

Berlin, Januar 2025

Studie: E-Fuels könnten fossile Kraftstoffe vor 2045 (E-Benzin 2037, E-Diesel 2043) vollständig und zu heute vergleichbaren Preisen ersetzen – Regulative und politische Rahmenbedingungen dafür entscheidend - UPDATE der Studie im Januar 2025

- Durch Skaleneffekte positiv verlaufende Produktionshochläufe und damit einhergehende Kostendegressionen können die Produktionskosten für E-Fuels in Zukunft etwas über 1 Euro pro Liter liegen: **Ein Liter E-Benzin ist für 1,10 Euro, ein Liter E-Diesel für 1,22 Euro pro Liter herstellbar** (inkl. Transport nach Deutschland).
- Bei optimalen Rahmenbedingungen für den Markthochlauf von E-Fuels sind langfristig bezahlbare **Endverbraucherpreise** in Höhe von **1,49 Euro für den Liter E-Benzin** und **1,73 für den Liter E-Diesel** erreichbar.
- **E-Fuels könnten fossile Kraftstoffe bereits ab 2037 (E-Benzin) bzw. 2043 (E-Diesel) vollständig ersetzen.**
- Entscheidend dafür sind **passende regulative und politische Rahmenbedingungen**. Es bedarf eines **verlässlichen regulatorischen Rahmens**, um günstigere Finanzierungsbedingungen für industrielle Produktionsprojekte an Standorten mit idealen Erneuerbaren Energien-Potenzialen zu schaffen.
- Die **Energiesteuer** hat als Kostenvariable einen erheblichen Einfluss auf zukünftige E-Fuels-Endverbraucherpreise an der Tankstelle und sollte daher auf E-Fuels und alle erneuerbaren Kraftstoffe gesenkt werden.

Änderungen in der aktualisierten Studienfassung Januar 2025:

Konkret haben sich die Preispfade in Abhängigkeit von der Jahreszahl beim Hochlauf erneuerbarer Kraftstoffe geändert. Die Berücksichtigung der neuen Daten führt dazu, dass sich der angestrebte Tiefpunkt der **Produktionskosten** für die Erzeugung von strombasierten Kraftstoffen **bereits im Jahr 2040** erreicht werden könnte. Im niedrigen Kostenszenario sind nunmehr

- **E-Benzin für 0,99 Euro/Liter** und
- **E-Diesel für 1,09 Euro/Liter**

herstellbar - inklusive des Transports nach Deutschland. Zum Vergleich: In der ersten Studienfassung lautete das Ergebnis, dass E-Benzin für 1,10 Euro/Liter und E-Diesel für 1,22 Euro/Liter jeweils erst in 2050 herstellbar sind.

Dieses neue untere und auch früher erreichbare Produktionskostenniveau wirkt sich auch auf die möglichen **Endverbraucherkosten** im Kraftstoffmix bis hin zur vollständigen Ersetzung heutiger fossiler Kraftstoffe aus: Im niedrigen Kostenszenario bei optimalen Rahmenbedingungen, welches zudem eine Energiesteuerreform zu Gunsten von E-Fuels annimmt, wären Endverbraucherpreise für

- **E-Benzin (E10)** bereits ab 2045 bei **1,37 Euro/Liter** und für
- **E-Diesel (B7)** ebenfalls bereits ab 2045 bei **1,59 Euro/Liter**

vorstellbar.

Die vorliegende Studienanalyse von Frontier Economics im Auftrag von UNITI wurde auf Grundlage aktueller Drittstudien erstellt, die sich mit der langfristigen Entwicklung von Produktionskosten von E-Fuels auseinandergesetzt haben. Es wurden dafür die Studien von Concawe & Aramco (2024), Öko-Institut & Agora (2024), Fraunhofer (2021) und Agora & Frontier Economics (2018) berücksichtigt.

Kernaussagen der Studie

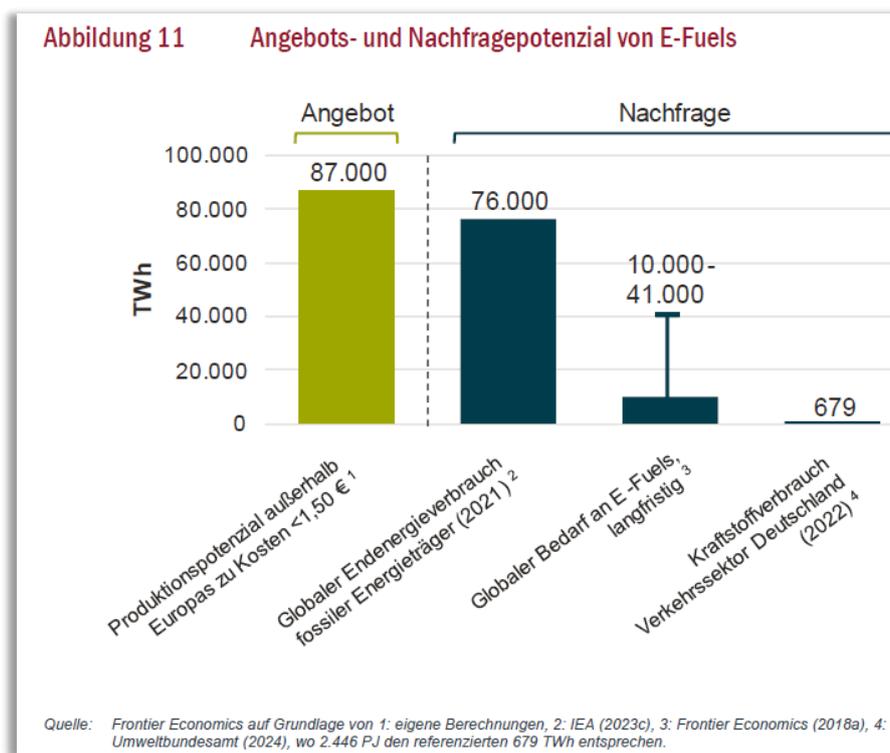
- Die industrielle Produktion von E-Fuels steht in den Startlöchern. Erste Demonstrationsanlagen sind bereits in Betrieb und viele Firmen arbeiten weltweit an der Markteinführung und der Skalierung der Produktion von E-Fuels. Mit steigendem Marktvolumen ist mittel- bis langfristig aufgrund von Skaleneffekten mit signifikanten Kosteneinsparungen gegenüber heutigen Demonstrationsanlagen zu rechnen, wie es in der Vergangenheit beispielsweise bei Energietechnologien wie PV, Wind und Kernkraft beobachtet wurde.

E-Fuels (auch: Power-to-Liquid oder synthetische Flüssigkraftstoffe) sind erneuerbare, flüssige Kraftstoffe, die auf Grundlage von erneuerbarem Strom, Wasser und Kohlenstoffdioxid (CO₂) produziert werden. E-Fuels bieten die Möglichkeit zur Defossilisierung des Straßenverkehrs und anderer Sektoren. Ein wesentlicher Vorteil von E-Fuels ist, dass sie in bereits existierenden Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor verwendet werden können (E-Fuels ebenso wie HVO als „Drop-in-Kraftstoff“), wodurch auch Bestandsfahrzeuge in die Klimaschutzbemühungen einbezogen werden können. E-Fuels können sowohl in Reinform verwendet als auch in beliebigen Anteilen konventionellen Kraftstoffen beigemischt werden.

- Die Geschwindigkeit und der Umfang des internationalen Kapazitäts- und Mengenhochlaufs und damit die physische Verfügbarkeit und letztendlich auch die zukünftige Produktionskostenentwicklung von E-Fuels hängen von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Entscheidend sind die passenden regulativen und politischen Rahmenbedingungen in Europa und Deutschland, damit die Produktionsstandorte mit idealen Erneuerbaren Energien (EE) - Potenzialen in industriellem Maßstab erschlossen und die damit einhergehenden enormen Skaleneffekte im Markthochlauf erreicht werden können.

- **Einfluss des Produktionsstandortes:**

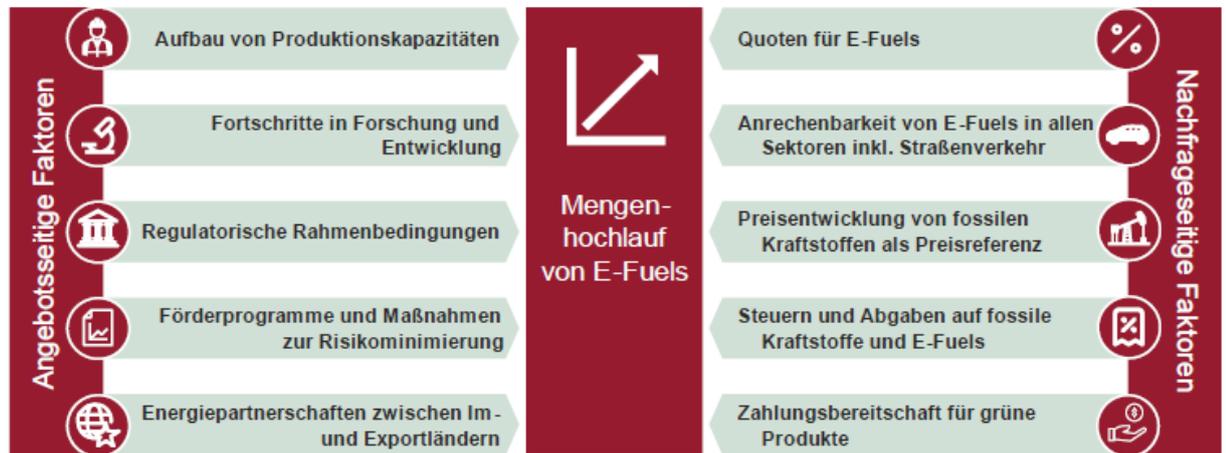
- Das langfristige E-Fuels-Produktionspotenzial an geeigneten Standorten außerhalb Europas liegt höher als der aktuelle globale Endenergieverbrauch von fossilen Energieträgern. Bereits das nicht-europäische Produktionspotenzial für E-Fuels von 87.000 TWh/Jahr übersteigt den globalen Endenergieverbrauch an fossilen Energieträgern (Kohle, Öl, Erdgas), der im Jahr 2021 bei 76.000 TWh lag:



- Der Produktionsstandort bestimmt die Stromgestehungskosten maßgeblich. Die Produktionskosten an einem Standort mit mäßigem Sonnen- und Windaufkommen unterscheiden sich von Standortorten mit vergleichsweise hohen EE-Potenzialen und Flächenverfügbarkeiten signifikant. In den untersuchten Studien wurden daher zumeist weltweite Standorte außerhalb Europas betrachtet. Deutschland kommt als großindustrieller Produktionsstandort aufgrund seiner im internationalen Vergleich begrenzten EE-Stromerzeugungsbedingungen und damit deutlich höheren Stromgestehungskosten weniger in Frage.

- **Positive Dynamik der Skaleneffekte bei industriellen Anlagen:**
 - Die größten Kostenbestandteile der Produktion von E-Fuels bilden Kosten für die erneuerbare Stromerzeugung, Elektrolyse, Synthese und CO₂-Gewinnung. Mit steigendem Produktionsvolumen ist aufgrund von Skaleneffekten mit signifikanten Produktionskostensenkungen, z. B. bei der Stromerzeugung und CO₂-Gewinnung, zu rechnen (Effizienzgewinne).
 - Von untergeordneter Bedeutung sind laut Studie die Kosten für die Wasserbereitstellung, H₂/CO₂-Speicherung und den Transport. Einen großen Einfluss auf den Endverbraucherpreis für Kraftstoffe inkl. E-Fuels in Deutschland haben zudem die Umsatz- und Energiesteuer. Dieser steuerliche Preisbestandteil wird in den meisten E-Fuels-Studien nicht berücksichtigt.
 - Die Geschwindigkeit beim Aufbau industrieller Produktionskapazitäten und damit einhergehend auch die Dynamik bei der Reduktion der Produktionskosten ist abhängig von der Geschwindigkeit der Ausrichtung kompatibler Regularien und vom Maß der politischen Unterstützung.
- **Notwendigkeit optimaler politischer wie regulativer Rahmenbedingungen:**
 - Politische und regulative Maßnahmen sind ein wichtiger Hebel, um Investitionsrisiken zu verringern und günstige Finanzierungsbedingungen zu schaffen, was sich positiv auf die Menge und Verfügbarkeit sowie die Produktionskosten von E-Fuels auswirkt. Dazu zählen aus Sicht der Studienautoren beispielsweise der **Abbau administrativer Hürden**, die Förderung von **Forschungs- und Entwicklungsprogrammen**, die Einrichtung von **Markthochlaufförderprogrammen** und generell die **Verlässlichkeit und Stabilität des regulatorischen Rahmens**, der die breite Verwendung von E-Fuels in sämtlichen Sektoren in einem offenen europäischen Kraftstoffmarkt ermöglicht (sog. angebotsseitige Faktoren, siehe Studien-Abbildung).

Abbildung 10 Einflussfaktoren auf den Mengenhochlauf von E-Fuels



Quelle: Eigene Darstellung

So beeinflussen die gesetzlichen und politischen Vorgaben und deren langfristige Verlässlichkeit die **Investitionsbereitschaft** von Investoren stark. Aus Sicht der Autoren sind dies z. B. die Gestaltung von **Genehmigungsverfahren**, die rechtliche (Nachhaltigkeits-) **Definition von erneuerbaren Kraftstoffen** (einschließlich der erlaubten CO₂-Quellen als Input), der Beitrag von erneuerbaren Kraftstoffen auf Quoten wie die **THG-Quote** und die Striktheit der Vorgaben im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern oder Quoten-Erfüllungsoptionen. Hier kommt es vor allem auf die Einfachheit und Verlässlichkeit der Regulierung an, welche sich positiv auf die Planungssicherheit von Investoren auswirken, so Frontier Economics.

Förderprogramme (wie z. B. H2 Global oder European Hydrogen Bank) reduzieren die Risiken, denen Investoren insbesondere zu Beginn der Markthochlaufphase ausgesetzt sind. Solche Programme können frühzeitige Investitionen fördern und den Markthochlauf anreizen.

Zudem gilt es, **international-strategische Partnerschaften** für den Import bzw. Export von E-Fuels deutlich auszubauen: Deutschland wird auch in einem erneuerbaren Energiesystem aufgrund seiner im internationalen Vergleich unvorteilhaften Standort- und damit Stromerzeugungsbedingungen ein Energieimportland bleiben und damit auf den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten wie E-Fuels angewiesen sein. Der Import von E-Fuels wird durch die guten Transporteigenschaften (bei Raumtemperatur und -druck in flüssiger Form) erleichtert und kann entweder vor oder nach dem Raffinerieprozess erfolgen. Es ist aus Sicht der Studienautoren investitionsförderlich, strategische Partnerschaften zwischen Deutschland/der EU und Drittländern auszubauen. Deutschland könnte hier als Technologie-Exporteur (z. B. für Elektrolyseure oder Syntheseanlagen) sowie als E-Fuels-Importeur agieren. Die Kooperationspartner würden als Energieexporteure ökonomisch von diesem Energiehandel profitieren.

- Sogenannte nachfrageseitige Faktoren wirken ebenfalls auf den Mengenhochlauf ein, indem sie die Nachfrage nach E-Fuels von nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette wie Tankstellen oder im Endverbrauch beeinflussen. Die Studie nennt die folgenden Faktoren:
 - **Mengenquoten** für E-Fuels in Deutschland bzw. der EU beeinflussen auch die Nachfrage.
 - die **Anrechenbarkeit** von E-Fuels in allen Sektoren, inklusive des Straßenverkehrs, z. B. auf CO₂-Flottengrenzwerte für Neufahrzeuge.
 - Zudem beeinflusst die **Preisdifferenz zwischen E-Fuels und fossilem Kraftstoff** die Nachfrage. Diese Differenz ist abhängig von:
 - dem Preis des fossilen Kraftstoffs (der u. a. beeinflusst wird durch den **CO₂-Preis**);
 - Steuern und Abgaben auf fossile Kraftstoffe und E-Fuels (z. B. **Energiesteuer**); und
 - der **Zahlungsbereitschaft** von Endkonsumenten für das grüne Produkt. Diese ist im Straßenverkehr besonders ausgeprägt.

Die Studie weist nach, dass moderate bzw. dem fossilen Produkt entsprechende Endverbraucherpreise für E-Fuels möglich ist. Dies setzt jedoch voraus, dass bei der **Energiesteuer** für Kraftstoffe entsprechend der Treibhausgasintensität zwischen fossilen und grünen Kraftstoffen differenziert wird. Würden E-Fuels mit den gleichen Mineralölsteuersätzen wie fossile Kraftstoffe besteuert, wären die Preise für den E-Fuels-Kraftstoffmix an der Tankstelle mittel- bis langfristig höher als für Kraftstoffe heute.

Ergebnisse der Studie auf einen Blick: Zukünftige Endverbraucherpreise

- Zu Beginn des Markthochlaufs sind E-Fuels absehbar noch deutlich teurer als fossile Kraftstoffe. In dieser Phase wird zunächst nur ein geringerer Anteil an E-Fuels beigemischt, sodass die höheren Kosten relativ wenig ins Gewicht fallen. Bei Betrachtung der Entwicklung der Endverbraucherpreise gilt folgende Grundregel:
 - zunehmende Beimengung im Markthochlauf +
Kostendegression im Markthochlauf =
bezahlbare Flüssigkraftstoffe (bei guten regulativen Rahmenbedingungen).
- Die Studie zeigt auf, dass die zukünftigen **Produktionskosten** (inkl. des Transports nach Deutschland) für **E-Benzin bei 0,99 Euro pro Liter** und für **E-Diesel bei 1,09 Euro pro Liter** liegen könnten.
- Der **Endverbraucherpreis** kann sich im zukünftigen Kraftstoffmix mit zunehmenden E-Fuels-Anteil in heute vergleichbaren Größenordnungen bewegen, wenn auch steuerliche Anpassungen vorgenommen würden. Langfristig sind durch sinkende Produktionskosten

und steuerliche Maßnahmen Endverbraucherpreise für E-Diesel in Höhe von **1,59 Euro pro Liter** und für E-Benzin in Höhe von **1,37 Euro pro Liter** möglich.

- Ein Beimischungsszenario der Studie, das von politischen Idealbedingungen ausgeht, zeigt auf, dass ein schnellerer E-Fuels-Hochlauf möglich wäre, sodass **E-Fuels fossile Kraftstoffe bereits ab 2037 (E-Benzin) bzw. 2043 (E-Diesel) vollständig ersetzen könnten**.

Forderungen an die Politik: Verlässlichen regulatorischen Rahmen für E-Fuels schaffen!

Die Studie nennt einige angebots- wie nachfrageseitige Einflussfaktoren, die den Mengenhochlauf und damit die Verfügbarkeit und die Kostenentwicklung von E-Fuels positiv beeinflussen bzw. erst möglich machen (siehe hier Seite 4). Dazu zählt ein verlässlicher regulativer Rahmen.

UNITI fordert, dass die Politik auf europäischer wie nationaler Ebene konkrete Maßnahmen ergreift, um den derzeitigen regulatorischen Rahmen schnellstmöglich zu optimieren. Dazu zählen

- die vorzuziehende Änderung der **Pkw- und Lkw-Flottenregulierung** hinsichtlich der Anrechenbarkeit von verschiedenen regenerativen Kraftstoffen auf die CO₂-Minderungsziele der Hersteller per [Crediting System](#) sowie
- eine ambitionierte europäische wie nationale E-Fuels-Mengenquote für den gesamten Verkehr (Europäische **Erneuerbaren-Energien-Richtlinie**/ nationales **Bundes-Immissionsschutzgesetz**).
- Zudem ist eine Differenzierung der Energiesteuer aufgrund ihres starken Kosteneinflusses anzustreben: Auf europäischer Ebene muss dafür zeitnah die von der EU-Kommission bereits 2021 vorgeschlagene **Energiesteuerreform** (Energy Tax Directive) angenommen werden. Die Reform sieht u. a. die Festlegung neuer Mindeststeuersätze auf der Grundlage der Umweltauswirkungen von Kraftstoffen vor. Demzufolge würden die Mindeststeuersätze für fossiles Kerosin, Benzin und Diesel auf 10,70 Euro je GJ festgelegt, während für RFNBO wie E-Fuels oder Wasserstoff ein Mindeststeuersatz von nur 0,15 Euro je GJ gelten würde. Dies entspricht etwa 0,54 Cent pro Liter für E-Diesel und etwa 0,47 Cent für einen Liter E-Benzin. Bis zu einer Umsetzung der Reform sollte auf nationaler Ebene die Energiesteuer auf das europäische Mindestmaß abgesenkt werden.

UNITI setzt sich darüber hinaus auf nationaler und europäischer Ebene für folgende Rahmenbedingungen und regulativen Verbesserungen zur Schaffung von Investitions- und Nutzungsanreizen ein:

- **Für eine grundsätzliche Technologieoffenheit in sämtlichen Fahrzeug-Regulierungen und damit gegen politisch wie regulative Festlegungen auf einseitige Antriebslösungen:** Dafür ist eine realistische Klimabilanzierung von Fahrzeugen notwendig. Die derzeitige politisch wie regulative Festlegung auf bestimmte Antriebe und deren Nullbilanz „am Auspuff“ (Tank

to Wheel) verhindert die die Anrechenbarkeit regenerativer Kraftstoffe, obwohl diese gesamtbilanziell entscheidende CO₂-Minderungen vorweisen können. Es bedarf einer vollständigen CO₂-Bilanzierung (Lebenszyklusanalyse) von Fahrzeugen, die neben der Nutzungsphase auch weitere Phasen (z.B. CO₂-Bilanz Antriebsenergie) berücksichtigt.

- **Für eine deutlich anwendungsoptimierte Ausgestaltung der Produktionskriterien** wie den Strombezugs-kriterien für Wasserstoff und -Derivate (RED II) und für eine schnelle Etablierung einheitlicher Nachhaltigkeitskriterien (idealerweise global) und damit von Zertifizierungssystemen: Dies würde den Import in die EU deutlich erleichtern. Es gilt zudem die Nutzung von CO₂ per Carbon Capture and Utilization (CCU) zur Kraftstoffherstellung zu ermöglichen.
- **Für eine Anpassung der EU-Taxonomie:** PtL-Erzeugungsanlagen wurden in der letzten Überarbeitung nicht berücksichtigt. Diese Nichtberücksichtigung führt dazu, dass Investitionen in PtL vom Banken- und Kapitalektor nicht als nachhaltig angesehen werden und Investitionsentscheidungen privater Unternehmen somit verzögert bzw. erschwert werden. Es gilt daher Investitionen in E-Fuels als nachhaltige Investitionen innerhalb der Taxonomie zu verankern, um die Aufnahme von Investitionskapital zu erleichtern.
- **Für eine Änderung der europäischen Eurovignetten-Richtlinie** und entsprechend des Bundesfernstraßenmautgesetzes: Derzeit wird für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor generell ein CO₂-Aufschlag in der **Lkw-Maut** erhoben ohne Berücksichtigung der CO₂-Minderungswirkung genutzter erneuerbarer Kraftstoffe. Dies gilt es in der europäischen Eurovignetten-Richtlinie und entsprechend im Bundesfernstraßenmautgesetz zu ändern.
- **Für eine Änderung der Kfz-Steuer:** Es sollte bei der Erhebung die nachweisliche Nutzung von erneuerbaren Kraftstoffen berücksichtigt werden.
- **Für eine verlässliche Bundesförderung:** Bereits in Aussicht gestellte Förderrichtlinien wie „Investitionen in Erzeugungsanlagen“ und „Markthochlauf von strombasiertem Kerosin“ als Teil des Bundes-Förderprogramms „Regenerative Kraftstoffe“ müssen eine verlässliche Finanzierungsgrundlage bekommen. Es müssen im Bundeshaushalt entsprechende Mittel zur Verfügung gestellt und verstetigt werden.

Kontakt:

UNITI Bundesverband EnergieMittelstand e. V.
Jägerstraße 6
10117 Berlin

RA Elmar Kühn
Hauptgeschäftsführer

Dipl.-Ing., Dipl.-WirtschIng. (FH) Dirk Arne Kuhrt
Geschäftsführer Wärmemarkt

Dipl.Verw.Wiss. Dominik Hellriegel
Leiter Politik

T. (030) 755 414 300
info@uniti.de
www.uniti.de

Über UNITI

Der UNITI Bundesverband EnergieMittelstand e.V. repräsentiert in Deutschland rund 90 Prozent des mittelständischen Energiehandels und bündelt die Kompetenzen bei Kraftstoffen, Brennstoffen sowie Schmierstoffen. Täglich frequentieren über 4,3 Millionen Kunden die 8.601 Straßentankstellen der UNITI-Mitgliedsunternehmen, welche ca. 62 Prozent des Straßentankstellenmarktes ausmachen. Mit etwa 3.700 freien Tankstellen sind bei UNITI zudem fast 70 Prozent der freien Tankstellen organisiert. Überdies versorgen die UNITI-Mitglieder etwa 20 Millionen Menschen mit Wärme. Die Verbandsmitglieder decken rund 80 Prozent des Gesamtmarktes für flüssige und feste Brennstoffe ab. Ebenso zählen mit einem Marktanteil von über 50 Prozent die meisten unabhängigen mittelständischen Schmierstoffhersteller und Schmierstoffhändler in Deutschland zum Verband. Die rund 1.000 Mitgliedsfirmen von UNITI erzielen einen jährlichen Gesamtumsatz von etwa 95 Milliarden Euro und beschäftigen rund 100.000 Arbeitnehmer in Deutschland.