtechnik basieren, ohne dass neue Sensoren oder Schnittstellen implementiert werden müssten.

Während solche Funktionen in einem Motormanagementsystem realisiert werden könnten, ist es auch wahrscheinlich, dass es Funktionen realisiert, die den Motorbetrieb ändern, wenn ein nicht kohlenstoffneutraler Kraftstoff verwendet wird, was wahrscheinlich die Leistung und/oder die Betriebsfähigkeit verringert. Mehrere Stufen der Veränderung, von der anfänglichen Warnung des Fahrers bis hin zur Begrenzung oder zum Anhalten des Fahrzeugbetriebs, wären denkbar

berücksichtigt werden, wie sie für die neuesten Diesel-Pkw/Kleintransporter/Lkw mit SCR (Selective Catalytic Reduction) gelten.

Die Erkennungsfunktion könnte möglicherweise auch in bereits auf dem Markt befindlichen Fahrzeugen implementiert werden. Die Kraftstofferkennungsfunktion könnte auf der Ebene des Fahrzeug- und Motormanagementsystems ohne weitere Datenverbindung und Dienste in der Datenwolke arbeiten. Daher würde diese Methode in einer solchen Konfiguration den Datenschutz des Eigentümers schützen und sollte auch gegen Cyberangriffe und IT-Betrug oder Manipulationsversuche widerstandsfähig sein. Die vergleichsweise geringe Komplexität der Erkennungsfunktion und die geringeren Anforderungen an die zusätzliche Infrastruktur würden auch eine schnelle Realisierung und effektive Implementierung in einem Fahrzeug ermöglichen.

Ziel

Die borgeigene Kraftstofferkennung soll das Antriebssystem in die Lage versetzen, zu erkennen, dass das Fahrzeug mit einer bestimmten Kraftstoffsorte betankt wurde, die bestimmte Eigenschaften aufweist.

Randbedingung

Der Kraftstoffnachweis bezieht sich auf CO₂-neutrale Kraftstoffe, die durch eine eigene Kraftstoffnorm definiert sind und sich in ihren Kraftstoffeigenschaften von der fossilen Kraftstoffnorm unterscheiden. Es muss auch sichergestellt werden, dass der Kraftstoffeinzelnhandel garantiert, dass die verkauften CO₂-neutralen Kraftstoffe innerhalb der vereinbarten und regulierten CO₂-Reduktion liegen (derzeit 100% vorgeschlagen).

Systemaufbau

Das System besteht aus einem Fahrzeug mit einem Tanksystem und einem Antriebsstrang, der aus einem Motor, einem Getriebe und optional aus einem Elektromotor (z.B. HEV P0, P1 oder P2 Topologie) besteht. Kraftstofftank und Motor sind miteinander verbunden, und der Kraftstoff wird vom Tank zum Motor und insbesondere zu einem Kraftstoffeinspritzsystem geleitet. Außerdem verfügt das Einspritzsystem über eine Rücklaufleitung zum Tank für den Leckkraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe, den Einspritzdüsen und dem Kraftstoffverteiler. Ein solches System wird von einem Motorsteuergerät gesteuert. Die Software besteht aus mehreren Schichten, von denen die Anwendungsschicht als Engine Management System (EMS) bezeichnet wird. Das EMS regelt den Einfluss des Fahrers auf das Motorverhalten und steuert den Luftweg und die Kraftstoffeinspritzung in optimaler Weise, wobei die Emissionsvorschriften beachtet werden. Die Verwendung eines CO₂-neutralen Kraftstoffs mit anderen Eigenschaften würde zu einer anderen Systemreaktion in verschiedenen Teilsystemen führen und daher erfasst werden. Daher kann eine Kraftstofferkennungsfunktion den Unterschied in der Systemreaktion messen und somit erkennen, ob ein fossiler oder ein CO₂-neutraler Kraftstoff verwendet wird. Während die Erkennungsfunktion in ein UMS eingebettet ist, könnte auch die Anreizmethode in der gleichen Schicht definiert werden. Bestimmte Aktionen könnten für den Fall, dass ein nicht CO₂-neutraler Kraftstoff verwendet wird, implementiert werden, z. B. das Einschalten der MIL-Lampe, der Limp-Home-Modus oder das Abstellen des Motors, wie es bereits bei SCR-Nachbehandlungssystemen möglich ist, wenn kein Harnstoff mehr in ausreichender Menge vorhanden ist.

Zusammenfassung der bordeigenen Kraftstofferkennung

- Die bordeigene Kraftstofferkennung kann CO₂-neutrale Kraftstoffe erkennen, die unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

Eigenschaften im Vergleich zu den fossilen Kraftstoffen.

- Kraftstoffhersteller, Logistik- und Einzelhandelsunternehmen müssen durch ein Audit-Verfahren prüfen, ob die verkauften Kraftstoffe klimaneutral sind.

- Die On-Board-Kraftstofferkennung kann bei bestehender Fahrzeugtechnik eingesetzt werden. Sie kann sowohl in Neufahrzeugen als auch bei der Nachrüstung bestehender Fahrzeuge eingesetzt werden. Es würde mit bestehenden Motormanagementsystemen mit vorhandenen Sensoren und Aktuatoren funktionieren.

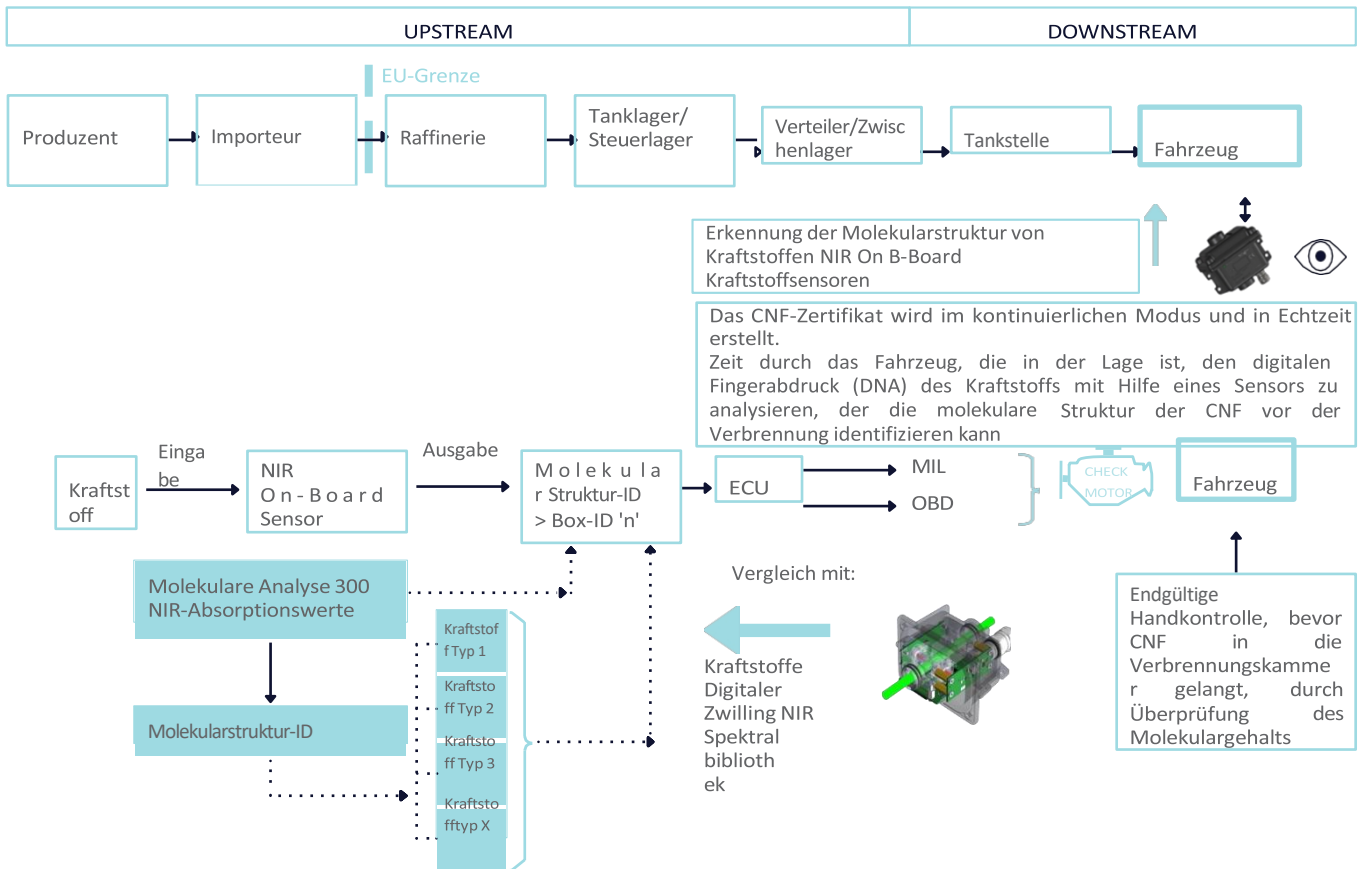
- Die Methode wäre nicht von der Konnektivität des Fahrzeugs abhängig und würde daher unabhängig funktionieren. Für Überwachungszwecke wäre jedoch eine Verbindung zu einer Datenwolke von Vorteil und könnte mit anderen Diensten und Funktionen kombiniert werden.

Option 6 - Fahrzeuginterner Kraftstoffmolekularsensor

Im Bereich der Messung der Kraftstoffqualität werden verschiedene Sensortechnologien eingesetzt, um die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Kraftstoffen zu bewerten. Diese Technologien sind jedoch nur begrenzt in der Lage, zwischen den verschiedenen Kraftstoffarten innerhalb der definierten europäischen Kraftstoffnormen (EN590, EN228, EN15940, EN14214, EN15293) zu unterscheiden. Diese

Die Einschränkung ergibt sich daraus, dass sich die physikalisch-chemischen Eigenschaften von fossilen Kraftstoffen oder CNF innerhalb dieser Normen nicht so stark unterscheiden, dass eine klare Trennung zwischen fossilen und 100 % fos- silfreien Kraftstoffen möglich wäre.

Im Gegensatz dazu wird die NIR-Spektroskopie seit den 1970er- und 1980er-Jahren in verschiedenen Prozessindustrien (Chemie, Raffinerie, Pharma...) zur Qualitätskontrolle organischer Produkte (Ausgangsstoffe, Endprodukte) eingesetzt, seit den 1990er-Jahren auch für Kraftstoffe in Raffinerien. Diese Methode ist schnell, miniaturisiert, zerstörungsfrei und kann in situ durchgeführt werden, was sie ideal für Echtzeitanwendungen zur Entwicklung intelligenter Fahrzeuge macht. Durch die direkte Analyse der molekularen Struktur von Kraftstoffen bietet die NIR-Spektroskopie



detaillierte Einblicke in den Ursprung und die Zusammensetzung des Kraftstoffs (99,9 % bestehend aus Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatomen), was die Identifizierung des Fingerabdrucks der CNFs ermöglicht. Diese Fähigkeit unterstützt die genaue und zuverlässige Unterscheidung zwischen fossilen Kraftstoffen und erneuerbaren, synthetischen oder kohlenstoffneutralen Kraftstoffen.

Bedarf an Vertrauen und Zuversicht

Die Fähigkeit zu garantieren, dass nur CNF in Verbrennungsmotoren (ICE) verbrannt werden, ist entscheidend, um das Vertrauen der Regulierungsbehörden in Europa zu gewinnen. Um die Integrität der Kraftstoffversorgungskette von der Produktion bis zur Verbrennung zu gewährleisten, ist ein robustes und zuverlässiges Detektionssystem erforderlich. Die NIR-Spektroskopie-Technologie bietet diese Sicherheit, indem sie als letzter Prüfschritt zwischen dem Kraftstofftank und dem Motor fungiert. Dieses System bestätigt den Molekulargehalt des

Kraftstoff, so dass zu 100 % sicher ist, dass der verwendete Kraftstoff den CNF-Normen entspricht. Diese abschließende Prüfung ist der Schlüssel zur behördlichen Genehmigung und zur Unterstützung des Übergangs zu nachhaltigen Kraftstofflösungen.

Beschreibung

Das On-Board-HW-System zur Erkennung der Molekularstruktur von Kraftstoffen nutzt die Technologie der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR), um die Molekularstruktur von Kraftstoffen in Echtzeit zu analysieren und zu identifizieren. Diese fortschrittliche Methode ist in der Lage, zwischen verschiedenen Arten von Kraftstoffen, einschließlich kohlenstoffneutraler Kraftstoffe (CNF), auf der Grundlage ihrer einzigartigen molekularen Fingerabdrücke zu unterscheiden. Diese Technologie wird bereits seit den 1970er Jahren in der Prozessindustrie eingesetzt und ist für ihre schnelle, zerstörungsfreie und in-situ-Fähigkeit bekannt, was sie ideal für Echtzeitanwendungen in Fahrzeugen macht.

Postulat 3 ist mit dem Prinzip der Nahinfrarotspektroskopie verbunden

3/ CNF-Eigenschaften werden innerhalb definierter europäischer Kraftstoffstandards gemessen

- Diesel: EN590 (B7) / EN15940 (XtL)/ EN14214
- Ottokraftstoff: EN228 (E-5 / E-10) / EN 15293 (Super Ethanol E85)

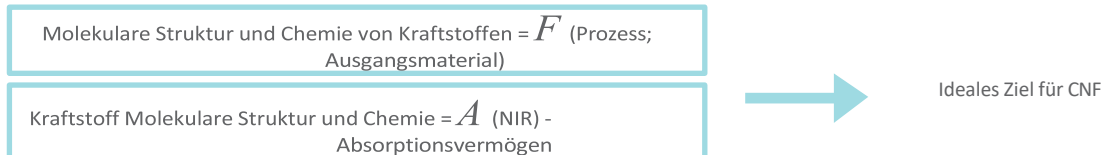
→ Ideales Ziel für CNF

- Die molekulare Struktur und Chemie von CNF unterscheidet sich stark von der molekularen Struktur und Chemie herkömmlicher fossiler Kraftstoffe.

Wenn der Unterschied im Molekulargehalt signifikant ist (in %v), ist es möglich, Biokraftstoffe, erneuerbare Kraftstoffe, synthetische Kraftstoffe und CNF von fossilen Kraftstoffen mit Hilfe von optischen Sensoren (NIR) und Modellen zur Vorhersage der Molekularstruktur zu unterscheiden.

Postulat 3 ist mit dem Prinzip der Nahinfrarotspektroskopie verbunden

- Molekulare Struktur ist Funktion von
 - Das Verfahren zur Herstellung des Endprodukts
 - Das Ausgangsmaterial



Ziel

Das Hauptziel dieser Technologie ist es, Fahrzeuge in die Lage zu versetzen, den Molekulargehalt der verwendeten CNF unter Einhaltung der Umweltvorschriften selbständig zu bestimmen.

Randbedingung "Fit for life"-Ansatz

Die Wirksamkeit der NIR-Spektroskopie bei der Erkennung der molekularen Struktur von Kraftstoffen kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden, die alle durch die umfassende Nutzung und Implementierung dieser Sensoren in aktuellen Fahrzeugsystemen gelöst wurden:

- Kraftstofftemperatur: Genaue Messungen erfordern Temperaturkompensationsmechanismen, um Schwankungen der Molekularschwingungen zu berücksichtigen. Die derzeit verwendeten Sensoren verfügen bereits über diese Kompensationsfunktionen, die unabhängig von der Temperatur präzise Messwerte gewährleisten.

Schwankungen.

- Durchflussbedingungen: Stabile Strömungsbedingungen sind für präzise Messwerte unerlässlich, da Turbulenzen zu Messungenauigkeiten führen können. Diesem Umstand wurde bei bestehenden Sensoren durch Konstruktionsoptimierungen Rechnung getragen, die eine stabile Strömung während der Kraftstoffanalyse gewährleisten.

- Druck in der Kraftstoffleitung: Die Sensoren müssen für den Betrieb unter bestimmten Druckbedingungen ausgelegt sein oder über einen Druckausgleich verfügen, um zuverlässige Daten zu gewährleisten. Moderne Sensoren, die bereits im Einsatz sind, erfüllen diese Anforderungen und sind daher robust und zuverlässig bei unterschiedlichen Druckverhältnissen in der Kraftstoffleitung.

Systemaufbau

Das Systemlayout für den bordeigenen Sensor zur Erkennung der molekularen Struktur von Kraftstoffen umfasst:

- NIR-Sensor: Er wird in die Kraftstoffleitung eingebaut und sendet NIR-Licht durch den Kraftstoff, wobei nachgeschaltete Detektoren die Absorption messen.

trum, um die molekulare Struktur des Kraftstoffs zu bestimmen, wobei umfangreiche Kalibrierungsmodalitäten und Datenbanken genutzt werden.

- ECU-Integration: Die verarbeiteten Daten werden an das Motorsteuergerät (ECU) übermittelt, um den Motor in den degradierten Modus zu versetzen, wenn der gemessene Kraftstoff nicht zu 100 % aus CNF besteht.
- Kommunikationsmodul: Schnittstellen zu On-Board-Diagnosesystemen (OBD) und externen Überwachungsplattformen für kontinuierliche Datenübertragung und Einhaltung von Vorschriften.

Verantwortliche Stakeholder

An der erfolgreichen Einführung und dem Betrieb dieser Technologie sind verschiedene Interessengruppen beteiligt:

- Technologie-Anbieter: Weltweit gibt es eine Vielzahl von Unternehmen, die sich auf die Bereitstellung von NIR-Spektrometern und -Analysatoren spezialisiert haben.
- Fahrzeughersteller: Integrieren Sie den NIR-Sensor und die Datenverarbeitungseinheiten in neue und bestehende Fahrzeugmodelle.
- Regulierungsbehörden: Festlegung von Normen und Richtlinien für den Einsatz von Technologien zur Erkennung molekularer Strukturen in Automobilanwendungen.

Diese Technologie kann auch mit anderen fortschrittlichen Optionen wie dem Digital Handshake kombiniert werden, der eine Massenbilanzierung und digitale Rückverfolgung der Kraftstoffherkunft umfasst, um die Echtheit und Konformität von CNFs in der gesamten Lieferkette zu gewährleisten.

Zusammenfassung der wichtigsten Vorteile von Nachweis der Molekularstruktur von Kraftstoffen an Bord durch NIR-Spektroskopie

- Direkte Molekularstrukturanalyse: Ermöglicht die genaue Identifizierung aller CNF-Typen anhand ihrer molekularen Fingerabdrücke.
- In-Situ-Messungen: Ermöglicht Echtzeitanalysen und -entscheidungen und verbessert die 100%ige Autonomie von Fahrzeugen (Smart Cars), um zu entscheiden, ob es sich um fossile oder nicht-fossile Kraftstoffe gemäß den CNF-Vorschriften handelt.

- Bewährte Technologie: Wird seit Jahrzehnten in verschiedenen Branchen eingesetzt und ist eine bewährte, zuverlässige Methode zur Kontrolle der Kraftstoffqualität.

- Erhältlich in großen Mengen (Opto-Elektronik / Halbleitermarkt)

- Zerstörungsfreie Prüfung: Bewahrt die Integrität der Kraftstoffprobe und bietet gleichzeitig eine umfassende Analyse.

- Fit fürs Leben: Monolithisches System mit automotiven Komponenten, deren Lebensdauer mit der Lebensdauer des Fahrzeugs übereinstimmt, so dass keine Neukalibrierung erforderlich ist.

Option 7 - Bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle

Grundprinzip

Das Grundprinzip zielt auf zwei Hauptaspekte ab:

- Wie kann man Vertrauen in den CNF-Lieferanten schaffen?
- Wie kann sichergestellt werden, dass während der gesamten Dauer der Kraftstoffübertragung keine Manipulationen stattfinden (Manipulationssicherheit)?

Daher beinhaltet diese Lösung eine Authentifizierungsmethode des CNF-Lieferpartners vor Beginn der Kraftstoffübergabe und einen Manipulationsschutz während der Kraftstoffübergabe.

Das Verfahren wurde für die Umfüllung an einer Tankstelle entwickelt, kann aber überall dort eingesetzt werden, wo CNF von einem Zuständigkeitsbereich in einen anderen überführt wird (z.B.: Tanklager à Tankwagen). In der folgenden Beschreibung wird das Beispiel einer Betankung eines Fahrzeugs an einer Tankstelle beschrieben:

- Liefernder Partner = Tankstelle
- Empfangender Partner = Fahrzeug

Beschreibung

Authentifizierung des liefernden Partners

Für die Authentifizierung des Lieferpartners (Tankstelle) muss mindestens ein Partner

benötigt eine Internetverbindung zu einer Authentifizierungsstelle. Die Authentifizierungsstelle kann jede vertrauenswürdige Organisation oder Vereinigung sein, die einen über das Internet zugänglichen digitalen Authentifizierungsdienst anbietet. Zusätzlich ist eine digitale Kommunikation zwischen den beiden Teilnehmern erforderlich. Die Kommunikationsmethode ist nicht wichtig, solange sie bidirektional ist. Eine NFC-Kommunikation zwischen dem Füllstutzen und dem Einfüllstutzen im Fahrzeug wird verwendet, um den Authentifizierungsprozess zu initiieren und um während des gesamten Betankungsvorgangs gegen Manipulationen geschützt zu sein. Abhängig von der Kommunikationsinfrastruktur der Tankstelle kann eine bidirektionale NFC-Kommunikation verwendet werden. Alternativ ist auch eine unidirektionale NFC-Kommunikation mit einem passiven Sender in der Zapfpistole und einem aktiven Empfänger im Füllstutzen sowie eine Over-the-Air-Kommunikation (OTA) über BLE oder Wi-Fi möglich.

Die NFC-Antenne muss so konstruiert sein, dass die NFC-Kommunikation frühestens dann beginnt, wenn der Füllstutzen vollständig in den Einfüllstutzen eingesteckt ist und sofort unterbrochen wird, wenn der Stutzen entfernt wird.

Ein Vorteil der vorgeschlagenen Lösung ist, dass das Fahrzeug während des Tankvorgangs nicht mit dem Internet/der Cloud verbunden sein muss. Der Authentifizierungsprozess an der Tankstelle funktioniert folgendermaßen:

1. Beginn der Kommunikation ausgelöst durch NFC (Düse in Einfüllstutzen eingetreten).
2. Das Fahrzeug sendet eine zufällige Aufforderung an die Tankstelle. Die Zufallsabfrage kann jede Art von digitaler Sicherheitsmethode sein (PIN-TAN, Challenge-Response-Methode, verschlüsselte Nachricht,...). Wichtig: Die Tankstelle kann sie nicht lösen, nur die Authentifizierungsstelle kann sie lösen.
3. Die Tankstelle wendet sich an die Authentifizierungsbehörde. Dazu muss sie sich mit einem digitalen Zertifikat einer zertifizierten CNF-Tankstelle ausweisen.

4. Wenn die Tankstelle als zertifizierte CNF-Tankstelle registriert ist, vertraut die Authentifizierungsbehörde der Tankstelle, löst die Herausforderung und gibt die Lösung zurück.

5. Die Tankstelle gibt die Lösung an das Fahrzeug ab und das Fahrzeug kann die Lösung überprüfen: Wenn die Lösung korrekt ist, verlässt das Fahrzeug die Tankstelle.

Wenn das Fahrzeug über eine Internetverbindung verfügt, funktioniert der Authentifizierungsprozess auf ähnliche Weise. Der Unterschied besteht darin, dass das Fahrzeug die Herausforderung von der Authentifizierungsstelle erhält, die nur von der zertifizierten Tankstelle gelöst werden kann.

Schutz vor Manipulationen beim Umfüllen von Kraftstoff

Um Betrug während des Betankungsvorgangs zu vermeiden, darf die NFC-Kommunikation während des gesamten Betankungsvorgangs nicht unterbrochen werden. Beispielsweise darf die CNF-Zapfpistole nach erfolgreicher Authentifizierung nicht durch eine fossile Zapfpistole ersetzt werden. Eine unterbrochene NFC-Kommunikation zeigt an, dass die CNF-Zapfpistole entfernt worden ist. Außerdem wird der Füllstand des Kraftstofftanks ständig überwacht. Erhöht sich der Füllstand des Kraftstofftanks ohne aktive NFC-Kommunikation, so wird der Betankungsvorgang als Manipulation gewertet und es können entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

Vermeidung von Falschbetankung

Bei den meisten Lösungen erfolgt die Erkennung des falschen Kraftstoffs nach dem Tanken. Mit diesem Vorschlag kann das Fahrzeug die Wiederbefüllung mit falschem Kraftstoff verhindern, wenn es mit einer Vorrichtung ausgestattet ist, die den Kraftstofffluss in den Tank blockiert (z. B.: Ventil nach dem Einfüllstutzen). Dies ist möglich, weil die Prüfung auf CNF vor dem Nachfüllen erfolgt.

Diese Lösung garantiert eine ausschließliche Befüllung mit CNF, wie sie im EU-Verordnungsvorschlag gefordert wird.

Wechselwirkungen mit anderen Lösungen

Die Lösung kann immer dann eingesetzt werden, wenn CNF übertragen wird, so dass weitere Anwendungsfälle berücksichtigt werden können. Dies ist immer dann hilfreich, wenn sich die Partner nicht kennen und Vertrauen aufgebaut werden muss (wie im Beispiel des Betankens an einer Tankstelle). In den meisten anderen Fällen (vorgelagert) kennen sich die Partner, weil der Kraftstoff z.B. von der Tankstelle beim Händler bestellt wurde. In diesem Fall besteht der Vorteil einer Kommunikation darin, dass zusätzliche Informationen zwischen dem abgebenden und dem empfangenden Partner ausgetauscht werden können (z.B.: ein digitaler Lieferschein). Die NFC-Kommunikation und zusätzliche Informationen können helfen, unbeabsichtigte Fehler zu vermeiden und die Genauigkeit anderer Lösungen zu verbessern.

Beispiel für die Vermeidung von unbeabsichtigten Fehlern:

Wenn am Füllstutzen des Tankwagens, der das CNF an die Tankstellen liefert, NFC vorhanden ist und am Anschluss der Tankstelle ein NFC-Gegenstück vorhanden ist, kann eine ungewollte Befüllung der falschen Tanks vermieden werden: Der Tankwagen lehnt die Betankung ab, wenn er nicht an den richtigen CNF-Tank angeschlossen ist.

Beispiel für die Verbesserung der Robustheit anderer Lösungen:

Der Kraftstofftankfüllstandssensor ist keine zuverlässige und genaue Lösung zur Bestimmung der übertragenen Kraftstoffmenge. Verwendung eines Zeitstempels

könnte auch entscheidend sein, um die Synchronität und Eindeutigkeit von Betankungsvorgängen zu gewährleisten, wenn beispielsweise viele Fahrzeuge gleichzeitig betankt werden.

Wenn jedoch eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle besteht, können die fließenden Informationen ausgetauscht werden (elektronische Quittung):

- VIN (Fahrzeug-Identifikationsnummer)
- Informationen zur Tankstelle und zur verwendeten Zapfpistole
- Menge der nachgefüllten CNF
- Datum, Uhrzeit

Mit diesen Informationen ist es ein Leichtes, das CNF-Refilling dem richtigen Fahrzeug zuzuordnen.

Option 8 - CNF ausschließlich auf dem EU-Markt erhältlich

Klassische/fossile Kraftstoffe werden in der EU (oder in bestimmten Mitgliedstaaten) nach 2035 für einige oder alle Fahrzeugkategorien (z. B. Diesel oder Benzin oder Methan) verboten. Alle betroffenen Fahrzeuge müssen CNF verwenden. Beim Überschreiten der Grenzen (Einreise) in die EU (oder in betroffenen Mitgliedsstaaten), müssen gegebenenfalls noch geeignete Maßnahmen festgelegt werden. Der zuständige Akteur ist der Gesetzgeber.

Option 9 - Massenbilanzierte CNF-Versorgung für jedes CNF-Fahrzeug

Verantwortliche Stakeholder



Nutzt Bestehendes, von der EU genehmigtes Zertifizierungssystem

Wie viel CO₂-neutraler Kraftstoff sollte in den Kraftstoffmix eingebracht werden?

So müssen beispielsweise Ziele für das Massenausgleichssystem festgelegt werden:

- Die Zielvorgaben basieren auf dem Anteil CO₂-neutraler Kraftstoffe an den Fahrzeugen im Parkhaus.

Ziel

1. Bereitstellung von CO₂-neutralen Kraftstoffen auf dem Markt auf der Grundlage des festgelegten Ziels.
2. Zunehmende Verfügbarkeit in Märkten/Gebieten, in denen erneuerbare Kraftstoffe derzeit nicht verfügbar sind
3. Chance für erneuerbare Kraftstoffe, wenn die Produktions- oder Vertriebsverfahren keine Unterscheidung zwischen fossilen und erneuerbaren Bestandteilen zulassen
4. Ein Mechanismus zur Verfolgung CO₂-neutraler Kraftstoffe kann auch Nachhaltigkeitsdaten für eine einfachere Berichterstattung enthalten.

Beschreibung

Der Massenausgleich wird heute bereits in mehreren Sektoren eingesetzt, z. B. in der

- Elektrizität
- Flugkraftstoff
- Chemische Industrie
- Biomethan und Biokraftstoffe

Die Massenbilanzierung wird häufig eingesetzt, wenn die Produktions- oder Vertriebsverfahren keine Unterscheidung zwischen fossilen und erneuerbaren Bestandteilen zulassen oder wenn das physische Produkt nicht verfügbar ist.

Ein weiterer Ansatz ist das "Book and Claim"-System. Der Kunde, der einen Anspruch auf CO₂-neutrale Kraftstoffe erhebt, verwendet nicht unbedingt das physische erneuerbare Produkt, aber dieser Mechanismus stellt sicher, dass die gleiche Menge auf globaler Basis auf den Markt gebracht und somit anderswo verbraucht wird. Ein Zertifizierungsmechanismus verfolgt alle CO₂-neutralen Kraftstoffe, die produziert und dann geltend gemacht werden.

Wenn beispielsweise ein bestimmter Prozentsatz der in einem Markt (z. B. in Deutschland) zugelassenen Fahrzeuge ausschließlich mit CNF betrieben wird (%-Einheit), sind die Kraftstofflieferanten verpflichtet, dafür zu sorgen, dass ein entsprechender Prozentsatz an CO₂-neutralen

Kraftstoff (%vol) im Kraftstoffnetz verfügbar ist.

Diese Methode bietet jedoch keinen Mechanismus, mit dem die Fahrzeuge erkennen können, ob sie mit CO₂-neutralem Kraftstoff betrieben werden. Da außerdem an der Verkaufsstelle nicht zwischen den Kraftstoffen unterschieden wird, dürfte die Einbeziehung CO₂-neutraler Kraftstoffe zu einem Anstieg der Gesamtkraftstoffpreise auf dem Markt führen.

Um die Einhaltung der Vorschriften und die Transparenz zu gewährleisten, muss der Anteil an CO₂-neutralem Kraftstoff durch bestehende, von der Europäischen Union anerkannte Zertifizierungsverfahren überprüft werden.

Systemaufbau und Randbedingungen

Dieser Mechanismus besteht aus 3 Aspekten:

1. Bestehende Zertifizierungssysteme in Übereinstimmung mit RED II zur Zertifizierung der Lieferung vom Ursprungsort bis zum Händler mit oder ohne Lagerung (Verteiler).
2. Eine Reihe von Zielvorgaben, die in einer EU-/Nationalverordnung festgelegt sind und die Menge des Kraftstoffs bestimmen, der in den Kraftstoffmix aufgenommen werden soll.
3. Es gibt keine Unterscheidung zwischen fossilen und CO₂-Kraftstoffen an den Tankstellen

Option 10 - Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs

Die Kraftstoffverbrauchsbilanzierung ist ein Softwarelösung, die den Kraftstoffverbrauch eines jeden Fahrzeugs verfolgt. Ein Gerät im Fahrzeug misst den Kraftstoffverbrauch und überträgt diese Daten drahtlos an die Software und speichert sie im Fahrzeugkonto. Der Fahrzeugbetreiber muss CNF-Zertifikate erwerben, die dem Kraftstoff verwendet. Die Softwareplattform erleichtert den Erwerb dieser Zertifikate und kommuniziert direkt mit dem CNF-Register, um verwendete Zertifikate für ungültig erklären. Basierend auf dem Zertifikat

Bei Einhaltung der Vorschriften signalisiert das System dem Fahrzeug, dass es die Anreizmaßnahmen aktivieren oder nicht aktivieren soll.

Beschreibung

Das Fuel Usage Balancing Gerät misst die Menge an Kraftstoff, z.B. 250 kg Biomethan, die in das Tanksystem des Fahrzeugs eingefüllt wird. Das Fuel Usage Balancing Gerät kann an alle Arten von Kraftstoffen angepasst werden, d. h. an gasförmige, flüssige oder elektrische. Sie erkennt nicht die Herkunft des Kraftstoffs, d.h. ob es sich um fossiles oder erneuerbares Methan (=Biomethan oder synthetisches Methan) handelt.

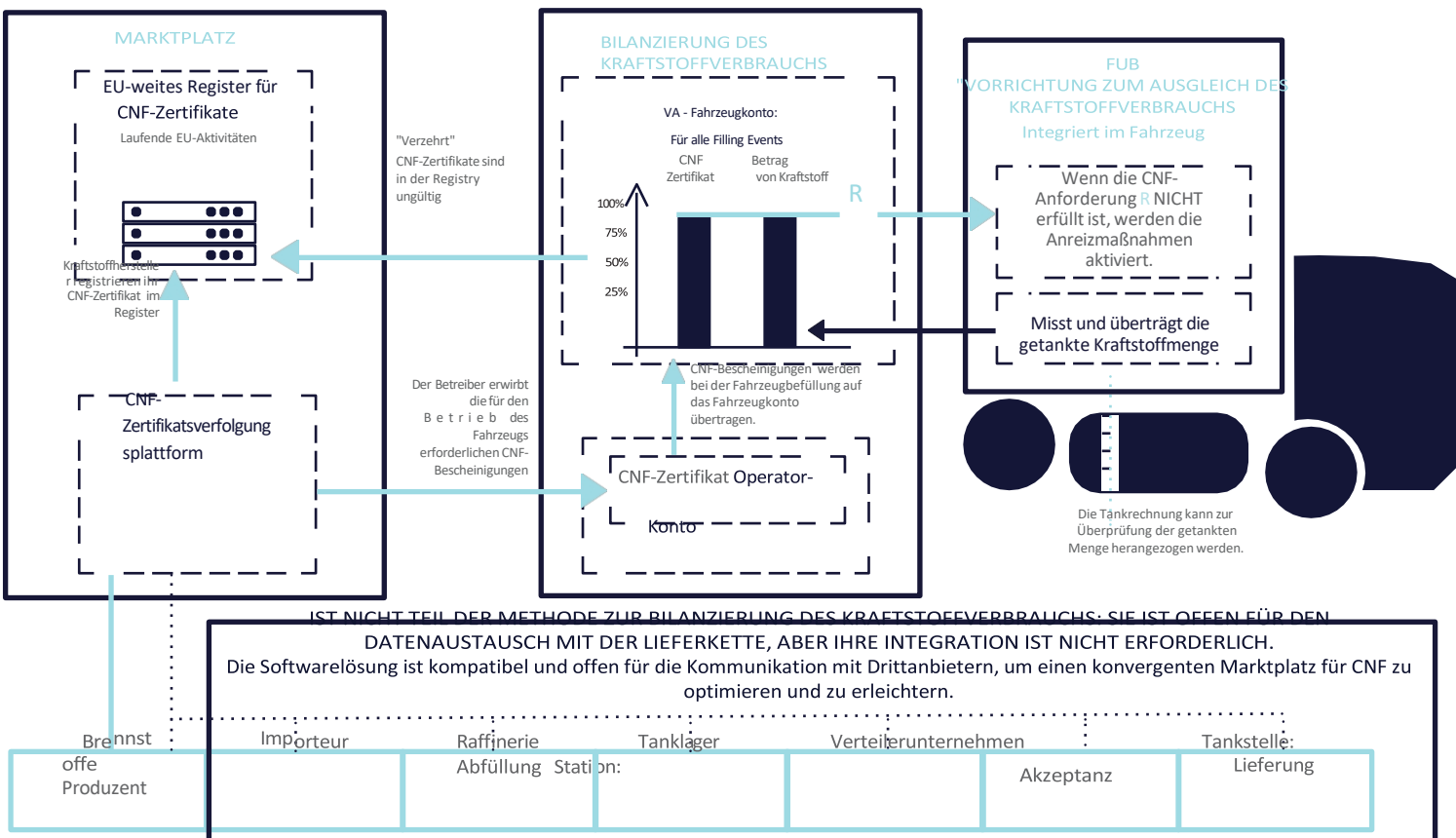
Das Fuel Usage Balancing kommuniziert über die Luft mit der Fuel Usage Balancing Softwarelösung. Die Software stellt ein Konto für jedes einzelne Fahrzeug zur Verfügung, empfängt die Informationen über die getankte Kraftstoffmenge über die Luft und weist dem Konto dieses Fahrzeugs eine entsprechende Anzahl von CNF-Zertifikaten zu, die vom Konto des Betreibers übertragen werden, das ebenfalls von der Software bereitgestellt wird. Die

Die Fuel Usage Balancing-Software steht in direkter Kommunikation mit der Handelsplattform/dem Register für CNF-Zertifikate. CNF-Zertifikats-IDs, die einem Fahrzeug zugewiesen wurden, werden an die Handelsplattform/ das Register übermittelt und somit als verbraucht entwertet.

Der Betreiber des Fahrzeugs ist dafür verantwortlich, rechtzeitig eine ausreichende Anzahl von CNF-Zertifikaten für jeden Füllvorgang des Fahrzeugs zu erwerben. Die Software ist offen für die Verbindung des Fahrzeugbetreibers mit anderen Marktteilnehmern, die CNF anbieten und vertreiben, und schafft so einen digitalen Marktplatz für CNF und CNF-Zertifikate. So haben die Betreiber einen einfachen und bequemen Zugang zum Erwerb von CNF-Zertifikaten für ihre Fahrzeuge.

Ist die getankte Kraftstoffmenge durch die CNF-Zertifikate wie gefordert abgedeckt, sendet die Software ein Signal an das Fahrzeug zurück und die Kraftstoffverbrauchsausgleichsvorrichtung ermöglicht den uneingeschränkten Betrieb des Fahrzeugs. Im Falle unzureichender CNF-Zertifikate kann die Kraftstoffverbrauchsbilanzierung eine breite Palette von Anreizen einsetzen

Schaubild 5.4



Maßnahmen bis hin zur Verweigerung des Betriebs.

Das Fuel Usage Balancing ist somit in der Lage, den Betrieb einzelner Fahrzeuge in Abhängigkeit von der Einhaltung des geforderten CNF-Anteils im Betrieb zu steuern und ein breites Spektrum an Anreizeffekten zu aktivieren. Das Gerät kann entweder (a) direkt die Befüllung des Tanksystems aktivieren/deaktivieren/begrenzen oder (b) den Verbrauch (Rate) aus dem Tanksystem selbst deaktivieren oder begrenzen, oder (c) das Gerät kann ein elektronisches Signal an das Bordsteuerungssystem des Fahrzeugs zur Durchführung von Anreizeffekten liefern, oder (d) Daten, z.B. die aktuelle CNF-Deckung, für Zwecke der monetären Konsequenzen (Anreize zur Überschreitung und/oder Strafen bei Unterschreitung der CNF-Deckung) bereitstellen.

Jedes Fahrzeug ist mit einem FUB-Device (Funktionalität) ausgestattet. Der Rest der Implementierung ist softwarebasiert. Diese Software verbindet die CNF-Zertifikate direkt mit den einzelnen Fahrzeugen. Auf diese Weise beseitigt die Fuel Usage Balancing Methodology ein wesentliches Hindernis für alternative Kraftstoffe - die begrenzte Verfügbarkeit von Tankstelleninfrastrukturen -, indem sie den Betrieb der gesamten Versorgungskette ohne jegliche Änderungen ermöglicht.

Die Softwarelösung für die Kraftstoffverbrauchsbilanzierung ist zertifiziert, ihre Kommunikation ist verschlüsselt, ihre Datenspeicherung und ihre Überprüfungsverfahren gewährleisten einen zuverlässigen Nachweis für die Einhaltung der CNF-Vorschriften durch jedes Fahrzeug. Die Softwarelösung bietet bei Bedarf Schnittstellen zu allen anderen Beteiligten entlang der Lieferkette für deren Dokumentationsanforderungen. Eine direkte Kommunikation zwischen einer bestimmten Tankstelle und einem bestimmten Fahrzeug ist nicht erforderlich.

Technisch gesehen wird bei dieser Methode der Anteil des CNF-Kraftstoffs erfasst, der von jedem Fahrzeug verwendet wird, was analog zu anderen Methoden ist, die zuvor in verschiedenen Entwürfen von Emissionsvorschriften diskutiert wurden. Die Fahrzeugklasse "ausschließlich mit CNF betrieben" entspricht der Forderung nach einem tatsächlichen CNF-Anteil von 100 %. Während einer Übergangszeit wird jedoch die kontinuierliche Verfolgung des CNF-Anteils und die Möglichkeit, einen minimal erforderlichen CNF-Anteil zu "programmieren"

für jedes einzelne Fahrzeug eröffnet eine breite Palette von Anreizen und Übergangsdefinitionen, um einen marktgesteuerten Übergang zu CNF zu erleichtern.

Diese Methode funktioniert für alle Arten von Energie ist sowohl auf gasförmige als auch auf flüssige oder elektrische Kraftstoffe anwendbar. Es ermöglicht der Politik, eine breite Palette von Maßnahmen und Regelungen umzusetzen, die speziell auf die Herausforderungen der einzelnen Kraftstoffarten zugeschnitten sind.

Einige weitere Aspekte über den Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs:

1. In der Übergangsphase von der Einführung bis zum Jahr 2035 bietet es eine große Flexibilität. Diese Flexibilität kann entscheidend sein, um die Nachfrage mit den CNF-Produktionskapazitäten im Laufe der Zeit in Einklang zu bringen, und sie kann dazu beitragen, dass die kommerzielle Rentabilität von Anfang an während des gesamten Übergangszeitraums gewährleistet ist.

2. Die CNF-Anforderungen oder Anreize können je nach geografischer Position des Fahrzeugs aktiviert werden, d. h. Anreize werden nur innerhalb der EU, in ausgewählten EU-Staaten, länderspezifisch (z. B. Maut) oder in neuen EU-Mitgliedstaaten aktiviert.

3. Fuel Usage Balancing kann vollständig deaktiviert werden, wenn es außerhalb der EU verkauft wird.

4. Die Methode bietet den Fahrzeugherstellern Sicherheit für die Auswirkungen von CNF-Fahrzeugen auf ihre CO₂-Flottenplanung und -berichterstattung, da die Software eine glaubwürdige, manipulations sichere Verifizierung der Anzahl der CNF-Fahrzeuge und des CNF-Anteils für jeden Hersteller bietet.

5. Das Fuel Usage Balancing verfügt über eine Schnittstelle für Fahrzeughersteller zu Service- und Reparaturzwecken, z.B. wenn ein FUB-relevantes Teil aufgrund von Beschädigung oder Defekt ausgetauscht werden muss.

6. Ist das Gerät vollständig in das Tanksystem integriert, kann es auf Wunsch auch in bestehende Fahrzeuge nachgerüstet werden.

7. Eine Umsetzung und flexible Anpassung an zukünftige Marktentwicklungen ist möglich, z.B. durch die Möglichkeit einer Ausgleichsperiode, d.h. der CNF-Zertifikatedeckungsgrad muss (a) vor dem Befüllungsprozess oder (b) innerhalb eines bestimmten Zeitraums nach dem Befüllungsprozess, z.B. ein Tag, eine Woche oder ein Kalenderjahr, den erforderlichen CNF-Anteil erreichen.

8. Die Zertifikate sind so zuverlässig wie das Zertifizierungssystem selbst. Da für Kraftstoffhersteller ein EU-spezifisches Audit vorgesehen ist, das sie zur Ausstellung von CNF-Zertifikaten befähigt, und da alle CNF-Zertifikate in einem EU-weiten System registriert werden, wird nur die verfügbare Menge verkauft, d. h. eine Doppelzählung wird verhindert.

Unterschied zu Option 11:

#11: "Kombinierter Massenausgleich - DFTS mit digitalem Handshake"

1. Das Fuel Usage Balancing verfolgt den grundlegend anderen Ansatz, das Fahrzeug direkt mit den CNF-Zertifikaten zu verknüpfen, ohne dass eine Partei dazwischengeschaltet werden muss. Dies ist ein Schlüsselement für einen schnellen und bequemen Übergang zu CNF, da die gesamte Versorgungskette ohne Änderungen funktionieren kann.

2. Sie verlagert die Verantwortung für den Erwerb von CNF-Bescheinigungen auf den Betreiber des Fahrzeugs, also auf die gleiche Stelle, die auch für den Erwerb des Kraftstoffs verantwortlich ist.

3. Die FUB benötigt nicht das Schlüssel-Element der Methode #11 - einen digitalen Handshake mit der Tankstelle, sondern einen Handshake mit der FUB-Software auf der Bedienerseite des Fahrzeugs.

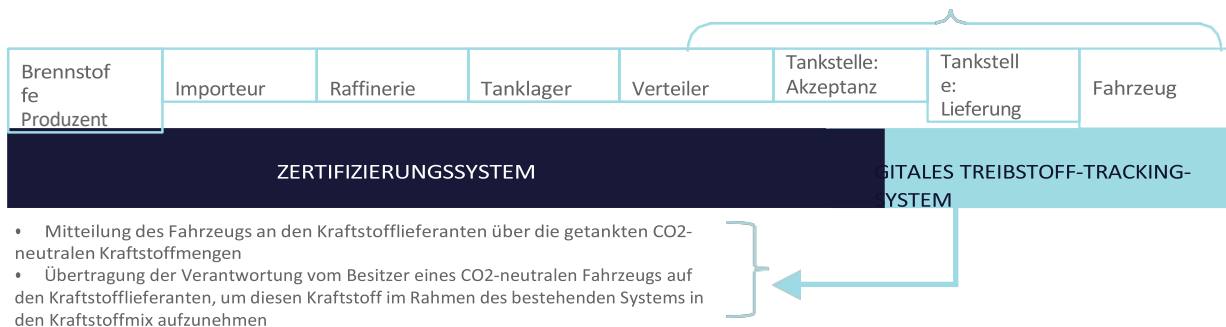
4. Eine Kraftstoffverbrauchsbilanzierung ist nicht da z u gedacht, CNF physikalisch zu verfolgen, d.h. ob die tatsächlichen Moleküle kohlenstoffneutralen Ursprungs sind oder nicht. Sie basiert auf dem Prinzip des Massenausgleichs, das auf der Ebene des einzelnen Fahrzeugs angewandt und kontrolliert wird.

Option 11 - Kombiniert - Upstream: Massenausgleich - Downstream: DFTS mit digitalem Handshake)

Verantwortliche Stakeholder Ziel

Durchsetzung und Überwachung der Menge an CO2-neutralen Kraftstoffen, die von CO2-neutralen Unternehmen verwendet werden

- Digitale Softwarelösung, die Transparenz und Überschaubarkeit von CNF-Volumen ermöglicht.
- Bietet dem Fahrzeug einen kritischen digitalen Handshake, um den Betrieb fortzusetzen
- Wenn das CNF-Fahrzeug ohne eine Bestätigung durch einen "digitalen Handshake" tankt, kann das Fahrzeug nicht fahren und das Induktionssystem wird aktiviert.



Nur-Kraftstoff-Fahrzeuge, die auf den Markt gebracht werden. Um den Übergang zu CO₂-freien Fahrzeugen zu ermöglichen und gleichzeitig die Marktfähigkeit zu gewährleisten.

Beschreibung

Diese Strategie stützt sich auf zwei Grundprinzipien: Massenausgleich und DFTS

Massenausgleich

Siehe Option 9.

Digitales Kraftstoffüberwachungssystem (Softwarelösung)

In diesem Fall verbindet das DFTS die vom bestehenden Zertifizierungssystem bereitgestellten Daten digital mit dem CO₂-neutralen Fahrzeug an der Verkaufsstation. Alle Daten sollten in einem Datenraum gespeichert und gesichert werden. Der aktuelle Aufbau könnte im Steuerlager mit dem Nachhaltigkeitsnachweis (PoS) als Hauptinformation beginnen. Die DFTS-Lösung wird zertifiziert und übernimmt die Verantwortung für das Datenhosting und kann als Datencontainer betrachtet werden, um das Zertifikat durch das System zu führen. Die vom DFTS bereitgestellten Daten stellen sicher, dass das Fahrzeug nur an Tankstellen betrieben wird, die sicherstellen, dass ihr absoluter Wert an CO₂-neutralem Kraftstoff in ihren Kraftstoffmix aufgenommen wird.

Die Kombination dieser beiden Prinzipien ermöglicht es, nach einem marktgesteuerten Prinzip zu arbeiten, das den Besitzern von CO₂-neutralen Fahrzeugen vorschreibt.

Fahrzeuge ausschließlich CO₂-neutrale Kraftstoffe kaufen. Diese Verbraucher werden ihren bevorzugten Kraftstoffdienstleister auswählen, der eine digitale Softwarelösung anbieten muss, um die genaue Zuordnung des CO₂-neutralen Kraftstoffs vom Fahrzeughalter zum Kraftstoffanbieter zu erleichtern und so den resultierenden CO₂-neutralen Kraftstoff in den Gesamtmix zu liefern.

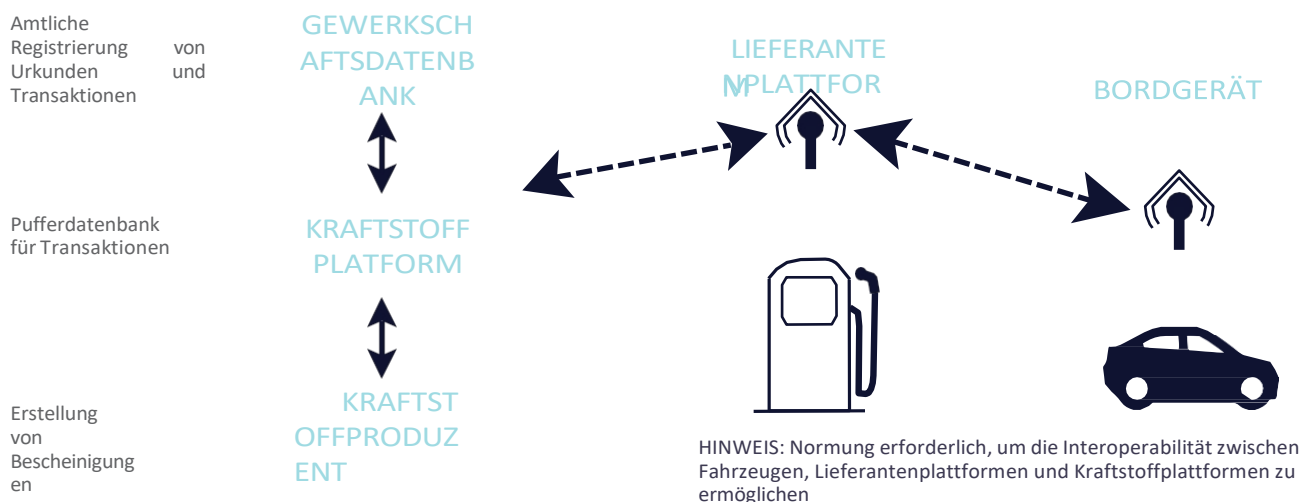
Bei diesem System wird Kunden, die sich für CO₂-neutrale Kraftstoffe entscheiden, nicht garantiert, dass sie das physische erneuerbare Produkt erhalten, sondern es wird sichergestellt, dass eine äquivalente Menge CO₂-neutraler Kraftstoffe auf den Markt gebracht und an anderer Stelle verbraucht wird, was den Grundsätzen der Nachhaltigkeit und der Umweltverantwortung auf der Grundlage der von der Richtlinie über erneuerbare Energien genehmigten Zertifizierungssysteme entspricht. Diese Methode unterstreicht die Bedeutung der digitalen Nachverfolgung, um die Integrität der Behauptungen über CO₂-neutrale Kraftstoffe zu wahren.

Diese Überwachungslösung nutzt beide Prinzipien, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug über ein Anreizsystem verfügt, das die Verwendung von CO₂-neutralen Kraftstoffen überwacht.

Systemaufbau und Randbedingungen

Dieser Mechanismus besteht aus 2 Aspekten:

1. Bestehende Zertifizierungssysteme in Übereinstimmung mit RED II zur Zertifizierung der Lieferung vom Ursprungsort bis zum Händler mit oder ohne Lagerung



(Verteiler).

2. Eine Softwarelösung, die verschiedene Geräte nutzt, die in der Tankstelle und im Fahrzeug installiert sind und über die Luft (OTA) miteinander kommunizieren können. Das Gerät in der Tankstelle ist wiederum mit der bereits erwähnten digitalen Kraftstoffplattform verbunden. Das Gerät im Fahrzeug ist mit dem Motorsteuergerät des Fahrzeugs verbunden. Jedes Mal, wenn die CNF-Fahrzeuge einen Tankvorgang benötigen, findet ein neuer digitaler Handshake zwischen dem Fahrzeug und der Tankstelle statt. Die CNF-Fahrzeuge erteilen dem Kraftstofflieferanten über die digitale Kraftstoffplattform den Auftrag, CNF in den Pool zu bringen. Nur wenn die Zertifikate verfügbar sind (oder gebucht werden können), wird der digitale Handshake erfolgreich abgeschlossen, und das Fahrzeug fährt normal weiter. Sind die CNF nicht verfügbar oder kommt der Handshake nicht zustande, greift das Fahrzeug auf das (noch zu definierende) Anreizsystem zurück.

Diese Softwarelösung muss transparent und überprüfbar sein (ähnlich dem bestehenden europäischen Zertifizierungssystem), um eine korrekte und klare Abrechnung der CO₂-neutralen Kraftstoffmengen zu ermöglichen, die der Kraftstofflieferant an CNF-Fahrzeuge verkauft hat. Die sich daraus ergebende Menge müsste dem Kraftstoffmix mit dem entsprechenden europäischen Zertifikat für den CO₂-neutralen Kraftstoff beigemischt werden.

Die Tankstelle (öffentlich zugänglich oder für firmeneigene Flotten) ist mit dieser digitalen Plattform verbunden und "verbraucht" die Zertifikate entsprechend der Menge des gelieferten Kraftstoffs. Die Plattform wird die Möglichkeit bieten, verschiedene Ausgleichskriterien zu definieren, wie z. B. den vollständigen Ausgleich zwischen dem gelieferten Kraftstoff und den erworbenen Zertifikaten am Ende eines vorher festgelegten Zeitraums (z. B. einmal pro Monat).

Diese Lösung nutzt die bestehende Kraftstoffversorgungsinfrastruktur und das Zertifizierungssystem für RFNBOs und Biokraftstoffe der Europäischen Union (REDII/III), um eine robuste Lösung zu bieten, die die Verwendung von Fahrzeugen mit CO₂-neutralen Kraftstoff auf dem Markt durchsetzt, solange sie CO₂-neutralen Kraftstoff tanken.

Bei dieser Lösung handelt es sich um einen marktorientierten Ansatz, da die Besitzer CO₂-neutraler Fahrzeuge den Auftrag haben, nur CO₂-neutrale Kraftstoffe zu kaufen. Sie wählen ihren Kraftstoffanbieter aus, der über eine Softwarelösung verfügen muss, die den korrekten Transfer vom Fahrzeughalter zum Kraftstoffanbieter ermöglicht, um den CO₂-neutralen Kraftstoff in den Kraftstoffmix aufzunehmen.

Ähnlich wie Lösung 5 (DFTS 100%) ermöglicht dieser Ansatz eine effiziente Einführung von CO₂-neutralen Kraftstoffen auf dem Markt, die die bestehende Infrastruktur nutzt und unnötige Kosten minimiert, um diese neue Fahrzeugklasse erfolgreich zu dekarbonisieren. Darüber hinaus wird die Zertifizierung nachhaltiger Kraftstoffe durch die Nutzung bestehender Zertifizierungssysteme auf der Grundlage der Richtlinie über erneuerbare Energien harmonisiert.

9.2 Beschreibung der einschlägigen Vorschriften

Kategorie A: Andere Vorschriften, die Anforderungen an die CNF-Definition, den Betankungsmonitor oder das Betankungsinduktionssystem vorschlagen

Kategorie B: Andere Regelungen, die mit der Einführung einer neuen Fahrzeugklasse, die ausschließlich mit CNF betrieben wird, ihren Geltungsbereich übernehmen könnten

Gekürzte Verordnung	Kategorie	Kontext
<u>ROT</u>	A	<p>Die europäische Richtlinie über erneuerbare Energien (RED III) ist Teil des Pakets "Fit for 55", erhöht den Ehrgeiz des Ziels für erneuerbare Energien bis 2030 und legt konkrete Ziele fest, die die Mitgliedstaaten in Sektoren wie Industrie, Verkehr und Gebäude (Fernwärme und -kühlung) erreichen müssen.</p> <p>1. Allgemeines Ziel: RED III zielt darauf ab, den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2030 auf 42,5 % zu erhöhen, wobei ein zusätzliches indikatives Ziel von 2,5 % festgelegt wurde.</p> <p>2. Definitionen: Erneuerbare Kraftstoffe" sind Biokraftstoffe, flüssige BioKraftstoffe, Kraftstoffe aus Biomasse und erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs; Biokraftstoffe" sind flüssige Kraftstoffe für den Verkehr, die aus Biomasse hergestellt werden; Biomasse" ist der biologisch abbaubare Teil von Erzeugnissen, Abfällen und Rückständen biologischen Ursprungs aus der Landwirtschaft, einschließlich pflanzlicher und tierischer Stoffe, aus der Forstwirtschaft und damit verbundenen Industriezweigen, einschließlich Fischerei und Aquakultur, sowie der biologisch abbaubare Teil von Abfällen, einschließlich Industrie- und Siedlungsabfällen biologischen Ursprungs; Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs": flüssige und gasförmige Kraftstoffe, deren Energiegehalt aus anderen erneuerbaren Quellen als Biomasse gewonnen wird</p> <p>3. Sektor Verkehr Die Mitgliedstaaten müssen zwischen zwei Möglichkeiten der Einhaltung wählen: Ein verbindlicher Anteil von mindestens 29 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor bis 2030. Ein verbindliches Ziel zur Verringerung der Treibhausgasintensität im Verkehr um 14,5 % innerhalb des gleichen Zeitrahmens. Die neuen Vorschriften legen auch ein kombiniertes verbindliches sekundäres Ziel von 5,5 % für fortschrittliche Biokraftstoffe (Rohstoffe gemäß Anhang IX Teil A) mit mindestens 1 % RFNBO für den Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor bis 2030 fest. Die energetischen Quoten enthalten mehrere Multiplikatoren, z.B. eine Doppelzählung für fortschrittliche Biokraftstoffe und RFNBOs Nachhaltigkeits- und Treibhausgaskriterien: Erneuerbare Kraftstoffe müssen die in der Richtlinie festgelegten Nachhaltigkeitskriterien erfüllen, um sicherzustellen, dass sie keine negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die Lebens- und Futtermittelkette haben. Darüber hinaus müssen alle erneuerbaren Kraftstoffe Emissionsminderungen erfüllen (50-65% Biokraftstoffe, 70% RFNBOs).</p>
<u>Eurovignette</u>	B	<p>Verordnung über das Lkw-Mautsystem in der EU. Es gibt verschiedene CO2-Klassen, die auf dem Auspuff- CO2-Wert basieren. CNF-Lkw können einen großen wirtschaftlichen Nutzen haben, wenn sie in dieser Verordnung als emissionsfreie Fahrzeuge betrachtet werden. CO2-Emissionsklasse 5 - Nullemissionsfahrzeuge ausdrücklich einschließlich vCNF. Siehe Erwägungsgrund (26) Um die leistungsfähigsten schweren Nutzfahrzeuge zu belohnen, sollten die Mitgliedstaaten die Möglichkeit haben, die höchsten Gebührenermäßigungen auf Fahrzeuge anzuwenden, die ohne Auspuffemissionen betrieben werden.</p>
<u>GHG Abrechnung Transportdienstleistungen</u>	B	<p>"Eingabedaten und Quellen - Bereitstellung eines harmonisierten Ansatzes für Eingabedaten durch Schaffung von A n r e i z e n für die Verwendung von Primärdaten, Zulassung von modellierten Daten, Erhöhung der Zuverlässigkeit, Zugänglichkeit und Angemessenheit von Standardwerten und Abschwächung von Diskrepanzen zwischen nationalen, regionalen und sektoralen Datensätzen". vCNF sollte Standarddaten "0" annehmen, aber als Primärdaten vollen Anreiz erhalten.</p>
<u>CVD</u>	B	<p>Saubere schwere Nutzfahrzeuge sollten durch die Verwendung von alternativen Kraftstoffen im Einklang mit der Richtlinie 2014/94/EU definiert werden. Sollen flüssige Biokraftstoffe, synthetische oder paraffinische Kraftstoffe in pro- duzierten Fahrzeugen verwendet werden, müssen die öffentlichen Auftraggeber und Vergabestellen durch verbindliche Vertragsklauseln oder durch ähnlich wirksame Mittel im Rahmen des öffentlichen Beschaffungsverfahrens sicherstellen, dass nur solche Kraftstoffe in diesen Fahrzeugen verwendet werden. vCNF müssen ohne weitere öffentliche Kraftstoffbeschaffungsverfahren anerkannt werden.</p>
<u>DE-EstG</u>	B	<p>CNF-Einkommensteuerermäßigung.</p>

<u>Gesetz über die Widerstandsfähigkeit im Internet</u>	A	Die Anforderungen an die Cybersicherheit digitaler Lösungen müssen mit dieser Expertenregelung + UN155 übereinstimmen.
<u>EU7</u>	A	CO2-Ziele In der Verordnung (EU) 2019/631 heißt es in Artikel 1.2 "... gemessen gemäß der Verordnung (EU) 2017/1151". Dies bedeutet, dass die Rechtsvorschriften für die Emissions-Typgenehmigung das CO2-Messverfahren (in Anhang XXI) enthalten. Es wird das am Auspuff gemessene CO2 verwendet, es gibt keine Anerkennung von CNF. Euro 7 wird als Verordnung (EU) 2024/1257 veröffentlicht, in der die allgemeinen Verpflichtungen für Hersteller festgelegt sind, die eine Emissions-Typgenehmigung für ein Fahrzeug des Typs LDV oder HDV beantragen. Die Durchführungsverordnung mit Einzelheiten zu den Messverfahren ist noch in Arbeit. Der einzige verbleibende Verweis auf eine spezielle Fahrzeugkategorie für CO2-neutrale Kraftstoffe findet sich in Erwägungsgrund 30: "Wenn die Kommission einen Vorschlag für die Zulassung neuer leichter Nutzfahrzeuge nach 2035 vorlegt, die ausschließlich mit CO2-neutralen Kraftstoffen außerhalb des Geltungsbereichs der CO2-Flottenstandards betrieben werden, und in Übereinstimmung mit dem Unionsrecht und dem Klimaneutralitätsziel der Union, muss diese Verordnung geändert werden, um die Möglichkeit einer Typgenehmigung für solche Fahrzeuge aufzunehmen."
<u>Durchführungsgesetz zum ETS</u>	A	Im Rahmen des ETS (Art. 14.1) wird der Biomasse in allen Sektoren, die unter diese Richtlinie fallen, einschließlich des Luft-, See- und Verkehrsverkehrs, ein Nullemissionsfaktor zugewiesen. Allerdings werden auch die RFNBOs und RCFs gemäß einem neuen Umsetzungsgesetz im Sommer 2024 mit Null angesetzt.
<u>IPCC-Leitlinien</u>	B	Definiert Bilanzierungsregeln für nationale CO2-Inventare, alle Sektoren einschließlich Straßenverkehr. Biokraftstoffe werden als kohlenstoffneutral definiert, eFuels sind nicht definiert und könnten daher mit der TTW-Logik wie fossile Kraftstoffe behandelt werden.
<u>ADR</u>	B	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße". Das ADR umfasst Vorschriften für den Straßenverkehr in Bezug auf Verpackung, Ladungssicherung, Klassifizierung und Kennzeichnung von Gefahrgut. Heute sind alle EU-Mitglieder auch Unterzeichner des ADR. Das ADR wird durch Umsetzung in das jeweilige nationale Recht wirksam. Die Bestimmungen des ADR sind somit rechtlich verankert und somit für die Beförderung von gefährlichen Gütern verbindlich. Darüber hinaus regelt das ADR, wie Verstöße oder völlige Missachtung der Vorschriften behandelt und sanktioniert werden.
<u>RID</u>	B	Die Verordnung über die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID). Diese Verordnung gilt für den internationalen Verkehr. Die Richtlinie 2008/68/EG setzt das RID in das interne Recht der EU um, auch für den nationalen Verkehr. Die Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Schiene sind auch mit den Vorschriften für den Straßenverkehr (ADR) und die Binnenschifffahrt (ADN) harmonisiert.
<u>ADN</u>	B	Das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) zielt darauf ab, ein hohes Sicherheitsniveau bei der internationalen Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen zu gewährleisten, einen wirksamen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, indem jegliche Verschmutzung infolge von Unfällen oder Zwischenfällen während dieser Beförderung verhindert wird, und die Beförderung zu erleichtern und den internationalen Handel mit gefährlichen Gütern zu fördern.
<u>DE228</u>	B	Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Bleifreies Benzin - Anforderungen und Prüfverfahren. Diese Europäische Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren für vermarktetes und abgegebenes unverbleites Benzin fest. Sie gilt für unverbleites Benzin zur Verwendung in Fahrzeugen mit Ottomotor, die für den Betrieb mit unverbleitem Benzin ausgelegt sind.
EN590	B	Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Diesel - Anforderungen und Prüfverfahren. Diese Europäische Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren für in Verkehr gebrachten und gelieferten Dieseldieselkraftstoff für Kraftfahrzeuge fest. Sie gilt für Kraftfahrzeug-Dieseldieselkraftstoff zur Verwendung in Fahrzeugen mit Dieselmotoren, die für den Betrieb mit Kraftfahrzeug-Dieseldieselkraftstoff ausgelegt sind.
EN589	A	Legt Anforderungen und Prüfverfahren für in Verkehr gebrachtes und geliefertes Flüssiggas (LPG) für Kraftfahrzeuge fest, wobei LPG als Niederdruck-Flüssiggas definiert ist, das aus einem oder mehreren leichten Kohlenwasserstoffen besteht, die nur den UN-Nummern 1011, 1075, 1965, 1969 oder 1978 zugeordnet sind, und das hauptsächlich aus Propan, Propen, Butan, Butanisomeren und Butenen mit Spuren anderer Kohlenwasserstoffgase besteht. Diese Norm gilt für Autogas (LPG) zur Verwendung in Fahrzeugen mit LPG-Motor, die für den Betrieb mit Autogas (LPG) ausgelegt sind. Sie kann auch für BioLPG gelten.

EN15940	B	Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Paraffinischer Dieseldieselkraftstoff aus Synthese oder Hydrotreatment - Anforderungen und Prüfverfahren. Diese Europäische Norm beschreibt Anforderungen und Prüfverfahren für in Verkehr gebrachten und gelieferten paraffinischen Dieseldieselkraftstoff mit einem Gehalt von bis zu 7,0 % (V/V) Fettsäuremethylester (FAME). Sie gilt für Kraftstoff zur Verwendung in Dieselmotoren und Fahrzeugen, die mit paraffinischem Dieseldieselkraftstoff kompatibel sind. Sie definiert zwei Klassen von paraffinischem Dieseldieselkraftstoff: Hochcetan und Normalcetan.
EN858-1	B	Abscheidersysteme für Leichtflüssigkeiten (z. B. Öl und Benzin). Grundsätze für die Konstruktion, Leistung und Prüfung, Kennzeichnung und Qualitätskontrolle. Diese Norm legt Definitionen, Nenngrößen, Konstruktionsgrundsätze, Leistungsanforderungen, Kennzeichnung, Prüfung und Qualitätskontrolle für Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten fest. Diese Norm gilt für Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten, bei denen Leichtflüssigkeiten durch Schwerkraft und/oder Koaleszenz vom Abwasser getrennt werden.
EN858-2	B	Abscheidersysteme für Leichtflüssigkeiten (z.B. Öl und Benzin). Auswahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung. Diese Europäische Norm gilt für Abscheideranlagen zur Abtrennung von Kohlenwasserstoffen mineralischen Ursprungs aus Abwasser. Sie gilt weder für Fette und Öle pflanzlichen oder tierischen Ursprungs noch für die Abscheidung von Emulsionen oder Lösungen. Diese Europäische Norm gibt Hinweise für die Auswahl der Nenngrößen sowie für den Einbau, den Betrieb und die Wartung von Leichtflüssigkeitsabscheidern, die nach EN 858-1 hergestellt werden. Sie gibt auch Hinweise zur Eignung von Reinigungsmitteln, wenn diese in einen Abscheider eingeleitet werden.
TRBS-3151	B	Maschinen- und Anlagensicherheit: Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen", oder entsprechende EU/nationale Vorschriften.
10. BImSchV	B	Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Eigenschaften und die Kennzeichnung der Beschaffenheit von Kraftstoffen - 10. BImSchV.
DWA TrWS 781	B	Technische Richtlinie für wassergefährdende Stoffe - Tankstellen für Kraftfahrzeuge. Die TrWS ist eine allgemein anerkannte Regel für die technischen und betrieblichen Anforderungen an Tankstellen für Kraftfahrzeuge.
DE15293	B	Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Ethanol-Kraftstoff (E85) für Kraftfahrzeuge - Anforderungen und Prüfverfahren. Dieses Dokument legt Anforderungen und Prüfverfahren für vermarkteten und gelieferten Ethanol-Kraftstoff (E85) für Kraftfahrzeuge fest. Es gilt für Ethanol-Kraftstoff (E85) für Kraftfahrzeuge zur Verwendung in Fahrzeugen mit Ottomotoren, die für den Betrieb mit Ethanol-Kraftstoff (E85) ausgelegt sind.
EU-Taxonomie	B	Anhang 6.5: "Erwerb, Finanzierung, Vermietung, Leasing und Betrieb von Fahrzeugen der Klassen M1 (232), N1 (233), die beide unter die Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates (234) fallen, oder L (zwei- und dreirädrige Fahrzeuge und vierrädrige Kraftfahrzeuge) (235)". Anhang 6.6: "Erwerb, Finanzierung, Leasing, Miete und Betrieb von Fahrzeugen der Klassen N1, N2 (240) oder N3 (241) für den Güterkraftverkehr, die unter die EURO-VI-Norm (242) Stufe E oder deren Nachfolger fallen."

<p><u>CO2-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge</u></p>	<p>B</p>	<p>2019 veröffentlichte die EU die CO2-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge (2019/631), die die Verordnungen 443/2009 und 510/2011 durch strengere Ziele für 2025 und 2030 ersetzen. Diese Normen gelten für leichte Nutzfahrzeuge, also sowohl für Personenkraftwagen (M1) als auch für leichte Nutzfahrzeuge (N1). Im Rahmen des Fit-for-55-Pakets wurde die Verordnung 2023 überarbeitet, um sie an die EU-Ziele für Treibhausgasemissionen anzupassen, die bis 2030 um 55 % gesenkt und bis 2050 klimaneutral werden sollen.</p> <p>Ab 2021 wurde das durchschnittliche Emissionsziel auf 95 g CO2/km für Personenkraftwagen und 147 g CO2/km für leichte Nutzfahrzeuge festgelegt, basierend auf dem NEFZ-Emissionsprüfverfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Für Ziele, die ab 2025 gelten, werden die Emissionen nach dem WLTP-Verfahren (Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure) gemessen, wobei die durchschnittlichen Emissionen von 2021 als Basiswert dienen. Diese Ausgangswerte wurden anhand des Verhältnisses der gemessenen WLTP zu den angegebenen NEFZ-CO2-Emissionen angepasst, was zu einem Wert von 118 gCO2/km für Pkw und 205 gCO2/km für leichte Nutzfahrzeuge führt.</p> <p>Bei der Überarbeitung der Verordnung für 2023 wurden die Reduktionsziele für 2030 verschärft, und zwar von -37,5 % auf -55 % für neue Personenkraftwagen und von -31 % auf -50 % für leichte Nutzfahrzeuge, bezogen auf das Basisjahr 2021. Dies entspricht Zielvorgaben von 95 g CO2/km für Personenkraftwagen und 147 g/km für leichte Nutzfahrzeuge. Darüber hinaus wurde mit der Überarbeitung ein Reduktionsziel von 100 % sowohl für Pkw als auch für leichte Nutzfahrzeuge eingeführt, wodurch das Ziel effektiv auf 0 gCO2/km festgelegt wurde.</p> <p>Da sich diese Normen nur auf die CO2-Emissionen vom Tank bis zum Rad und nicht auf die gesamten Treibhausgasemissionen eines Fahrzeugs über seine gesamte Lebensdauer konzentrieren, beschränken sie die realisierbaren Technologieoptionen im Wesentlichen auf Fahrzeuge mit null Treibhausgasemissionen während ihrer Nutzungsphase. Anstatt einen technologieutralen Ansatz zu verfolgen, der auch die CO2-Emissionen im Tank berücksichtigt, engt dieser Ansatz die Palette möglicher Lösungen ein und berücksichtigt diese Emissionen nicht in vollem Umfang, wodurch das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 möglicherweise untergraben wird. Die überarbeitete Verordnung sieht jedoch vor, dass die Europäische Kommission bis Dezember 2025 eine Ökobilanz-Methode entwickelt, nach der die Fahrzeughersteller ab Januar 2026 freiwillig ihre CO2-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus angeben können.</p> <p>Die Verordnung enthält auch mehrere andere Bestimmungen, wie z. B. einen Anreizmechanismus für emissionsfreie und emissionsarme Fahrzeuge, um ihre Marktakzeptanz zu fördern, finanzielle Sanktionen für Hersteller, die ihre Flottendurchschnittsziele überschreiten, Pooling-Optionen für Hersteller, um ihre Emissionsziele gemeinsam zu erreichen, und Öko-Innovationen, die darauf abzielen, die Entwicklung von Technologien zu fördern, die die realen CO2-Emissionen reduzieren, die im Typgenehmigungsverfahren nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus muss die Verordnung im Jahr 2026 auf der Grundlage eines Zweijahresberichts der Europäischen Kommission überarbeitet werden, um ihre Fortschritte und Wirksamkeit zu bewerten.</p>
<p>CO2-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge</p>	<p>B</p>	<p>Die Hersteller müssen ab 2025 Zielvorgaben für die durchschnittlichen CO2-Emissionen der gesamten Fahrzeugflotte einhalten. Diese Ziele gelten für neue HDV, die im Berichtszeitraum eines bestimmten Jahres zugelassen werden, d. h. vom 1. Juli dieses Jahres bis zum 30. Juni des Folgejahres.</p> <p>Die geänderte Verordnung hat einen breiteren Anwendungsbereich und deckt fast alle Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen ab, da sie nicht nur für schwere Lastkraftwagen, sondern auch für mittelschwere Lastkraftwagen, Stadtbusse, Reisebusse und Anhänger gilt. Wie weiter unten dargelegt, sind die überarbeiteten Ziele auch ehrgeiziger und zielen auf eine zunehmende Verringerung der CO2-Emissionen in den kommenden Jahrzehnten ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 45 % bis 2030 • 65 % bis 2035 • 90 % bis 2040 <p>Es gibt eine Definition für schadstofffreie und schadstoffarme Fahrzeuge. Anwendung finanzieller Sanktionen bei Nichteinhaltung der CO2-Ziele. Die Höhe der Strafe wird auf 4.250 Euro pro gCO2/tkm festgelegt, beginnend ab 2025.</p>
<p>Unionsdatenbank (UDB)</p>	<p>B</p>	<p>Die RED II sieht die Anwendung einer "Unionsdatenbank" (UDB) für flüssige und gasförmige Transportkraftstoffe vor (siehe Art. 28(2) Richtlinie (EU) 2018/2001 - RED II). Die Datenbank soll die Rückverfolgung von flüssigen und gasförmigen Verkehrskraftstoffen gewährleisten, die für die Anrechnung auf den Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor eines Mitgliedstaates in Frage kommen.</p>
<p>EN13012</p>		<p>Dieses Dokument legt sicherheits- und umweltrelevante Anforderungen an die Konstruktion und die Leistung von Zapfpistolen fest, die in Dosierpumpen und Zapfsäulen an Tankstellen eingebaut werden und die zur Abgabe von flüssigen Kraftstoffen und wässriger Harnstofflösung in die Tanks von Kraftfahrzeugen, Booten und Leichtflugzeugen sowie in tragbare Behälter bei Durchflussmengen bis zu 200 l/min verwendet werden. ⁻¹</p>
<p>EN 16321-1 und 2 Umfang</p>		<p>Diese Europäische Norm legt die Mess- und Prüfverfahren für die Bewertung der Effizienz von Benzindampf-Rückgewinnungssystemen für Tankstellen fest (Stufe II).</p>

EN 13760:2021 LPG-Ausrüstung und -Zubehör - Automatisches LPG-Füllsystem für leichte und schwere Nutzfahrzeuge - Normen, Prüfanforderungen und Abmessungen		Dieses Dokument legt die Mindestanforderungen an Auslegung, Bau und Prüfung sowie die kritischen Abmessungen von Einfüllstutzen für die Abgabe von Flüssiggas (LPG) an Fahrzeuge der Klassen M und N gemäß der Definition in der Verordnung (EU) 2018/858 fest, die mit einer Euro-Einfüllanlage (für leichte oder schwere Nutzfahrzeuge) ausgestattet sind.
EN 14678-1:2013 Flüssiggasgeräte und Zubehör - Konstruktion und Leistung von Flüssiggasanlagen für Kfz- Tankstellen - Teil 1: Zapfsäulen		Diese Europäische Norm behandelt die Anforderungen an die Konstruktion, Herstellung, Prüfung und Kennzeichnung von Flüssiggas-Zapfsäulen für Autogas-Tankstellen mit einem maximal zulässigen Druck von 25 bar (2 500 kPa).
EN 14678-3:2013 Flüssiggasgeräte und Zubehör - Konstruktion und Leistung von Flüssiggasanlagen für Kraftfahrzeugtank stellen - Teil 3: Betankungsanlage n für Gewerbe und Industrie		Enthält die Ausrüstungs- und Installationsanforderungen für Flüssiggas-Betankungsanlagen, die für die sichere Abgabe von Flüssiggas in Gewerbe- und Industrieanlagen erforderlich sind.
EN 13856: 2002 Mindestanforderu ngen an den Inhalt des Benutzerhandbuch s für Autogasanlagen		Diese Norm legt die Mindestanforderungen an den Inhalt des Benutzerhandbuchs für LPG-Antriebssysteme von Auto- motive in Straßenfahrzeugen fest.
EN16942: + A1: 2021 Kraftstoffe - Identifizierung der Fahrzeugkompatibi lität - Grafischer Ausdruck für Verbraucherinform ationen - Verwendung der in der Norm beschriebenen Kennzeichnungen und Schaffung eines Symbolspeichers		Diese Norm legt harmonisierte Identifikatoren für vermarktete flüssige und gasförmige Kraftstoffe fest. Die Anforderungen dieser Norm sollen den Informationsbedarf der Nutzer hinsichtlich der Kompatibilität zwischen den Kraftstoffen und den in Verkehr gebrachten Fahrzeugen ergänzen. Der Identifikator soll an Zapfsäulen und Tankstellen, auf Fahrzeugen, in Kraftfahrzeuggeschäften und in Verbraucherhandbüchern, wie in diesem Dokument beschrieben, sichtbar gemacht werden. Zu den vermarkteten Kraftstoffen gehören z. B. aus Erdöl gewonnene Kraftstoffe, synthetische Kraftstoffe, Biokraftstoffe, Erdgas, Flüssiggas, Wasserstoff und Biogas sowie Mischungen der vorgenannten Kraftstoffe, die an mobile Anwendungen geliefert werden.
ISO 9158	B	Außendurchmesser der Düse bleifreies Benzin: max. 21,3mm
ISO 9159	B	Düsenaußendurchmesser verbleites Benzin und Diesel ≤50 L/Minute: min. 23,6 mm bis max. 25,5 mm.
ISO 13331 Anwendungsbereich	B	Diese Internationale Norm gewährleistet die Kompatibilität zwischen neuen benzinbetriebenen Fahrzeugkonstruktionen und Betankungsdüsen - sowohl aktiven als auch passiven Systemen - durch ihre Abmessungen und Spezifikationen.

SAE J 285 Anwendungsbereich	B	Diese SAE-Empfehlung enthält Standardabmessungen für Zapfpistolen für flüssigen Kraftstoff und ein System zur Unterscheidung zwischen Zapfpistolen, die Flüssigkeit an Fahrzeuge mit Fremdzündung und Selbstzündung abgeben...
SAE J1140 Anwendungsbereich	B	Diese SAE-Empfehlung wurde in erster Linie für benzinbetriebene Pkw- und Lkw-Anwendungen entwickelt, um Gasrückführungssysteme anzuschließen, kann aber auch für Dieselanwendungen verwendet werden,... zum Befüllen.
SAE J829 / SAE J1114 / SAE J 3144	B	Verschiedene Tankdeckel, die mit den oben definierten Geräten verwendet werden.
ISO 21058:2019 Straßenfahrzeuge - Dimethylether (DME)- Betankungsanschlüsse		Dieses Dokument gilt für Dimethylether-Betankungsanschlüsse, die aus der Düse (an der Zapfsäule montiert) und der Aufnahme (am Fahrzeug montiert) bestehen. In diesem Dokument als D15 bezeichnet.
ISO 24605:2024 Straßenfahrzeuge - Dimethylether (DME)- Betankungsanschlüsse mit Druckausgleichsanschluss		Sie gilt nur für Dimethylether-Betankungsanschlüsse mit Druckausgleichsanschluss, wobei ein Druckausgleichsanschluss aus einer Zapfpistole mit Druckausgleichsanschluss und einem Behälter mit Druckausgleichsanschluss (fahrzeugseitig) besteht. Betankungsstutzen und Druckausgleichsanschluss sind so integriert, dass das Verbinden des Betankungsweges und des Druckausgleichsweges mit einem Handgriff erfolgt (zapfsäulenseitig montiert). Wird in diesem Dokument als M15 bezeichnet.
ISO 17840-4:2018 Straßenfahrzeuge - Informationen für Erst- und Zweitbeantworter - Teil 4: Ermittlung der Antriebsenergie		Dieses Dokument legt die Etiketten und die zugehörigen Farben für die Angabe des Kraftstoffs und/oder der Energie fest, die für den Antrieb eines Straßenfahrzeugs verwendet werden, insbesondere im Falle neuer Fahrzeugtechnologien und/oder Energiequellen, einschließlich Hybridantrieben.
ISO 14469:2017 Straßenfahrzeuge - Anschluss für komprimiertes Erdgas Anschluss für die Betankung von Erdgas (CNG)	B	Sie spezifiziert CNG-Betankungsstutzen und -behälter für mit komprimiertem Erdgas betriebene Straßenfahrzeuge, die vollständig aus neuen und ungebrauchten Teilen und Materialien hergestellt sind.
ISO 16380:2014 + Amd1:2016 Straßenfahrzeuge - Betankungsanschluss für gemischte Kraftstoffe	B	Sie gilt für Einfüllstutzen und Behälter für komprimierte Mischkraftstoffe (CNG/H ₂) für Fahrzeuge, nachstehend "Geräte" genannt, die vollständig aus neuen, ungebrauchten Teilen und Werkstoffen hergestellt sind.
ISO 12617:2015 Straßenfahrzeuge - Flüssigerdgas (LNG)- Betankungsanschluss - 3,1 MPa- Anschluss	B	Sie legt Flüssigerdgas (LNG)-Betankungsstutzen und -Behälter fest, die vollständig aus neuen und ungebrauchten Teilen und Werkstoffen für mit LNG betriebene Straßenfahrzeuge hergestellt sind. Diese Internationale Norm gilt nur für solche Einrichtungen, die für einen maximalen Betriebsdruck von 3,4 MPa (34 bar) ausgelegt sind, für solche, die LNG als Fahrzeugkraftstoff verwenden und genormte Gegenstücke haben.

ISO TS 21104:2019 Straße Fahrzeuge - Flüssigerdgas (LNG), integrierte Niederdruckbetan- kung und Entlüftungsanschl- ss - 1,8 MPa Anschluss	B	Zurückgezogene Norm, die Betankungsstutzen und -behälter für Flüssigerdgas (LNG) festlegt, die vollständig aus neuen und ungebrauchten Teilen und Werkstoffen für mit LNG betriebene Straßenfahrzeuge hergestellt sind. Dieses Dokument gilt nur für solche Einrichtungen, die für einen Betriebsdruck von 1,8 MPa ausgelegt sind und die LNG als Fahrzeugkraftstoff verwenden und genormte Gegenstücke haben.
ISO 16923:2016 Erdgastankstellen - CNG-Tankstellen zur Betankung von Fahrzeugen	B	Sie behandelt die Auslegung, den Bau, den Betrieb, die Inspektion und die Wartung von Tankstellen für die Versorgung von Fahrzeugen mit komprimiertem Erdgas (CNG/Biomethan), einschließlich der Ausrüstungen, Sicherheits- und Regelvorrichtungen. Die Zapfpistole ist in dieser Norm nicht enthalten.
ISO 16924:2016 Erdgastankstellen - LNG-Tankstellen zur Betankung von Fahrzeugen	B	Sie legt die Auslegung, den Bau, den Betrieb, die Instandhaltung und die Inspektion von Tankstellen für die Betankung von Fahrzeugen mit verflüssigtem Erdgas (LNG/bioLNG) fest, einschließlich Ausrüstung, Sicherheits- und Kontrollvorrichtungen. Die Zapfpistole ist in dieser Norm nicht enthalten.
ISO 19825:2018 Straßenfahrzeuge - Flüssiggas (LPG)- Betankungsanlage		Sie gilt für Flüssiggas-Fahrzeug-Zapfpistolen und -Behälter, die einen Überdruck im Bereich von 110 kPa (Butan-reich bei 20 °C) und 840 kPa (Propan bei 20 °C) aufweisen.
UNECE-Regelung 115		Diese Verordnung gilt für: Teil I: Spezifische LPG-Nachrüstsysteme zum Einbau in Kraftfahrzeuge für die Verwendung von LPG im Antriebssystem. Teil II: Spezifische CNG-Nachrüstsysteme, die in Kraftfahrzeuge für die Verwendung von CNG im Antriebssystem eingebaut werden.
Überarbeitung der UNECE-Regelung 110 7 - Mai 2024		Einheitliche Bestimmungen für die Zulassung von: I. Spezifische Bauteile von Kraftfahrzeugen, die komprimiertes Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem verwenden II. Fahrzeuge hinsichtlich des Einbaus spezifischer Bauteile eines genehmigten Typs für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder verflüssigtem Erdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem.

93. Liste möglicher CO₂-neutraler Kraftstoffe im Pumpe nach Art der Motorenttechnologie

					Drop-in-Kraftstoffe			
					Dieselmotor (Kompressionszündung)	Ottomotor (Fremdzündung)	Flüssiggasmotor (LPG) (Positive Zündung)	Erdgasfahrzeug (NGV) Motor (positive Zündung)
					HDV & LDV	LDV	LDV & HDV	HDV & LDV
Liste der erneuerbaren Komponenten	Diesel Typ HVO, Biodiesel, Diesel Typ eFuel (eDiesel)				Benzintyp HVO (Bionaph- ta), Bioethanol, Benzintyp eFuel (eGasoline), Etha- nol-to-Gasoline (ETG), Meth- anol-to-Gasoline (MTG), bioETBE	LPG Typ HVO (bioLPG), LPG Typ efuel (eLPG), erneuerbarer DiMethylEther, eDiMethyl- Ether (aus eMethanol)		Biomethan, eMethan
	B7: 7% Biodiesel + 93% einer Mischung aus Diesel HVO und eDiesel (EN 590)				E10: bis zu 10% Bioethanol, bis zu 22% BioETBE + Gemisch aus Bionaphta, BioETBE, ETG, MTG und eGasoline. (EN 228)	100% bi-LPG (EN 589)		100% Biomethan (EN 16723-2)
B10: 10% Biodiesel + 90% einer Mischung aus Diesel HVO und eDiesel (EN 16734)				E20: Bis zu 20% Bioethanol, bis zu 22% BioETBE + Gemisch aus Bionaphta, BioETBE, ETG, MTG und eGasoline. (EN XXX) Laufende Diskussionen auf CEN-Ebene	BioPropan und erneuerbares Propan mit bis zu 12% Drop-In erneuerbarem DME		Gemisch Biomethan und eMethan	
B20: 20% Biodiesel + 80% Mischung aus Diesel HVO und eDiesel (EN 16 709)				E85: 60% bis 85% Bioethanol und 15 % bis 40 % andere erneuerbare Kraftstoffe (Bionaphta, Bio-ETB, eGasoline oder ETG, MTG oder Mischungen davon). (EN 15293)	Erneuerbare DME und erneuerbare Flüssiggasmischungen für Drop-In und Non-Drop-In DME.		100% eMethan	
B30: 30% Biodiesel + 70% Mischung aus Diesel HVO und eDiesel (EN 16 709)				98-E5: etwa 14% BioETBE + Ergänzung mit einer Mischung aus Bionaphta, ETG, MTG und eGasoline. (DE 228)	Erneuerbare & recycelte Auto- bon DME Dieselmotoren oder mit 100% BioLPG/ BioPropan gemischt			
B100: 100% Biodiesel (EN 14 214)					Normen für DME und LPG-DME- Gemische werden derzeit entwickelt.			
HVO100: 100% Diesel Typ HVO (EN 15940)					Gemisch aus bioLPG und eLPG (EN 589)			
100% eDiesel (EN 15940)					100% eLPG (EN589)			
ED95: 95% Bioethanol + 5% Cetanverbesserer								

Nicht Einweg-Kraftstoffe	
Dieselmotor (Kompressionszündung)	Ottomotor (Fremdzündung)
Mischungen aus erneuerbaren Kohlenwasserstoffen des Typs Diesel und erneuerbare Alkohole	M100 (ISO 6583, eMethanol und Biometha- nol) für PC, HDV und Geländewagen
eDME & bioDME	

* Diese Liste ist nicht erschöpfend

*Äquivalente können für technische Normen verwendet werden

* Diese Liste ist nicht erschöpfend

94. Liste der Abkürzungen

Abkürzung	Vollständiger Name
BEV	Batterieelektrisches Fahrzeug
bioETBE	Bio Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Deutschland
CAPEX	Ausgaben für Investitionen
CBAM	Mechanismus zur Anpassung der Kohlenstoffgrenzwerte
CCS	Kohlenstoffabscheidung und -speicherung
CNF	CO ₂ -neutraler Kraftstoff
CNG	Komprimiertes Erdgas
COREPER	Ausschuss der Ständigen Vertreter in der Europäischen Union
DFTS	Digitales Kraftstoff-Tracking-System
GD KLIMA	Generaldirektion für Klimapolitik
DG GROW	Generaldirektion für Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU
DME	DiMethylEther
ECU	Motorsteuergerät
ETG	Ethylglucuronid
FAME	Fettsäuremethylester
FUB	Ausgleich des Kraftstoffverbrauchs
GTL	Gas-zu-Flüssigkeit
HDV	Schweres Nutzfahrzeug
HEFA	Wasserverarbeitete Ester und Fettsäuren

Abkürzung	Vollständiger Name
HVO	Hydrobehandeltes Pflanzenöl
ICE	Verbrennungsmotor
ISCC	Internationale Nachhaltigkeits- und Carbon-Zertifizierung
LCA	Lebenszyklus-Analyse
LDV	Leichtes Nutzfahrzeug
LNG	Verflüssigtes Erdgas
MtD	Methanol zu Mitteldestillaten
MTG	Methoxytriglykol
NFC	Nahfeldkommunikation
NIR-Sensor	Nahinfrarot-Spektroskopie
OBD	On-board-Diagnosesysteme
OEMs	Hersteller der Erstausrüstung
OPEX	Operative Ausgaben
PoS	Nachweis der Nachhaltigkeit
RFNBO	Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs
SAF	Nachhaltiger Flugkraftstoff
TCMV	Technischer Ausschuss für Kraftfahrzeuge
UCO	Gebrauchtes Speiseöl
UDB	Datenbank der Union
W-t-W	Well to Wheel
XTL	Irgendetwas mit Flüssigkeit
ZEV	Null-Emissions-Fahrzeug

REFERENZEN

- ACEA. "Neuwagenzulassungen: +13,9% in 2023; Batterieelektrisch 14,6% Marktanteil." Accessed November 13, 2024. <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-13-9-in-2023-battery-electric-14-6-market-share/>.
- ACEA. "Fahrzeuge auf europäischen Straßen". Zugriff am 13. November 2024. <https://www.acea.auto/files/ACEA-Report-Vehicles-on-European-roads-.pdf>
- Bioethanol Carburant. "Rapport Etude IFPEN ACV PHEV E85 2022-2030-2040." September 2024. <https://www.bioethanolcarburant.com/wp-content/uploads/2024/09/Rapport-Etude-IFPEN-ACV-PHEV-E85-2022-2030-2040-1.pdf>.
- Bioethanol Frankreich. "Evaluation des performances sur véhicule de carburants renouvelables à haute teneur en éthanol". August 2024. <https://bioethanolfrance.fr/wp-content/uploads/2024/08/Evaluation-des-performances-sur-vehicule-de-carburants-renouvelables-a-haute-teneur-en-ethanol-VF.pdf>.
- Cerulogy. "What Role for Electrofuel Technologies in European Transport's Low Carbon Future?" Transport & Environment, November 2017. https://www.transportenvironment.org/uploads/files/2017_11_Cerulogy_study_What_role_electrofuels_fit_into.pdf.
- Concawe. "eFuels: A Techno-Economic Assessment of European Domestic Production and Imports Towards 2050". Zugriff am 13. November 2024. <https://www.concawe.eu/publication/e-fuels-a-techno-economic-assessment-of-european-domestic-production-and-imports-towards-2050/>.
- Concawe. "Kohlenstoffarme flüssige Kraftstoffe: Exploring Potential Ways to Contribute to the 2050 EU Climate Ambition Goals". Concawe Review 30, Nr. 2 (Januar 2022). Europäische Kommission. "Unionsdatenbank für Biokraftstoffe - Öffentliches Wiki." Accessed November 13, 2024. <https://wikis.ec.europa.eu/display/UDBBIS/Union+Database+for+Biofuels+-+Public+wiki>.
- Concawe. "Nachhaltige Verfügbarkeit von Biomasse in der EU bis 2050". Accessed November 13, 2024. <https://www.concawe.eu/publication/sustainable-biomass-availability-in-the-eu-to-2050/>.
- Concawe. "Nachhaltige Verfügbarkeit von Biomasse in der EU bis 2050". Juli 2020. <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Feedstocks-1.pdf>.
- Anrechnungssystem für erneuerbare Kraftstoffe. Zugriff am 13. November 2024. <https://www.crediting-system-for-renewable-fuels.eu/>.
- eFuel Alliance. "Crediting System for Renewable Fuels". Zugriff am 13. November 2024. <https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/crediting-system-for-renewable-fuels.pdf>.
- eFuel Alliance. "Anrechnungssysteme für erneuerbare Kraftstoffe in den EU-Emissionsnormen für den Straßenverkehr". Zugriff am 13. November 2024. <https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/crediting-systems-for-renewable-fuels-in-eu-emission-standards-for-road-transport-de.pdf>.
- eFuel Alliance. "The Role of eFuels in Decarbonising Transport". Zugriff am 13. November 2024. <https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/TheRoleofE-fuelsinDecarbonisingTransport.pdf>.
- ePURE. "Greenhouse Gas Abatement Costs for Passenger Cars". May 25, 2022. <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2022/05/220525-REP-Greenhouse-gas->

[kostenminderung-fuer-personenwagen-studio-ausruestung-fuer-veroeffentlichung.pdf](#).

Europäischer Biogasverband und Guidehouse. "Biogases Towards 2040 and Beyond". April 2024.

<https://www.europeanbiogas.eu/biogases-towards-2040-and-beyond/>.

Europäischer Biogasverband. "Benefits & Growth Potential." Accessed November 13, 2024.

<https://www.europeanbiogas.eu/benefits/#growth-potential>.

Europäischer Biogasverband. "Biomethane Production Potentials in the EU". Gas for Climate, März 2019.

<https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-production-potentials-in-the-eu/>.

Europäische Kommission. "CIRCABC - Communication and Information Resource Centre for Administrations, Businesses and Citizens". Accessed November 13, 2024.

<https://circabc.europa.eu/ui/group/0b82951d-8321-4ad5-8a5b-bbb0610e3ed6/library/9f03a1ad-bec6-49db-9e6e-e7c2ca053b47/details>

Europäische Kommission. "Delegierte Verordnung (EU) 2023/1184 der Kommission vom 10. Februar 2023". Amtsblatt der Europäischen Union, 10. Februar 2023.

Europäische Kommission. "Delegierte Verordnung (EU) 2023/1185 der Kommission vom 10. Februar 2023". Amtsblatt der Europäischen Union, 10. Februar 2023.

Europäische Kommission. "Durchführungsverordnung (EU) 2022/996 der Kommission vom 14. Juni 2022". Amtsblatt der Europäischen Union, Juni 14, 2022.

Europäische Kommission. "Erneuerbare Energien - Neufassung bis 2030 (RED II)". Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2024.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bae246b8-c4da-11ee-95d9-01aa75ed71a1/language-de>.

Europäische Kommission. "Technical Barriers to Trade". Accessed November 13, 2024.

<https://technical-barriers-trade.ec.europa.eu/en/home>.

Europäische Kommission. "The Role of Waste-to-Advanced-Biofuels in the Decarbonisation of Transport in the EU to 2030 and Beyond". Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2017.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/448f-dae2-00bc-11e8-b8f5-01aa75ed71a1/language-de>.

Europäische Kommission. "Freiwillige Programme". Energy. Zugriff am 13. November 2024.

https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes_en.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. "Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018." Amtsblatt der Europäischen Union, 11. Dezember 2018.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. "Verordnung (EU) 2023/1804 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 über den Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/ EU." Amtsblatt der Europäischen Union, L 234, 22. September 2023.

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1804/oj>.

Europäische Union. "Amtsblatt der Europäischen Union, L 257." 25. Januar 2024.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L 2 0 2 4 0 1 2 57>.

Europäische Union. "Verordnung (EU) 2023/851." Amtsblatt der Europäischen Union, April 25, 2023.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R0851>.

Europäische Union. "Verordnung (EU) 2024/1610." Amtsblatt der Europäischen Union,

2024. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1610/oj>.
- Eurostat. "Treibhausgasemissionen aus dem Straßenverkehr sinken 2022 um 8%". 5. Februar 2024. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eu-rostat-news/w/ddn-20240205-1>.
- Fraunhofer IEE. "PtX Atlas". Accessed November 13, 2024. <https://maps.iee.fraunhofer.de/ptx-atlas/>.
- Leitfaden. "Biogases Towards 2040 and Beyond" (Biogase bis 2040 und darüber hinaus). 2024. <https://guidehouse.com/in-sights/energy/2024/biogases-towards-2040-and-beyond>.
- HDV CO2 Comparator. Zugriff am 13. November 2024. <https://hdvco2comparator.eu/> IEA-AMF.
- "Ethanol-Eigenschaften". Abgerufen am 13. November 2024. <https://iea-amf.org/con-Zelt/Kraftstoffinformationen/Ethanol/e10/Ethanol-Eigenschaften>.
- Maniatis, Kyriakos, Ingvar Landälv, Lars Waldheim, Eric van den Heuvel, und Stamtis Kalligeros. "Die Zukunft aufbauen: Cost of Biofuel." IEA Bioenergy, Februar 2020. <https://task39.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/37/2020/02/Advanced-Biofuels-Potential-for-Cost-Reduction-Final-Draft.pdf>.
- Prussi, M., M. Yugo, L. De Prada, M. Padella, und R. Edwards. "JEC Well-To-Wheels Report v5." Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2020. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC121213/jec_wtw_v5_121213_final.pdf.
- Ram M., Galimova T., Bogdanov D., Fasihi M., Gulagi A., Breyer C., Micheli M., Crone K. (2020). Powerfuels in a Renewable Energy World - Global volumes, costs, and trading 2030 to 2050. LUT University und Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Lappeenranta, Berlin.
- Scarlat, Nicolae, Jean-François Dallemand, Fabio Monforti-Ferrario, und Viorel Nita. "Die Rolle von Biomasse und Bioenergie in einer zukünftigen Bioökonomie: Policies and Facts." Environmental Development 15 (2015): 3-34. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC98626>.
- SNPAA. Studie über vollständig erneuerbaren E85-Kraftstoff, Zusammenfassung April 2024, April 2024 <https://snpaa.wimi.pro/shared/#/file/2f2c1217c9bee3aa57e015dd-26b06a3c0f686b9d98f549bfa2cf24979382a0ae>.
- Schweizer Bundesrat. "Bundesrat beschliesst Einführung eines Anrechnungssystems für erneuerbare Treibstoffe." 26. Juni 2024. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-101588.html>.
- Tabelle.Medien. "CO2-neutrale Kraftstoffe". September 2023. <https://table.media/wp-content/uploads/2023/09/CO2-neutral-fuels-clear.pdf>.
- The Role of E-Fuels in Decarbonising Transport, von der IEA (Januar 2024)
- UNECE. "UN-Regelung Nr. 155 - Cybersicherheit und Cybersicherheitsmanagementsystem". März 2021. <https://unece.org/transport/documents/2021/03/standards/un-regulation-no-155-cyber-security-and-cyber-security>.
- UNECE. "UN-Regelung Nr. 156 - Software-Update und Software-Update-Management-System". März 2021. <https://unece.org/transport/documents/2021/03/standards/un-regulation-no-156-software-update-and-software-update>



Für weitere Informationen und Presseanfragen wenden
Sie sich bitte an das Sekretariat der WGMM:
office-wgmm@vbcoll.de