

UNITI informiert

Fakten rund um E-Fuels

Der unverzichtbare Beitrag
synthetischer Kraft- und
Brennstoffe für eine erfolgreiche
Energiewende



Vorwort

Statement des Parlamentarischen Vizeministers für Wirtschaft, Handel und Industrie aus Japan, Taku Ishii, im Rahmen des E-Fuels-Dialoges am 4. Juni 2024 in Berlin:

„Zur Erreichung einer CO₂-neutralen Gesellschaft spielt das Konzept des ‚dreifachen Durchbruchs‘ – die gleichzeitige Realisierung von Dekarbonisierung, Wirtschaftswachstum und Energiesicherheit – eine Schlüsselrolle. E-Fuels können in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag zum dreifachen Durchbruch leisten. Sie vermeiden nicht nur Emissionen, sondern erlauben es dank ihrer Transport- und Lagerfähigkeit, das Potenzial der erneuerbaren Energien weltweit, auch im Globalen Süden, zu erschließen. Dabei werden sowohl neue Geschäftsfelder ermöglicht als auch die Resilienz der Energiesysteme gesteigert.“



- Es gilt die Grundlagen und Voraussetzungen zu schaffen, damit deutlich mehr erneuerbare Kraftstoffe als Option für einen CO₂-neutralen Verkehr in den Markt kommen können, um fossile Kraftstoffe schnellstmöglich zu ersetzen.
- Ziel sollte ein technologieoffen gestalteter und damit bezahlbarer Verkehr sein, der für mehr Akzeptanz für Klimaschutz bei den Bürgerinnen und Bürgern sorgt.
- Um Arbeitsplätze in der Automobilwirtschaft zu schützen und für neue Arbeitsplätze in zukunftsfähigen Klimaschutztechnologien (Anlagenbau, Elektrolyseure, Syntheseanlagen etc.) zu sorgen, gilt es, erneuerbare Kraftstoffe als Lösung für den Klimaschutz zu etablieren.
- Das Verbrennerverbot auf europäischer Ebene muss durch die Einführung einer realistischen CO₂-Bilanzierung für Neufahrzeuge beendet werden, da nur so die realen Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs und dessen verwendeter Antriebsenergie berücksichtigt werden können.
- Der reale Klimaschutzbeitrag von erneuerbaren Kraftstoffen muss in sämtlichen Regulierungen Berücksichtigung finden.
- Die Energiewende sollte deutlich technologieoffener ausgestaltet werden und dabei sollte der Import grüner Moleküle wie synthetischer Kraftstoffe stärker in den Fokus rücken.
- Der zunehmende Einsatz erneuerbarer Flüssigbrennstoffe bzw. Grünes Heizöl in modernen effizienten Brennwert- und Hybridheizungen muss als Lösungsoption erhalten bleiben. Die bilanzielle Anrechenbarkeit sollte regulativ ermöglicht werden.
- Aufgrund der vielfältigen Lebensrealitäten und individuellen Ausgangssituationen muss den Verbraucherinnen und Verbraucher Entscheidungsfreiheit bei der Wahl ihrer klimafreundlichen Wärmeversorgung von morgen gelassen werden.
- Eine breite Angebotspalette von grünen Energieträgern und Technologien ist aus unserer Sicht der beste Garant für Innovation, Wettbewerb, Bezahlbarkeit, Versorgungssicherheit und Akzeptanz.

Sehr geehrte Damen und Herren,

E-Fuels stellen eine unverzichtbare Möglichkeit dar, den Bestand von weltweit 1,4 Mrd. Kraftfahrzeugen sowie die zukünftig neu in den Markt kommenden Kfz mit Verbrennungsmotor in die Bemühungen zum Erreichen der CO₂-Neutralität einzubeziehen. Unverzichtbar sind diese flüssigen synthetischen Kraft- und Brennstoffe, um die Defossilisierung des gesamten Verkehrssektors, der Industrie sowie des Wärmemarktes bezahlbar zu gestalten und auf globaler Ebene zum Erfolg zu führen.

E-Fuels haben eine hohe Energiedichte und sind leicht speicherbar. Sie ermöglichen es, erneuerbare Energien aus sonnen- und windreichen Gebieten in flüssiger Form zu importieren und weltweit nutzbar zu machen. Ein besonderer Vorteil der E-Fuels ist ihre schnelle und vielseitige Einsetzbarkeit. So lassen sich die synthetischen Kraft- und Brennstoffe über die bestehende Verteillogistik wie gewohnt bis zum Verbraucher bringen. Sie sind kompatibel mit der im Markt befindlichen Technik und können daher im Verkehr und im Wärmemarkt unverzüglich eingesetzt werden, d.h. es bedarf keiner technischer Anpassungen an Autos, Lkw, Flugzeugen, Schiffen oder auch Brennwärtheizungen, damit diese mit E-Fuels einen Beitrag zur CO₂-Neutralität leisten können. Nicht zuletzt werden E-Fuels die Akzeptanz in der Bevölkerung für die Maßnahmen zur Defossilisierung steigern, können sie doch mit dafür sorgen, dass in Deutschland die Versorgungssicherheit gewährleistet, der wirtschaftliche Wohlstand gesichert sowie die individuelle Automobilität und ein warmes Zuhause auch zukünftig für alle Menschen bezahlbar bleiben.

In unserer Reihe „UNITI informiert“ beschäftigen wir uns fortlaufend in kompakter Form mit verschiedenen Aspekten von E-Fuels. Wir informieren darin auf wissenschaftlich fundierter Basis und räumen Irrtümer über dieses Thema aus. Die vorliegende Publikation stellt eine Sammlung der wichtigsten „UNITI informiert“ zu flüssigen synthetischen Kraft- und Brennstoffen dar und erlaubt Ihnen ein schlüssiges Gesamtbild.

Wir wünschen Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

RA Elmar Kühn

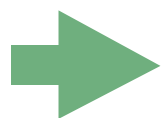
Hauptgeschäftsführer UNITI e.V.

Inhalt

- 5 E-Fuels – CO₂-neutrale synthetische Kraft- und Brennstoffe
- 9 Gibt es eine „one size fits all“-Lösung für einen CO₂-neutralen Verkehr?
- 13 Die essenzielle Bedeutung erneuerbarer Moleküle für die Energieversorgung von morgen
- 17 Warum Deutschland auf den Import grünen Stroms in Form von CO₂-neutralen E-Fuels angewiesen ist
- 21 Mit dem Import grüner Energie zu mehr Akzeptanz für die heimische Energiewende
- 25 E-Fuels – Globale Produktionsmengen und zukünftige Bedarfe im Einklang
- 29 Das werden CO₂-neutrale Kraftstoffe zukünftig kosten
- 33 Energieeffizienzvergleich zwischen Pkw mit synthetischen Kraftstoffen und batterieelektrischem Antrieb
- 39 Wie viele Windräder braucht man, um mit einem Auto CO₂-neutral zu fahren?
- 43 Wie der EU-Gesetzgeber die CO₂-Bilanz der Elektromobilität schönrechnet und damit dem Klimaschutz schadet
- 47 CO₂-Emissionen im Pkw-/LNF-Segment – aktuelle Studienergebnisse
- 51 Das EU-Verbrennerverbot – global ein Sonderweg **NEU**
- 55 Die globale Bedeutung des Verbrennungsmotors für die deutschen Automobilhersteller **NEU**
- 59 Mit E-Fuels: Arbeitsplätze sichern und neue schaffen!
- 63 Synthetische Kraftstoffe: Wertschöpfungs- und Arbeitsmarktpotenziale für Europa
- 67 E-Fuels nur im Flugverkehr – ist das technisch und wirtschaftlich sinnvoll?
- 71 Wie die Elektromobilität die Rohstoffabhängigkeit Deutschlands und Europas von China erhöht
- 75 Warum die Elektromobilität Europa spaltet
- 79 Schwerlastverkehr in der EU: keine Versorgungssicherheit ohne CO₂-neutrale Kraftstoffe
- 87 Schwere Nutzfahrzeuge in der EU – kaum alternative Lade- und Tankinfrastruktur vorhanden
- 91 Warum nur mit E-Fuels der weltweite Straßenverkehr CO₂-neutral gestaltet werden kann
- 95 Studienübersicht

UNITI informiert E-Fuels – CO₂-neutrale synthetische Kraft- und Brennstoffe

E-Fuels 
Einfach.Genial.CO₂-neutral.



Eine erfolgreiche Energiewende gelingt nur mit E-Fuels:
Für große Teile des Pkw- und Nutzfahrzeugbestandes lassen sich die Ziele der Energiewende – Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Bezahlbarkeit – am effizientesten mit E-Fuels erreichen.
Zudem ist im Flug- und Schiffsverkehr sowie im Schwerlasttransport keine sinnvolle technische Alternative zu CO₂-neutralen synthetischen Kraftstoffen in Sicht.

Was sind E-Fuels? Flüssiger, speicherbarer, erneuerbarer Strom!

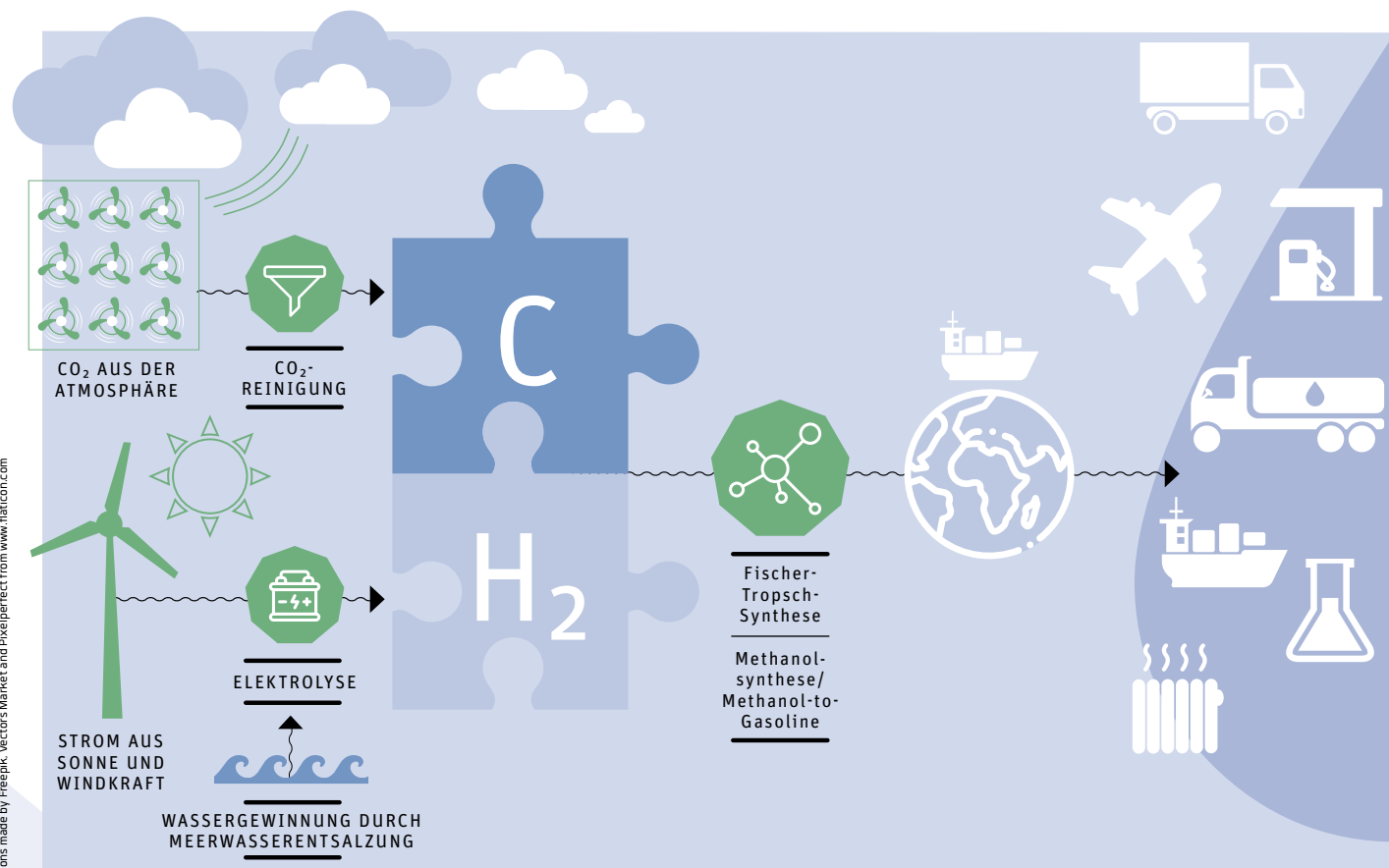
E-Fuels sind CO₂-neutrale flüssige Kraft- und Brennstoffe, die aus Erneuerbaren Energien hergestellt werden. Dazu braucht es lediglich Strom aus Sonne und Wind sowie Wasser und Kohlenstoffdioxid (z. B. aus der Atmosphäre). E-Fuels können einen entscheidenden Beitrag für das Erreichen der Klimaschutzziele im Verkehr und im Gebäu-

desektor leisten, denn sie bieten entscheidende Vorteile: E-Fuels haben eine hohe Energiedichte und sind leicht speicherbar. Dadurch besteht die Möglichkeit, preisgünstige Erneuerbare Energien aus sonnen- und windreichen Regionen weltweit nutzbar zu machen.

Wie werden E-Fuels hergestellt? Ausschließlich erneuerbar!

E-Fuels sind umfassend erforscht, die wissenschaftliche Expertise für einen Markthochlauf ist vorhanden. Die Grundlage zur Herstellung von E-Fuels bilden Power-to-Liquid-Pfade (PtL), mit denen strombasierte flüssige Kraftstoffe unter Verwendung erneuerbarer elektrischer Energie gewonnen werden. Zunächst wird aus entsalztem Meerwasser per Elektrolyse unter Verwendung von erneuerbar erzeugtem Strom Wasserstoff gewonnen, der

dann mittels des bereits 1925 in Deutschland entwickelten Fischer-Tropsch-Verfahrens bzw. der Methanolsynthese mit Kohlenstoffdioxid zu einem treibhausgasneutralen flüssigen Kraft- und Brennstoff synthetisiert wird. Dieser lässt sich als Beimengung in Benzin, Diesel oder Heizöl oder als reiner CO₂-neutraler Kraft- und Brennstoff nutzen, der alle heutigen konventionellen flüssigen Energieträger ersetzen kann.



Was spricht für E-Fuels? CO₂-neutral, bezahlbar, überall einsetzbar!



E-Fuels sind umwelt- und klimaschonend.

- E-Fuels können aus sonnen- und windreichen Gebieten der Erde importiert werden. Es bedarf in Deutschland keines zusätzlichen Ausbaus von Windkraft- und Solaranlagen, nur um E-Fuels zu nutzen. Das erhöht die Akzeptanz der Energiewende.
- E-Fuels sind CO₂-neutral. Es entstehen keine zusätzlichen Treibhausgase.
- E-Fuels lassen sich leicht speichern. Das generelle Problem der Energiewende, Erneuerbare Energie nicht kontinuierlich ins Netz einspeisen zu können und damit dauerhaft verfügbar zu haben, lässt sich damit lösen.
- Bei der Verbrennung von E-Fuels entstehen weniger Stickoxide und Feinstaub als bei herkömmlichen Kraft- und Brennstoffen.
- Mit E-Fuels stellt sich nicht das Entsorgungs- und Recyclingproblem der batterieelektrischen Mobilität.

E-Fuels sind schnell und vielseitig einsetzbar.

- E-Fuels sind kompatibel mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren und mit effizienten Brennerheizungen. Sie sind damit einsetzbar in den rund 60 Millionen Fahrzeugen wie auch für die effiziente Wärmeversorgung in Millionen Privathaushalten in Deutschland.
- Durch das bestehende flexible Verteillogistiknetz gelangen E-Fuels schnell in den Markt und zu den Verbrauchern.
- E-Fuels lassen sich problemlos herkömmlichen flüssigen Kraft- und Brennstoffen beimischen (von 1 bis 100 %).
- E-Fuels sind für alle Verkehrsträger – Pkw, Lkw, Flugzeuge und Schiffe – geeignet. Zudem können sie als Rohölersatz in der chemischen Industrie verwendet werden.
- Im Flug- und Schiffsverkehr, in der Bau-, Land- und Forstwirtschaft sowie in großen Teilen des Schwerlastverkehrs gibt es für den Einsatz von E-Fuels keine sinnvolle technische Alternative.



E-Fuels sind nutzerfreundlich und komfortabel in der Anwendung.

- Dank E-Fuels ist kein teurer Technologiewechsel im Verkehr und bei der Wohnraumbeheizung erforderlich. Für Verbraucher bedeutet das: keine Umstellungskosten, keine Umorientierung auf neue Technologien und damit den gewohnten komfortablen Umgang mit einem sicheren Energieträger. Das fördert die Akzeptanz.
- E-Fuels lassen sich flächendeckend in Deutschland vertreiben und wären so für die Verbraucher problemlos erhältlich.
- E-Fuels vereinen alle Vorzüge flüssiger Energieträger im Verkehr: kurze Tankvorgänge sowie eine große Energiedichte, die eine hohe Reichweite der Fahrzeuge ermöglicht.
- E-Fuels können, wie Studien namhafter Forschungsinstitute belegen, mittelfristig für rund 1 € je Liter hergestellt werden. Damit bleiben Kraft- und Brennstoffe für die Verbraucher bezahlbar.



E-Fuels stärken die internationale Energiezusammenarbeit und sichern den Wirtschaftsstandort Deutschland.

- Deutschland kann seinen Energiebedarf aus erneuerbaren Quellen nicht selbst decken und ist daher zwingend auf Importe von Erneuerbaren Energien angewiesen. Mit E-Fuels ist dies wirtschaftlich und technisch möglich.
- E-Fuels lassen sich weltweit einsetzen. So können auch Entwicklungsländer eine CO₂-neutrale Energieversorgung aufbauen. Das fördert zugleich die internationale Energiezusammenarbeit.
- Deutschlands weltweit führende Kompetenz im Motorenbau samt mittelständischer Zuliefererindustrie bleibt erhalten; Hunderttausende von Arbeitsplätzen werden gesichert.
- Ingenieure aus Deutschland sind weltweit führend in der Entwicklung der Power-to-X-Technik, mit der sich E-Fuels herstellen lassen. Das stärkt die deutsche Exportwirtschaft und ermöglicht über 470.000 zusätzliche Arbeitsplätze.



Wann sind E-Fuels verfügbar? Wenn die politischen Rahmenbedingungen stimmen, ab morgen!

- Universitäten, Forschungsinstitute und die Industrie befassen sich intensiv mit CO₂-neutralen Kraft- und Brennstoffen und stellen schon heute in kleinen Mengen erfolgreich E-Fuels her. Dabei bestätigen ausgiebige Praxistests deren Marktreife.
- Derzeit befinden sich weltweit erste Industrieanlagen zur E-Fuels-Herstellung im Aufbau oder in der Planungsphase.
- Eine zukünftig vollständige Versorgung des globalen Kraftstoff- und Wärmemarktes ist laut Global PtX-Atlas möglich.

Was fordern wir von der Politik? Technologieoffene gesetzliche Regelungen, die auch E-Fuels berücksichtigen!

- Technologieoffenheit statt Technologieverbote: E-Fuels als Klimaschutzlösung anerkennen und anderen Lösungsoptionen regulativ gleichstellen.
- E-Fuels-Mindestquote von 10 % bis 2030 in der europäischen Erneuerbaren-Energien-Richtlinie festlegen.
- Anrechenbarkeit von E-Fuels auf die EU-CO₂-Flottenziele für neue Pkw und Nutzfahrzeuge sowie Einführung einer gesamtheitlichen Betrachtung der CO₂-Bilanz synthetischer Kraftstoffe (well-to-wheel).
- Unterstützung der E-Fuel-Markteinführung durch Umstellung der Energiesteuer auf Besteuerung des fossilen Kraftstoffanteils im Verkehr.
- Importstrategie für global hergestellte Power-to-X-Produkte wie E-Fuels auf Grundlage von Energiepartnerschaften umsetzen.
- Nutzungsanreize durch Berücksichtigung bei Maut und Kfz-Steuern schaffen..

Weitere Informationen finden Sie auf: www.uniti.de/aktuelle-studien

Video: E-Fuels – die Lösung für den CO₂-neutralen Verkehr von morgen



Video: E-Fuels – Kraftstoff aus Ökostrom



Redaktionsstand: Oktober 2025

UNITI informiert

Gibt es eine „one size fits all“-Lösung für einen CO₂-neutralen Verkehr?



E-Fuels lassen sich sowohl in allen Bestandsflotten von verbrennerbetriebenen Verkehrsmitteln und Sonderfahrzeugen als auch bei Neufahrzeugen einsetzen. Technische Anpassungen sind dafür nicht erforderlich. Die dafür notwendige Tankinfrastruktur existiert bereits.

E-Fuels sind somit eine echte „one fits all“-Lösung!

Verkehrsmittel und Sonderfahrzeuge		Antriebsenergie		Batterieelektrischer Einsatz möglich*	
		E-Fuels Einsatz möglich		Im Bestand Bei Neufahrzeugen	
	Motorroller und Motorräder	✓	✓	✗	✓
	Pkw	✓	✓	✗	✓
	ÖPNV-Busse	✓	✓	✗	✓
	Reisebusse	✓	✓	✗	✗
	Lieferfahrzeuge (bis 7,5t)	✓	✓	✗	✓
	Lkw (bis 40t)	✓	✓	✗	○
	Baumaschinen	✓	✓	✗	✗
	Land- und Forstmaschinen	✓	✓	✗	✗
	Rettungswagen, Feuerwehr- und THW-Fahrzeuge	✓	✓	✗	✗
	Entsorgungs- und Straßenreinigungsfahrzeuge	✓	✓	✗	✗
	Militärfahrzeuge	✓	✓	✗	✗
	Hubschrauber	✓	✓	✗	✗
	Verkehrs- und Frachtflugzeuge	✓	✓	✗	✗
	Fracht- und Containerschiffe	✓	✓	✗	✗
	Kreuzfahrtschiffe und Fähren	✓	✓	✗	✗

* und technisch oder wirtschaftlich sinnvoll

Tankinfrastruktur flächendeckend und ausreichend vorhanden			Ladeinfrastruktur flächendeckend und ausreichend vorhanden		
					
✓	✓	✓	○	○	○
✓	✓	✓	○	○	✗
✓	✓	✓	✗**	✗**	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	○	○	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗

** Lademöglichkeit auf Betriebshöfen

Das Ziel: CO₂-neutrale Mobilität im Verkehr

Langfristig werden hunderte Millionen Fahrzeuge weiterhin mit Verbrennungsmotoren betrieben werden (derzeit rund 1,4 Mrd. weltweit). Unter anderem die Landwirtschaft, Rettungs- und Einsatzfahrzeuge, die Bauwirtschaft, das Militär, Speditionen oder Versorger – sie alle benötigen ortsunabhängige, schnell verfügbare Energie, um mobil zu sein. E-Fuels sind eine „one size fits all“-Lösung, die diese Anforderungen erfüllt.

Erfolgsfaktor Energiedichte

Die Übersicht der Verkehrsmittel und Sonderfahrzeuge zeigt deren Vielfalt und unterschiedliche Einsatzgebiete. Insbesondere dort, wo viel Energie zum Fortkommen und Transportieren erforderlich wird, z. B. in Flugzeugen oder Lkw, ist eine hohe Energiedichte gefragt. Die Energiedichte beschreibt die gespeicherte Energiemenge pro Masseinheit (Wattstunde pro Kilogramm). Diesel oder Benzin haben aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften eine vielfach höhere Energiedichte als ein Lithium-Ionen-Akku gleicher Masse. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass zur Mitführung derselben Energiemenge bei einem batterieelektrisch angetriebenem Fahrzeug eine großvolumige und schwere Batterie mitzuführen wäre, während bei einem Fahrzeug, das mit Flüssigkraftstoff betrieben wird, ein vergleichsweise kleinvolumiger Tank mit geringem Füllgewicht ausreicht.

Investitionen bewahren, Ressourcen schonen.

Die im Markt befindlichen Flotten an Verkehrsmitteln und Sonderfahrzeugen werden nahezu alle hauptsächlich von Verbrennungsmotoren angetrieben. Batterieelektrische Antriebe spielen – wenn überhaupt – bislang nur eine untergeordnete Rolle. Auch die Mehrheit der weltweit aktuell neu zugelassenen Fahrzeuge verfügt über einen Verbrennungsmotor. Diese könnten die bestehende Tank- und Verteilungsinfrastrukturen nutzen, um CO₂-neutrale E-Fuels zu tanken. Die existierenden Flotten mit E-Fuels CO₂-neutral weiterzubetreiben, trägt nicht nur zum Klimaschutz bei, sondern liefert auch einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung. Davon abgesehen, können nur wenige Verkehrsmittel (Motorräder, Pkw, Busse im Nahverkehr, leichte Lkw) technisch oder wirtschaftlich sinnvoll elektrifiziert werden und auch die dafür notwendige Ladeinfrastruktur ist weder in der EU noch auf globaler Ebene in der Regel weder flächendeckend noch ausreichend vorhanden.

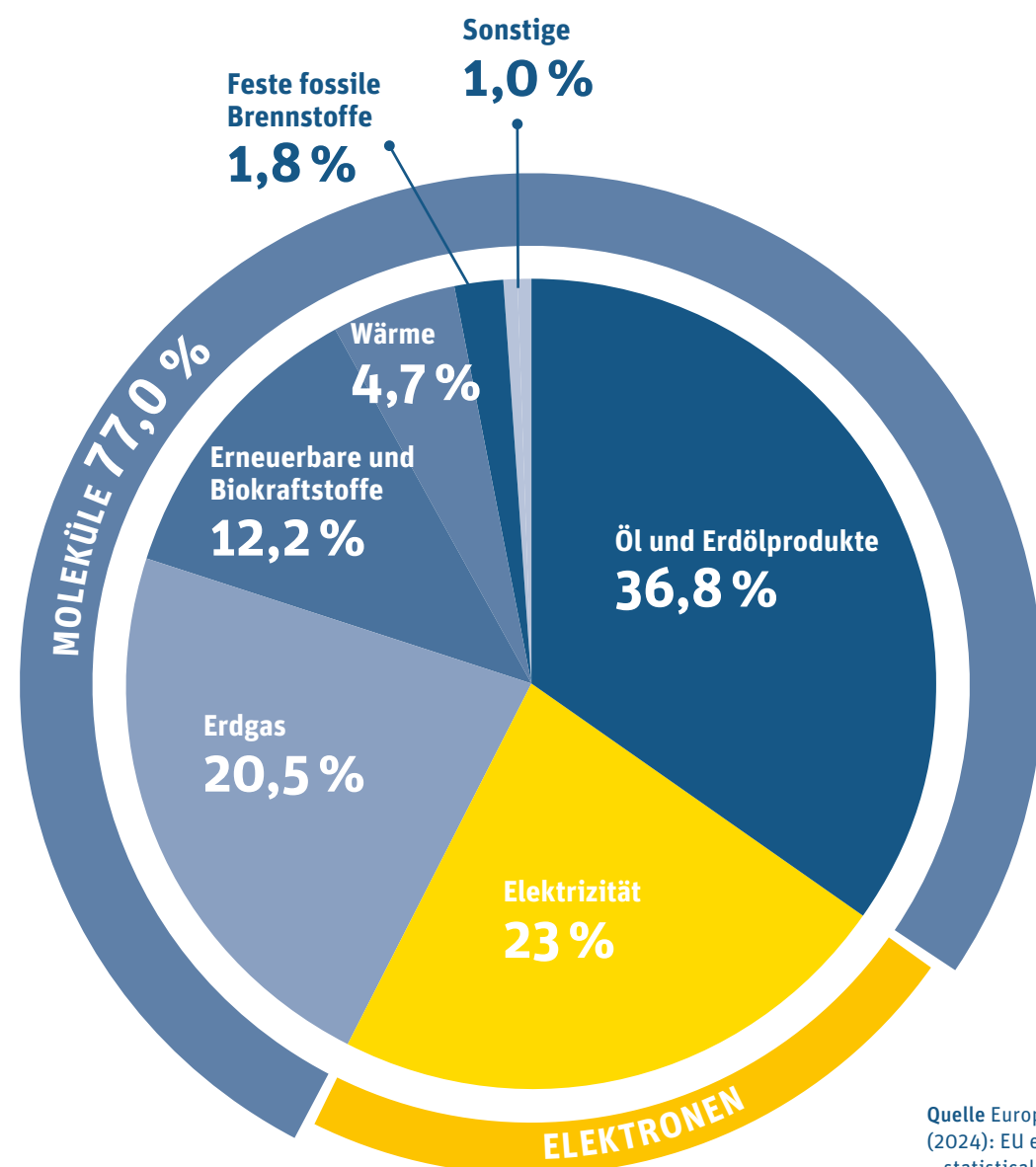
UNITI informiert
Die essenzielle Bedeutung
erneuerbarer Moleküle für die
Energieversorgung von morgen

Redaktionsstand: Oktober 2025

Der Endenergieverbrauch in den EU-Mitgliedstaaten wird mit 77 % zum übergroßen Teil durch Moleküle realisiert. Elektronen spielen mit 23 % eine wesentlich geringere Rolle.

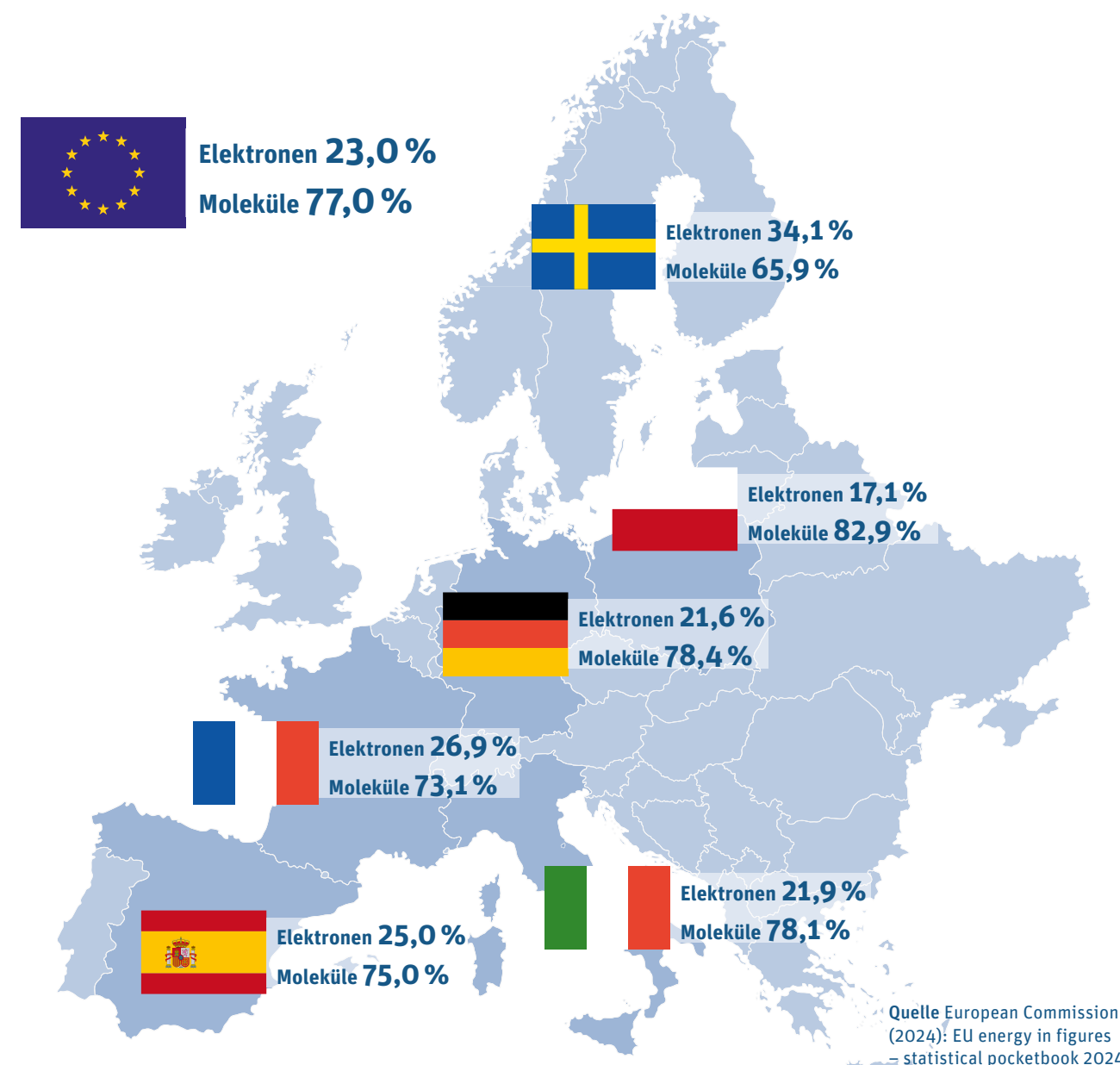
Energieträger in Form von Molekülen decken zu mehr als drei Viertel den Endenergieverbrauch in der EU ab. Molekülbasierte Energieträger überzeugen durch ihre Vielseitigkeit und entscheidenden Vorteile, die sie für eine zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung unverzichtbar machen. Die Vorzüge sind unübersehbar: Sie bieten eine hohe Energiedichte, sind leicht transportier- und speicherbar und ermöglichen eine flexible Nutzung, da sie unabhängig von wetter- und jahreszeitbedingten Schwankungen bedarfsgerecht Energie liefern. Darüber hinaus stützt sich ihre Anwendung auf eine gut ausgebaute und verlässliche Infrastruktur, die eine sichere und flächendeckende Versorgung sicherstellt. Dies macht Moleküle unentbehrlich, insbesondere im Verkehr und in Bereichen, in denen Gewicht und Energiedichte entscheidend sind. Trotz der derzeitigen einseitigen Fokussierung auf die Elektrifizierung von Anwendungen und den damit verbundenen hohen Ressourceneinsatz bleibt die Bedeutung von Molekülen für den Energieverbrauch der EU klar erkennbar. Sie stellen eine unverzichtbare Grundlage für eine stabile und zukunftsfähige Energieversorgung dar.

Energieträger in der EU



Quelle European Commission (2024): EU energy in figures – statistical pocketbook 2024

Elektronen vs. Moleküle beim EU-Endenergieverbrauch



Der hohe Anteil an Energieträgern, der in Europa in Form von Molekülen genutzt wird, kann nicht vollständig durch Elektronen substituiert werden. Statt ausschließlich auf Elektrifizierung zu setzen, müssen fossile durch erneuerbare Moleküle ersetzt werden. Es bedarf einer Molekülwende und entsprechender Strategien.

Eine vollständige Substitution der molekülbasierten Energieträger durch Elektronen wäre nur mit äußerst hohen volkswirtschaftlichen Kosten verbunden. Um den Energiebedarf in Europa auch in Zukunft decken und die ambitionierten CO₂-Einsparziele erreichen zu können, werden wir auf erneuerbare Moleküle angewiesen sein. Es bedarf regenerativer Energieträger, die unter Einsatz von Grünstrom produziert werden und in Molekülform transportierbar, speicherbar und einsetzbar sind. Flüssige erneuerbare Kraft- und Brennstoffe werden dabei einen Großteil einnehmen müssen. Ihre Produktion findet dort statt, wo erneuerbare Energien am effektivsten sind und für den Einsatz viel Potenzial vorhanden ist.

Fazit: Energieträger in Form von Molekülen haben viele Vorteile.

- ▶ Sie sind gut speicherbar.
- ▶ Sie sind leicht zu transportieren und anwendbar.
- ▶ Sie weisen eine hohe Energiedichte auf.
- ▶ Für ihren Einsatz gibt es bereits eine hervorragend ausgebaute Infrastruktur, die Versorgungssicherheit gewährleistet.

Politische Forderung von UNITI:

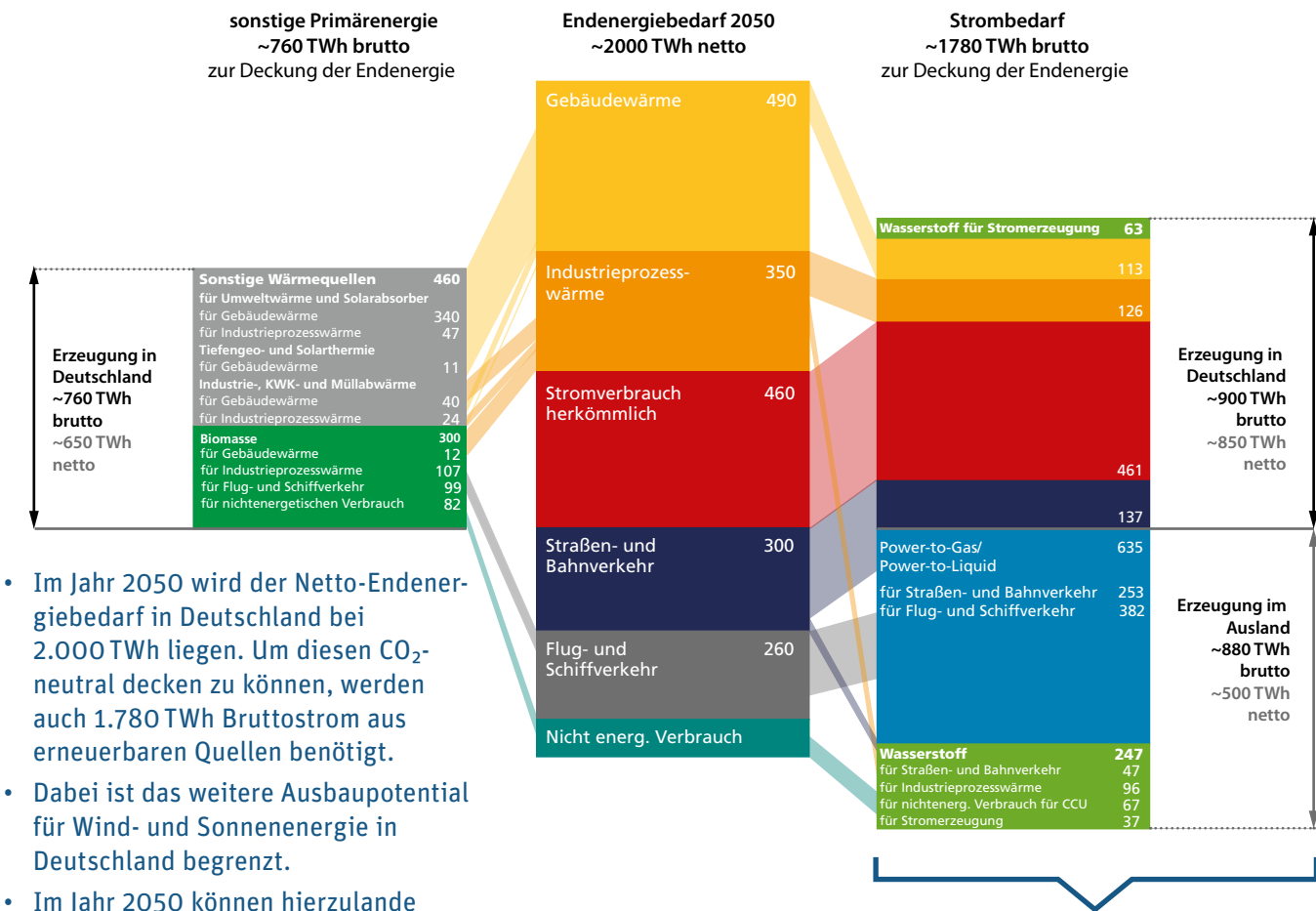
Die Energiewende ist mehr als nur eine Stromwende und muss breiter gedacht werden. Elektronen stellen nur einen kleinen Anteil des Energiebedarfs dar. Das europäische Energiesystem beruht im Wesentlichen auf Energieträgern in Form von Molekülen. Dies wird auch in Zukunft so sein und deshalb müssen fossile Moleküle auf eine erneuerbare Grundlage umgestellt werden. Ein Teil der Defossilisierung muss eine Kraftstoffwende auf Basis erneuerbarer flüssiger Energieträger – etwa mit Grünstrom hergestellte eFuels – sein.

UNITI informiert
Warum Deutschland auf den
Import grünen Stroms in Form
von CO₂-neutralen E-Fuels
angewiesen ist

Redaktionsstand: Januar 2025

Deutschland ist zwingend auf den Import Erneuerbarer Energien angewiesen, wenn es seinen Wohlstand halten will!

Endenergiebedarf 2050

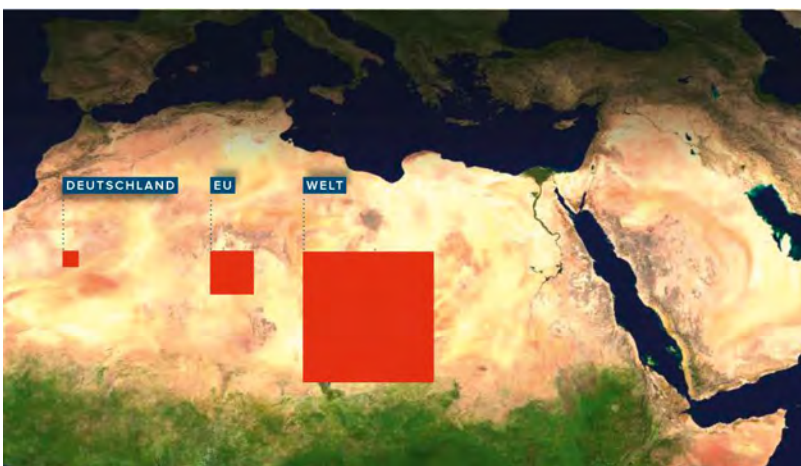


- Im Jahr 2050 wird der Netto-Endenergiebedarf in Deutschland bei 2.000 TWh liegen. Um diesen CO₂-neutral decken zu können, werden auch 1.780 TWh Bruttostrom aus erneuerbaren Quellen benötigt.
- Dabei ist das weitere Ausbaupotential für Wind- und Sonnenenergie in Deutschland begrenzt.
- Im Jahr 2050 können hierzulande brutto rund 900 TWh grünen Stroms erzeugt werden, die Differenz von 880 TWh zur Deckung des Bruttostrombedarfs muss aus dem Ausland importiert werden.

Das bedeutet:
→ fast 50 Prozent Bruttostromimport notwendig!
→ Deutschland braucht eine Importstrategie für Erneuerbare Energien!

Quelle: „Barometer der Energiewende 2020“, Fraunhofer IEE

Erneuerbare Energien auf globaler Ebene ausreichend vorhanden:



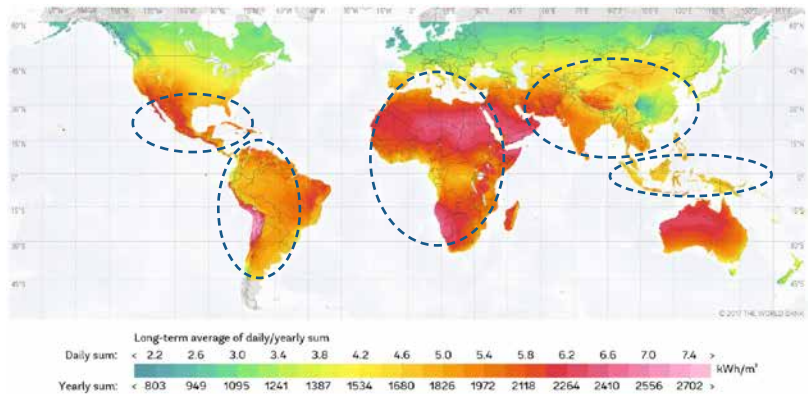
Quelle: Eigene maßstabsgetreue Darstellung nach Prof. Robert Pitz-Paál (DLR)

- Die Sonne liefert in nur drei Stunden die Energie für den Jahresenergiebedarf der gesamten Erdbevölkerung!
- Mit PV-Systemen auf einer Wüstenfläche von etwa 1.000 km mal 1.000 km in Nordafrika könnte eine Strommenge erzeugt werden, die bilanziell den heutigen weltweiten Primärenergiebedarf deckt.
Welt: 1.000 km × 1.000 km
EU: 300 km × 300 km
Deutschland: 150 km × 150 km

Das Problem:

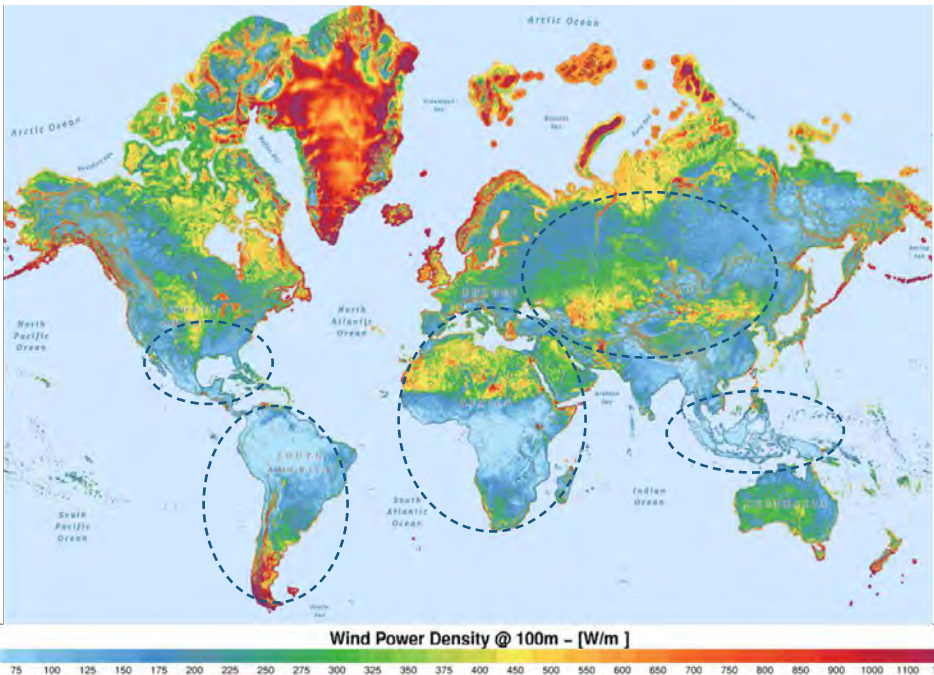
- Der Bedarf an Erneuerbaren Energien ist in Industrienationen besonders hoch, aber das Potenzial für Erneuerbare Energien ist dort oft niedrig.
- In Deutschland ist zudem die saisonale Verteilung besonders ungünstig. Der EE-Stromanteil ist im Sommer hoch, aber nicht im Winter, wo der Bedarf groß ist.

Schwellen- und Entwicklungsländer auf der Weltkarte der PV-Potentiale



Quelle: World Bank Group, <http://globalsolaratlas.info/>
Hinweis: Global Horizontal Irradiation (GHI) – [kWh/m²]; Jährliche Skala von grün (803 kWh/m²) bis pink (≥2.700 kWh/m²).

Schwellen- und Entwicklungsländer auf der Weltkarte der Windkraftpotentiale



Quelle: World Bank Group, <http://globalsolaratlas.info/>
Hinweis: Wind Power Density Potential @ 100 m – [W/m²]; Skala von hellblau (25 W/m²) bis dunkelrot (≥1.300 W/m²).

Wie bekommen wir den grünen Strom aus den sonnen- und windreichen Regionen nach Deutschland?

- Der Transport per Kabel ist zu teuer und löst das Speicherproblem nicht.
- Ohne den Import grüner Energie droht Deutschland eine große Lücke bei der Deckung des Bedarfs an Erneuerbaren Energien im Jahr 2050! Das würde das Erreichen des Ziels der CO₂-Neutralität unmöglich machen und den Wohlstand der Menschen sowie den Wirtschaftsstandort Deutschland massiv gefährden.
- E-Fuels sind eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Lösung, Erneuerbare Energie nach Deutschland zu importieren.
- E-Fuels erlauben es, grünen Strom aus sonnen- und windreichen Regionen der Welt in flüssiger Form zu speichern und zu uns zu transportieren.

→ Der Import grünen Stroms in Form flüssiger E-Fuels ist eine Lösung zur Schließung der EE-Bruttostromlücke von ca. 50 Prozent!

Unsere Forderungen an die Politik, um den Hochlauf von E-Fuels zu beschleunigen:

- Anerkennung des **Importbedarfs Erneuerbarer Energien in Form flüssiger Energieträger** wie E-Fuels in sämtlichen energiepolitischen Strategien und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen zur Realisierung dieses Imports.
- Ambitionierte **europäische und nationale Mengenmindestquote** für E-Fuels für den gesamten Verkehrssektor einführen.
- Klimafreundliche **Neugestaltung der Energiebesteuerung** im Verkehrssektor, z. B. auf eine reine Abgabe auf Emissionen von fossilem CO₂.
- Regulative Anerkennung flüssiger alternativer Brennstoffe als eine Regel-Erfüllungsoption in der **Gebäudeenergiegesetzgebung**.
- Anwendungsoptimierte Ausgestaltung der **Produktionskriterien** für PtX-Produkte.

UNITI informiert

Mit dem Import grüner Energie zu
mehr Akzeptanz für die heimische
Energiewende

Redaktionsstand: Juli 2021

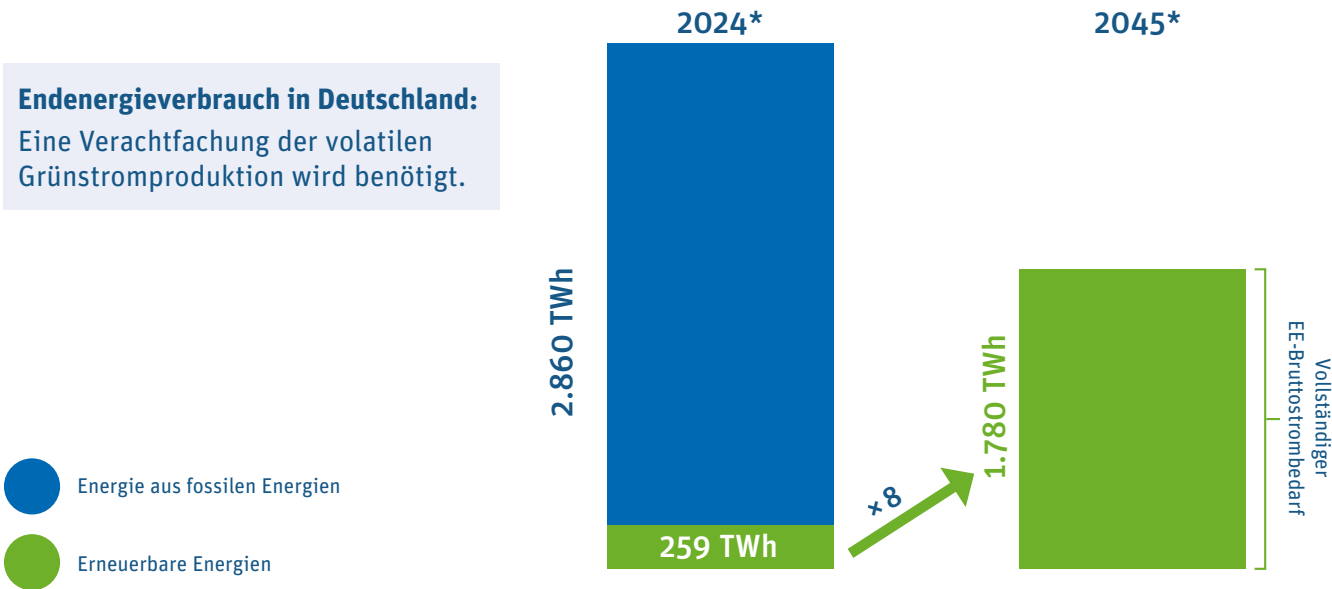
I. Grundpfeiler der Energiewende: Erneuerbare Energien

Deutschland hat sich das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 gesetzt. Dieses Ziel ist nur zu erreichen, wenn das derzeitige Energiesystem vollständig auf der Nutzung Erneuerbarer Energien in sämtlichen Formen basiert. Erneuerbare Energien sind Grundlage jeglicher Prozessumstellungen in allen relevanten Sektoren wie zum Beispiel Industrie, Verkehr oder Gebäudewärme. Ein solch umfassendes Defossilisierungsprogramm wird die Nachfrage nach Grünstrom überdurchschnittlich steigern und zwingt uns zu einem massiven und zeitnahen Ausbau von Anlagen für Erneuerbare Energien. Schon heute ist absehbar, dass die begrenzte Flächenverfügbarkeit und gesell-

schaftliche Akzeptanz diesen Ausbau massiv hemmen werden.

Der deutsche Energiemix – Status Quo

Der Weg des Ausbaus ist auch nach über zwanzig Jahren intensiver Förderung in Deutschland jedoch noch lang. Im deutschen Energiemix machen grüne Energien, vor allem Windstrom an Land und Photovoltaik, derzeit zwar gut 50 Prozent an der Stromerzeugung aus, in Betrachtung des Gesamtenergieverbrauchs, also einschließlich aller Sektoren, kommt EE-Strom nicht über 9 Prozent am Endenergieverbrauch hinaus.



II. Stark begrenzte Flächenverfügbarkeiten in Deutschland

Das heimische Ausbaupotenzial für Wind- und Solaranlagen, also geeignete Standorte, ist begrenzt. Erschwerend kommt die Flächenkonkurrenz mit Anwohnern oder der Landwirtschaft hinzu. Schon heute gibt es vielerorts lokale Widerstände. Anwohner befürchten eine persönliche, finanzielle oder umweltbezogene Einschränkung durch die geplanten Windanlagen. Mit dem oben beschriebenen notwendigen massiven Ausbau werden diese Konflikte deutlich zunehmen. Die Politik versucht, mit Mindestabständen von Windanlagen, wie in Nordrhein-Westfalen oder Bayern, auf Bürgerproteste zu reagieren, wodurch weitere geeignete Flächen ausgeschlossen werden. Akzeptanz wird hier zur wichtigsten Währung.

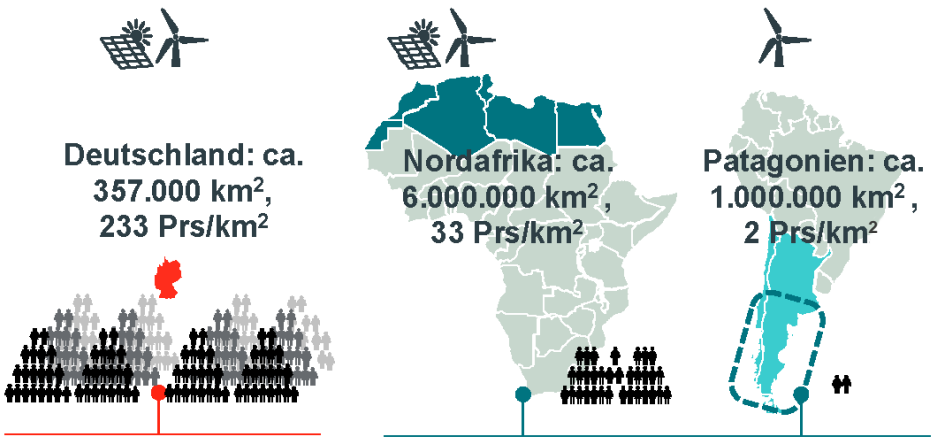
Steigende Grünstrombedarfe in den jeweiligen EU-Mitgliedsstaaten begrenzen das Stromimportpotenzial für Deutschland aus dem innereuropäischen Ausland. Zudem sind dort Flächenkonkurrenzen ähnlich stark ausgeprägt. Der Blick muss daher auf globale Regionen mit deutlich geringeren EE-Erzeugungskosten und höheren Volllaststunden geweitet werden.

Wollen wir den Verkehr sowie die Gebäudewärme CO₂-neutral gestalten, werden grüne Energieimporte zwingend notwendig.

III. EE-Anlagen – globales Potenzial nutzen

Die beschriebenen Standortkonflikte könnten verhindert werden: Anders als in Europa besitzen internationale Standorte zur Energiegewinnung ein enormes Flächennutzungspotenzial und weisen eine deutlich geringere

Bevölkerungsdichte auf (Deutschland: 233 Personen/km²). Die Grafik veranschaulicht den Vorteil der Flächennutzung außerhalb Europas:



Deutschland	Nordafrika	Patagonien
Fläche: ca. 357.000 km²	Fläche: ca. 6.000.000 km²	Fläche: ca. 1.000.000 km²
233 Personen pro km²	33 Personen pro km²	Nur 2 Personen pro km²

Hohe Volllaststundenzahl = Hohe Stromausbeute

Ein weiterer Standortvorteil ergibt sich aus der hohen Zahl an Volllaststunden (großen Stromerzeugungsmengen). So erzeugt eine Solaranlage an einem durchschnittlichen Standort in Deutschland nur rund 40 % der Strommenge pro Jahr, die eine vergleichbare Anlage in Nordafrika produziert. Mit PV-Systemen auf einer Wüstenfläche von etwa 150 km × 150 km in Nordafrika könnte eine Strommenge erzeugt werden, die bilanziell den heutigen deutschen Primärenergiebedarf deckt.

Globale Erzeugung für nationale Versorgungssicherheit

Neben der Erzeugung muss auch der Transport von Energie berücksichtigt werden. Bei der Weiterverarbeitung vor Ort z. B. in synthetische Kraftstoffe (sog. E-Fuels) würden sich nicht nur enorme Wertschöpfungspotenziale in Deutschland und den Erzeugerländern ergeben, auch ließen sich die bestehende Transport- und Verteilungsinfrastruktur weiterhin nutzen. E-Fuels würden als importierte Energieträger mehrere Vorteile bieten: E-Fuels sind perfekte Energiespeicher und eine

Antwort auf die Volatilität der Anlagen zur Erzeugung Erneuerbarer Energien hierzulande bei gleichzeitig fehlenden Übertrags- und Verteilnetzen sowie Speichermöglichkeiten. Sie ermöglichen überhaupt erst die nationale Energiewende, weil mit ihnen der Verkehr und Teile des Gebäudewärmemarktes über importierte Energieträger CO₂-neutral werden würde und saisonale Schwankungen ausgeglichen werden könnten. Zusätzlicher Grünstrom müsste hierzulande dafür nicht aufgewandt werden. E-Fuels könnten damit einen unverzichtbaren Beitrag für eine verlässliche und hohe Energieversorgungssicherheit leisten.

2019*: AG Energiebilanzen Oktober 2020
2045*: Fraunhofer IEE – Bei einem Klimaziel von 2045 müsste dies bereits fünf Jahre früher erreicht werden.

Fazit: Durch eine nationale Importstrategie steigen Akzeptanz und Erfolg der deutschen Energiewende.

1. Die inländische Grünstromerzeugung ist wegen limitierter Flächen und einer begrenzten Energieausbeute für die Deckung des zukünftigen Energiestrombedarfs nicht ausreichend. Der EE-Mehrbedarf, die begrenzte Akzeptanz der Bevölkerung und die Flächenkonflikte verschärfen die Problematik.
2. Ohne Technologie- und Standortoffenheit droht die Energiewende im Allgemeinen und im Verkehr im Speziellen zu scheitern. Importe von Ökostrom in Form flüssiger strombasierter Kraft- und Brennstoffe sind essenziell, um bezahlbare Erneuerbare Energie in Deutschland zur Verfügung zu haben – sowohl für die Wirtschaft als auch für die Verbraucher.

UNITI fordert:

Es gilt, die regulativen Rahmenbedingungen in der EU und im Bund entsprechend anzupassen und die Förderung von außereuropäischen Energieprojekten in Form von Energiepartnerschaften sowie die Schaffung von Investitionsanreizen für global installierte EE- und PtX-Erzeugungsanlagen anzugehen. Ein weiterer Schritt wäre die Anrechnung von CO₂-neutralen E-Fuels bei der europäischen CO₂-Flottenregulierung von neuen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen sowie von neuen Lkw.

UNITI informiert

E-Fuels – Globale Produktionsmengen und zukünftige Bedarfe im Einklang

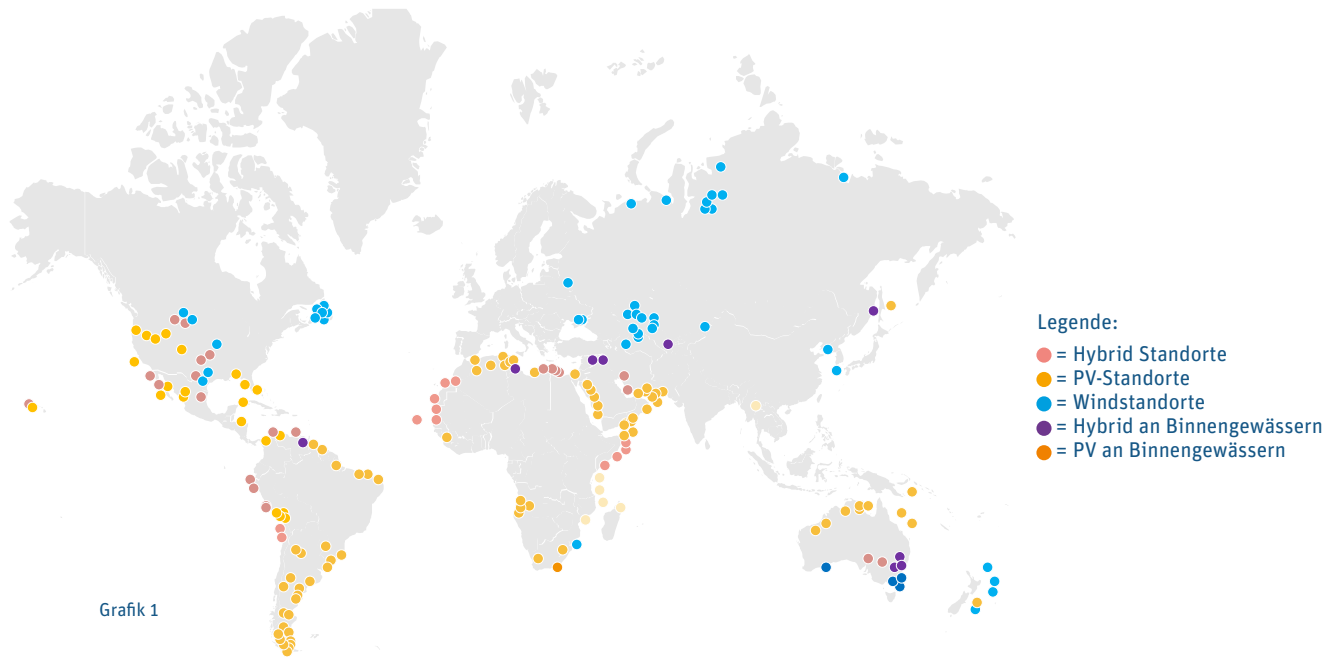
Redaktionsstand: September 2021

Global stehen ausreichend Erneuerbare Energien zur Verfügung, um den derzeitigen Bedarf an fossilen durch CO₂-neutrale, synthetische Kraft- und Brennstoffe zu ersetzen.

Wie hoch sind die globalen Erzeugungspotenziale für PtX-Produkte?

Der PtX-Global Atlas des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) zeigt auf, an welchen globalen Standorten ein besonders hohes Potenzial für **Erneuerbare Energien** aus Wind- und Sonnenenergie gegeben ist:

An diesen Standorten können in Power-to-X (PtX)-Anlagen grüner Wasserstoff und dessen Derivate hergestellt werden. Mögliche Derivate auf Kohlenwasserstoffbasis sind entweder gasförmig (Power-to-Gas (PtG), wie z. B. Methan oder Ammoniak) oder flüssig (Power-to-Liquid (PtL), wie z. B. E-Methanol oder synthetisches Rohöl (E-Crude/Syncrude) → E-Fuels).



Enorme Mengen an Erneuerbaren Energien sind global vorhanden:

- PtX-Erzeugungsregionen **ohne Naturschutzkonflikte, Wasserknappheit und Flächenkonkurrenz** sind in hoher Anzahl global vorhanden.
- Nachhaltiges Kohlenstoffdioxid (CO₂) zur Herstellung von PtG/PtL-Produkten kann aus der Umgebungsluft durch das Direct Air Capture-Verfahren (DAC) gewonnen werden, PtX-Anlagen sind damit unabhängig von CO₂-Punktquellen.
- Standorte mit hohen Sonnen- und Windkraftpotenzialen ermöglichen **viele Volllaststunden** für Erzeugungsanlagen,

die damit große Strommengen zur weiteren Verwendung bereitstellen. Am besten schneiden Standorte mit Hybridanlagen (Wind und Sonne) in Küstennähe ab. Eine Solaranlage an einem durchschnittlichen Standort in Deutschland erzeugt nur rund 40 Prozent der Strommenge pro Jahr, die eine vergleichbare Anlage in Nordafrika produziert.

- **Weitere besonders geeignete Standorte zur PtX-Erzeugung** sind in Nordamerika, Asien, Australien, Südamerika vorhanden.

Fraunhofer IEE ermittelt folgendes globales PtX-Produktionspotenzial:

1. Außerhalb Europas lassen sich technisch pro Jahr insgesamt 109.000 Terawattstunden (TWh) grünen Wasserstoffs beziehungsweise 87.000 Terawattstunden synthetischer Kraft- und Brennstoffe herstellen.
2. Fraunhofer IEE sieht ein jährliches Nutzungspotenzial von 69.100 Terawattstunden Wasserstoff beziehungsweise mindestens **57.000 Terawattstunden** PtL.

Wie hoch sind die prognostizierten globalen Bedarfsmengen für PtX-Produkte in 2050?

Der Weltenergieatlas schätzt, dass der Bedarf an PtX-Produkten im Jahr 2050 zwischen 10.000 TWh und 41.000 TWh jährlich liegen wird (je nach Studienszenario).



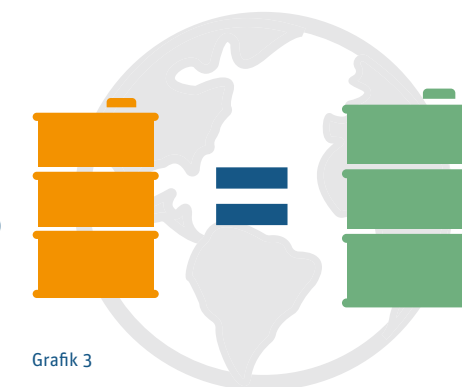
Dies bedeutet, dass selbst die prognostizierte maximale Bedarfsmenge an PtX-Produkten mit den global vorhandenen Erzeugungspotenzialen gedeckt werden kann.

Können E-Fuels den fossilen Flüssigkraftstoffmarkt vollständig ersetzen?

Gründe, warum E-Fuels fossile Kraft- und Brennstoffe ersetzen können:

- E-Fuels sind ebenfalls bei Raumdruck und -temperatur leicht zu transportieren und haben eine hohe Energiedichte.
- E-Fuels sind breit in Verkehr, Wärmesektor und in der Industrie einsetzbar.
- E-Fuels sind ohne technische Anpassungen in allen Verbrennungsmotoren nutzbar.
- Sie können über die bereits global bestehenden Transport- und Verteilinfrastrukturen distribuiert werden.

Im Jahr 2019 wurde weltweit **fossiles Erdöl** mit einem Energiegehalt von ca. **53.600 TWh** gefördert



Globales Nutzungspotenzial von **57.000 TWh** synthetischer flüssiger Kraft- und Brennstoffe

- Die **vollständige Substitution** der weltweit genutzten fossilen Mineralölprodukte durch synthetische PtX-Produkte wie E-Fuels ist grundsätzlich möglich.
- Unter der Annahme der breiten Nutzung **Erneuerbarer Energien in allen Formen** (Strom und grüne Moleküle) und dem Wirken von Effizienzeffekten können flüssige synthetische Kraft- und Brennstoffe einen entscheidenden **Beitrag** zur Deckung des zukünftigen **Energiebedarfs in Deutschland** leisten.
- Internationale **Energiepartnerschaften** sind die Grundlage für Technologie- und Energietransfers.
- PtX-Produkte ermöglichen ein **diversifiziertes Energiesystem ohne fossile Anteile** und leisten zugleich einen Beitrag zur **Versorgungssicherheit**, weil sie Wind- und Sonnenenergie über lange Zeiträume verlustfrei speichern können.

Fazit und Forderungen an die Politik

- Die Sektoren Energie, Industrie, Verkehr und Wärme haben aktuell und auch zukünftig einen hohen Bedarf an Energie aus erneuerbaren Quellen in sämtlichen Formen. Dieser Bedarf kann nur durch Energieimporte vollständig gedeckt werden.
- Diverse Regionen bieten sich als PtL-Produktionsstandorte in besonderem Maße an. Derzeit befinden sich die ersten industriellen PtL-Herstellungsanlagen, wie beispielsweise in Chile mit „Haru Oni“ von HIF Global (Highly Innovative Fuels), im Aufbau bzw. Hochlauf. Weitere industrielle Projekte in Europa, den USA und Australien sind ebenfalls bereits im Bau oder in Planung.
- Geeignete regulative Rahmenbedingungen (z.B. Flottenregulierungen und Mengenquoten) können die Europäische Union zu einem zuverlässigen Partner im globalen PtX-Markt machen. Dafür müssen E-Fuels als Klimaschutzlösung anerkannt und anderen Formen Erneuerbarer Energien regulativ gleichgestellt werden.
- Globale Energieprojekte benötigen eine internationale Zusammenarbeit in Form von Energiepartnerschaften, die über Investitionsanreize den zügigen Aufbau globaler Erneuerbare Energien- und PtX-Erzeugungsanlagen fördern.

Quellen:

Grafik 1: Quelle: Fraunhofer IEE, 2021; Grafik 2: Frontier Economics; Grafik 3: salim138, enigmanic – stock.adobe.com;
Fraunhofer IEE (2021): PTX-ATLAS: WELTWEITE POTENZIALE FÜR DIE ERZEUGUNG VON GRÜNEM WASSERSTOFF UND KLIMANEUTRALEN SYNTHETISCHEN KRAFT- UND BRENNSTOFFEN; WEC – World Energy Council. (2018). International aspects of a power-to-x roadmap – A report prepared for the world energy council Germany; Prognos, Fraunhofer-Institut UMSICHT und DBFZ (2018): „Status und Perspektiven flüssiger Energieträger in der Energiewende“

UNITI informiert

Das werden E-Fuels zukünftig kosten

Redaktionsstand: Oktober 2022

Was werden E-Fuels zukünftig kosten?

E-Fuels (E-Benzin und E-Diesel) können herkömmlichen fossilen Kraftstoffen beigemischt werden. Dadurch ergänzen sich zwei positive Effekte auf dem Weg zu CO₂-neutralen Kraftstoffen:

- 1. Die Produktionskosten für E-Fuels fallen während des Produktionshochlaufs deutlich (siehe 1).
- 2. Die Beimischungsmenge von E-Fuels steigt kontinuierlich an, bis sie 2045 bei mind. 90% liegt und Kraftstoffe somit CO₂-neutral sind (siehe 2).

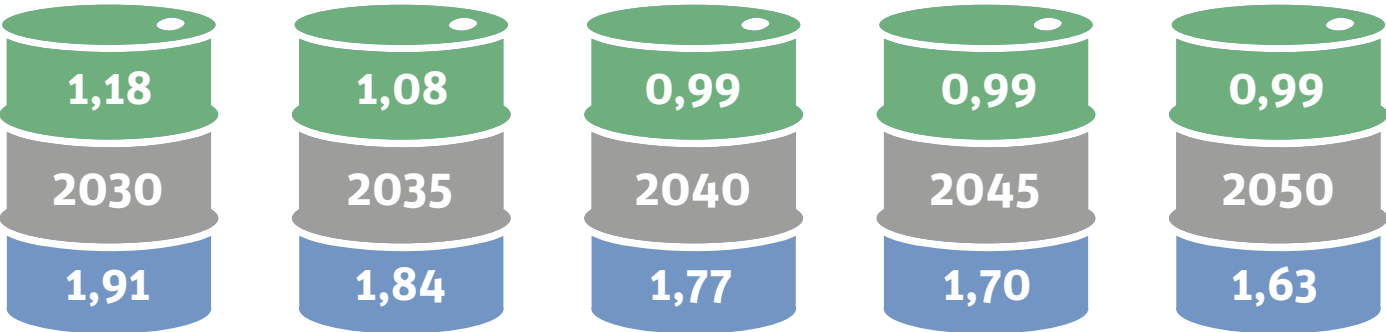
Fazit: Eine zunehmende Beimischung im Markthochlauf in Kombination mit der Kostendegression im Markthochlauf führt für den Kraftstoffkunden zu stets bezahlbaren Flüssigkraftstoffen (siehe 3).

Welche kostenrelevanten Vorteile haben flüssige E-Fuels?

- E-Fuels (Power-to-Liquids, PtL) besitzen die vergleichsweise hohen Energiedichten und Speicherpotenziale der heutigen flüssigen Kraft- und Brennstoffe.
 - Dies ermöglicht das gleiche einfache und effiziente Handling entlang der gesamten logistischen Kette – von der Erzeugung bis zum Verbrauch.
 - Größere logistische Entfernungen sind aufgrund der hervorragenden Transportierbarkeit von flüssigen E-Fuels nahezu irrelevant: Transportkosten PtL = 1/40 von PtG.¹⁾
 - Damit lassen sich E-Fuels mit hoher Effizienz aus den weltweiten Potenzialregionen für Erneuerbare Energien importieren.
 - Auf der Anwenderebene können CO₂-neutrale E-Fuels den heutigen konventionellen flüssigen Kraft- und Brennstoffen beigemischt werden.
- ¹⁾ „PtX Transportkosten aus dem Nicht-EU-Ausland“, dena Leitstudie, 2018.

1 Herstellungskosten am Beispiel von E-Benzin²⁾ bei industrieller Großproduktion in wind- und sonnenreichen Regionen der Welt:

1 Niedriges Kostenszenario (E-Benzin, Euro/Liter)

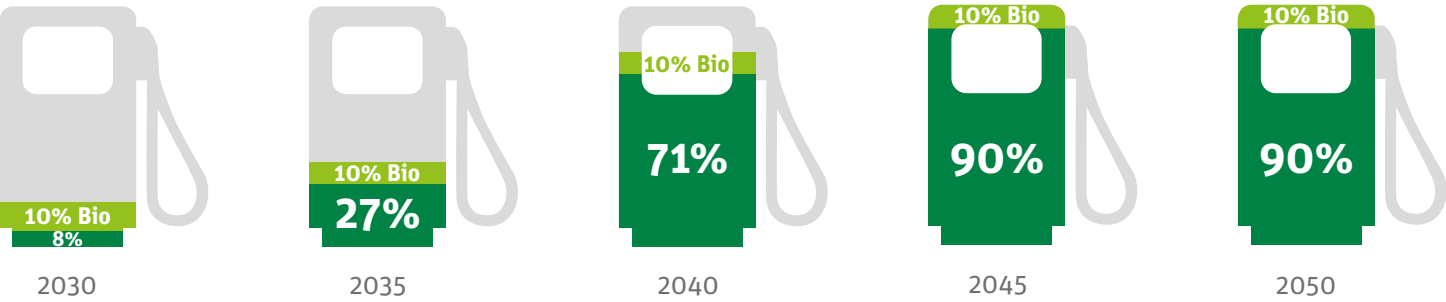


2 Höheres Kostenszenario (E-Benzin, Kosten pro Liter in Euro)

- 1 niedrigerer Kostenpfad von E-Benzin: kostengünstige internationale Produktion mit optimalen Standortbedingungen für die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und positive Dynamik der Lern- und Skaleneffekte
- 2 höherer Kostenpfad von E-Benzin: Geringere Lern- und Skaleneffekte und damit geringere Effizienzfortschritte und eine nur verhaltene Kostendegression.

²⁾ Die Produktionskostenentwicklung von E-Diesel verläuft auf einem etwas höherem Niveau ähnlich dynamisch wie bei E-Benzin.

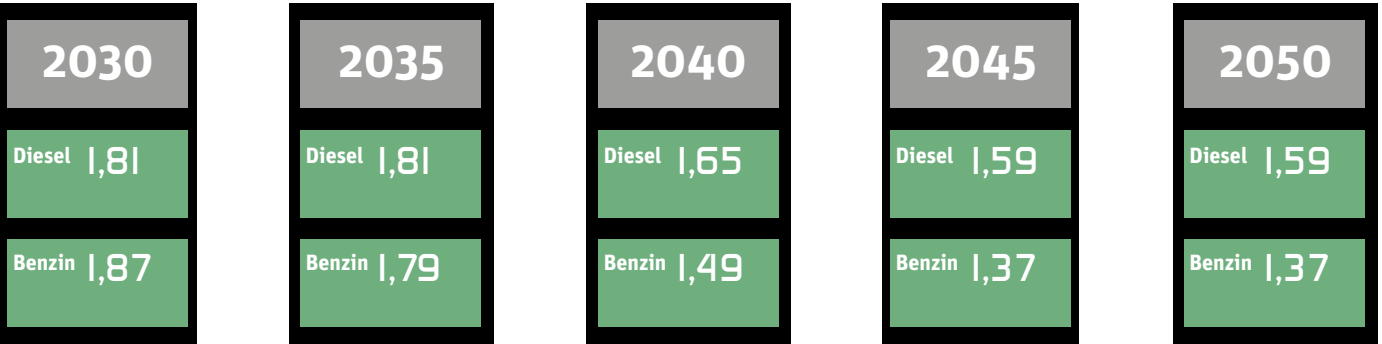
2 Industrieller Mengenhochlauf von E-Benzin führt zu einer ansteigenden Beimischung bis zur vollständigen Ersetzung fossilen Benzins:



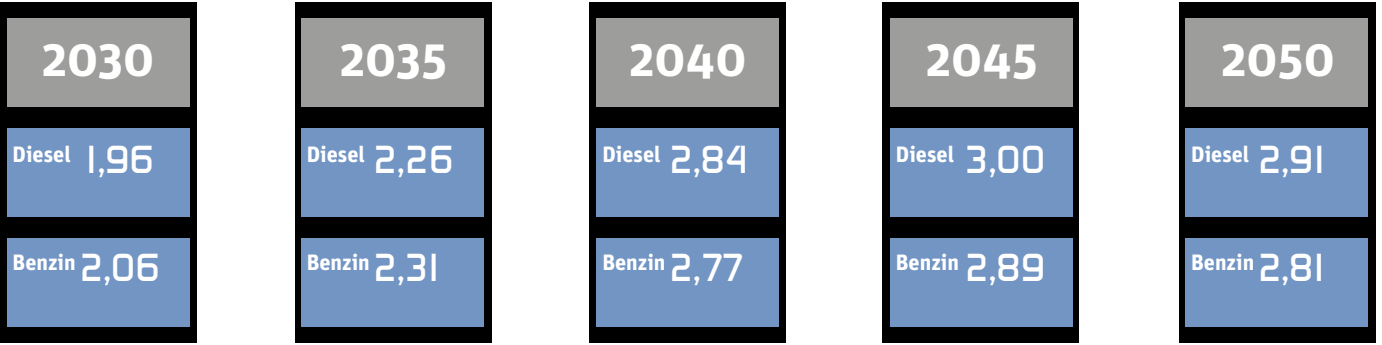
Beispielhafter Markthochlauf von E-Benzin mit kontinuierlich steigendem Anteil in konventionellen Kraftstoffen von heute bis zur CO₂-Neutralität in 2050. Es wird angenommen, dass stets 10% Biokraftstoffe im Mix vorhanden sind. Die Zusammensetzung des Diesel-Kraftstoffmix ist nahezu identisch und unterscheidet sich lediglich im angenommenen Biokraftstoffanteil (7 % statt 10 %).

3 Entwicklung der Kraftstoff-Endverbraucherpreise – Das wird der Kunde zukünftig an der Tankstelle für Kraftstoffe zahlen:

1 Niedriges Kostenszenario und EU-Energiesteuerreform berücksichtigt (Preis pro Liter in Euro)



2 Höheres Kostenszenario mit heutiger Energiebesteuerung, ohne Energiesteuerreform (Preis pro Liter in Euro)



Grundsätzliche Annahme für die Berechnungen: Transport- und Verteilungskosten innerhalb Deutschlands, die Margen und die Mehrwertsteuer und CO₂-Abgabe auf fossile Kraftstoffanteile sind berücksichtigt.

Fazit und Schlussfolgerungen:

Die Politik muss die EU-Energiesteuerreform schnellstmöglich durchführen.

E-Fuels machen Strom aus erneuerbaren Energien weltweit nutzbar.

E-Fuels sichern die Erreichbarkeit der globalen und nationalen Klimaziele.

Die Beimischbarkeit führt im Markthochlauf langfristig zu bezahlbaren Kraft- und Brennstoffen.

Politik kann mit E-Fuels eine nachhaltige, verlässliche und bezahlbare Energiewende im Verkehr ermöglichen.

E-Fuels können damit einen entscheidenden Beitrag für das Erreichen der Klimaschutzziele im Verkehr und im Gebäudesektor leisten. In Deutschland und weltweit.



Zur Studie: (frontier economics): Szenarien für den Markthochlauf von E-Fuels im Straßenverkehr
www.uniti.de/kommunikation/publikationen/studien

UNITI informiert

Energieeffizienzvergleich zwischen Pkw mit synthetischen Kraftstoffen und batterieelektrischem Antrieb

Redaktionsstand: Oktober 2025

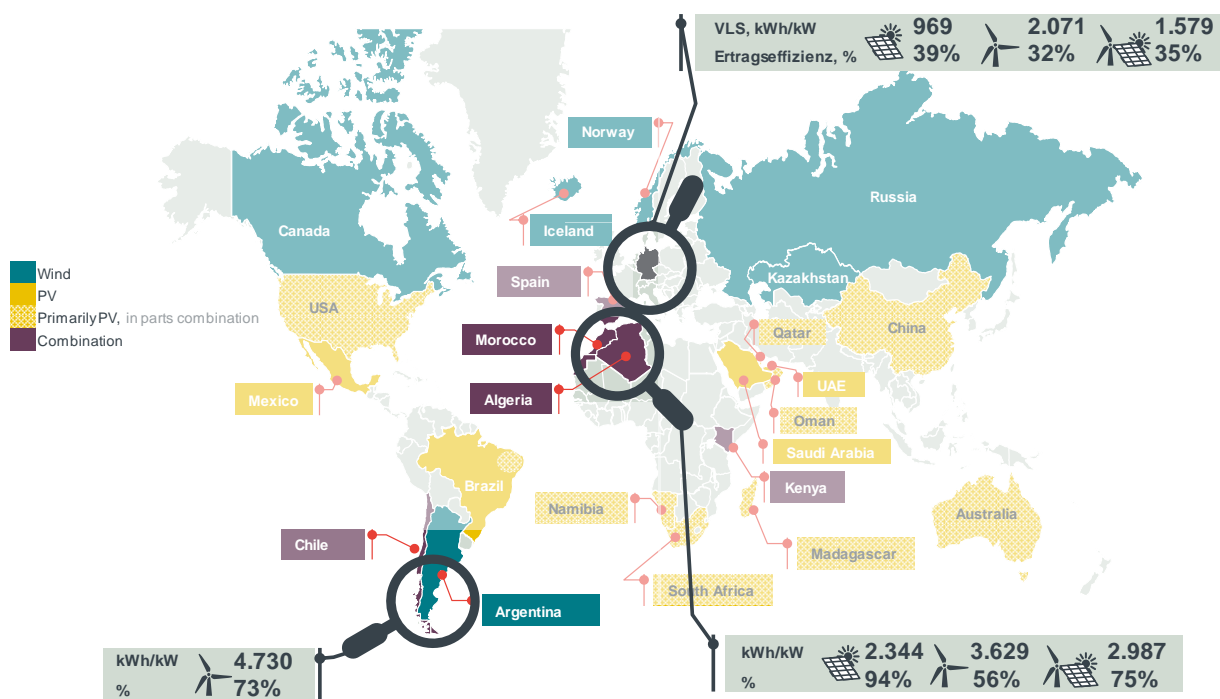
I. Die Technische Gesamteffizienz von Pkw-Antrieben ist entscheidend – nicht der technische Wirkungsgrad des Motors!

- Die Technische Gesamteffizienz wird vom Verhältnis aus erzieltm Nutzen am Pkw und den genutzten Erneuerbaren Energien (EE) bestimmt – unter Berücksichtigung wichtiger Einflussgrößen:
 - Nutzen am Pkw: z. B. Antrieb, Komfortverbraucher, Fahrzeugentertainment.
 - EE-Mengen: EE-Strom und globale Solar- und Windkraftpotenziale zur PtL-Erzeugung.
- Einflussgrößen: energetische Umwandlungs-, Lade-, Stromspeicherverluste, Energietransport u. ä.
- Die technische Gesamteffizienz wird im Folgenden betrachtet für:
 - einen Pkw mit Verbrennungsmotor (ICEV), der auf EE-Strom aus außereuropäischen Standorten basierenden synthetischen Kraftstoff (PtL) nutzt und
 - einen batteriebetriebenen Pkw (BEV), der mit heimischen EE-Strom betrieben wird.

II. Maßgeblich bei der EE-Stromerzeugung: Die globale Ertragseffizienz! Auf die Volllaststunden kommt es an!

- Die Ertragseffizienz macht Standorte mit Stromgestehungsmengen aus Solar- und Windenergieanlagen über die maximal erreichbaren Volllaststunden vergleichbar.
- Beispiele:
 - Ertragseffizienz in Deutschland: **PV = 39 Prozent, Wind = 32 Prozent.**
 - Ertragseffizienz in Nordafrika wie MAR: **PV = 94 Prozent, Wind = 56 Prozent.**

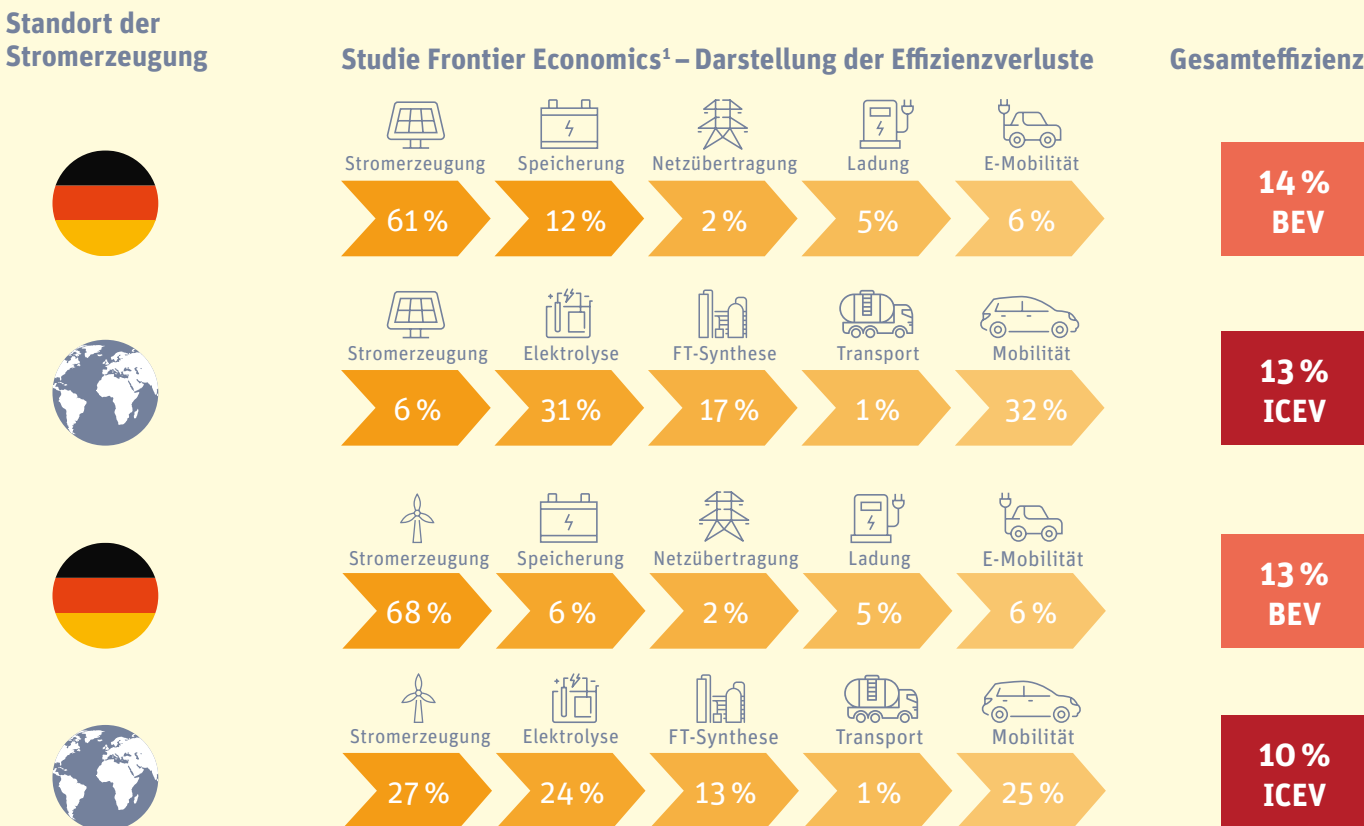
An außereuropäischen EE-Standorten kann im Vergleich zu Deutschland mit derselben PV- bzw. Windkraftanlage eine vielfache Menge an Erneuerbarem Strom „geerntet“ werden:



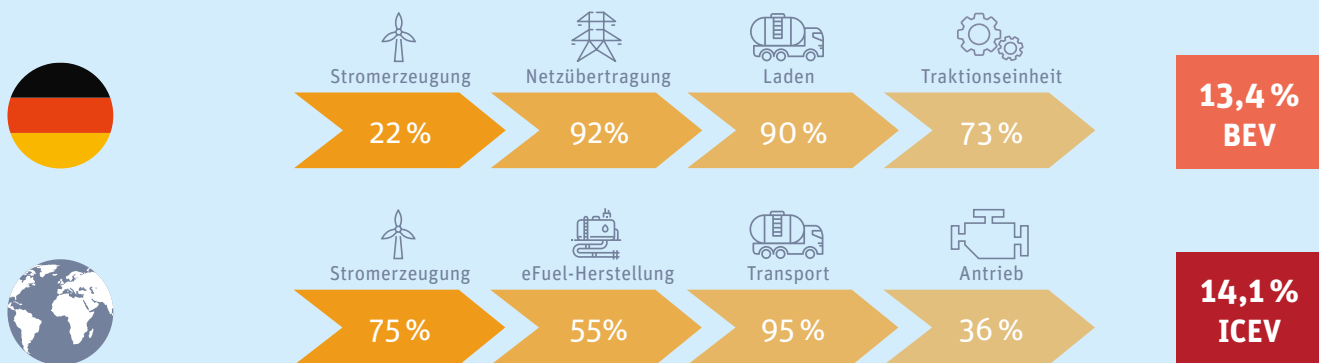
Quelle: EE-Potenziale auf Länderebene: Frontier Economics (2018); VLS: D – PV/Wind/Mix: Berechnet von Frontier auf Basis von BMWi (2020) - Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energie in Deutschland; Berechnet auf Basis der tatsächlichen Ertragseffizienz der Technologien; Wind: Onshore Anteil 90% und Offshore Anteil 10%, Mix: 50:50 Verhältnis zwischen Wind und PV. Nordafrika/Marokko-PV/Wind/Mix: Frontier Economics basierend auf Agora und Frontier Economics (2018) und Experteninterviews. Argentinien/Patagonien-Wind: Frontier Economics basierend auf EVwind (2020) – Wind energy in Argentina: YPF wind farm

Hohe Volllaststunden bei der Stromerzeugung führen zu hohen EE-Ertragseffizienzen, welche die gesamtheitlichen Effizienzanalysen deutlich beeinflusst.

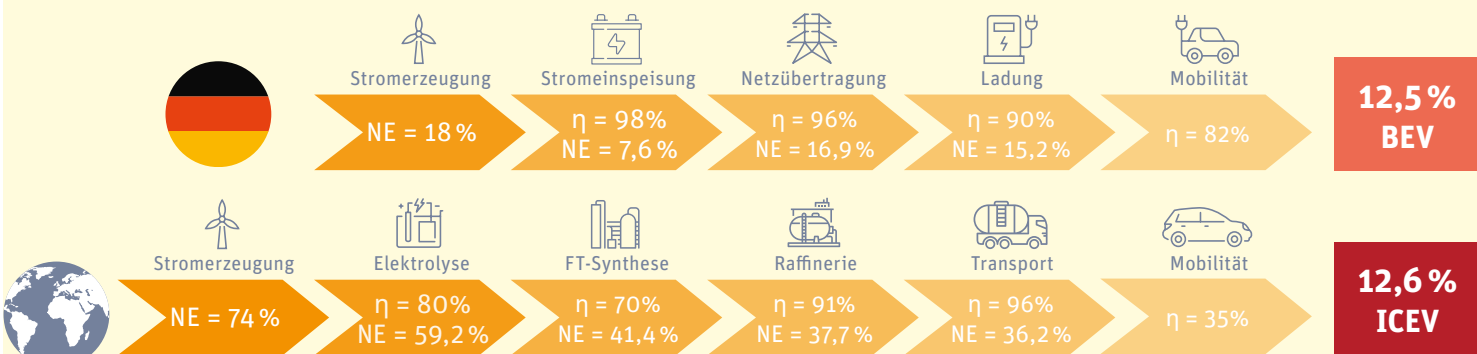
III. Technische Gesamteffizienz: Verbrenner-Pkw mit E-Fuels (ICEV) gleichauf mit Batterie-Pkw (BEV)!



Karlsruher Institut für Technologie² – Darstellung der Einzeleffizienzen

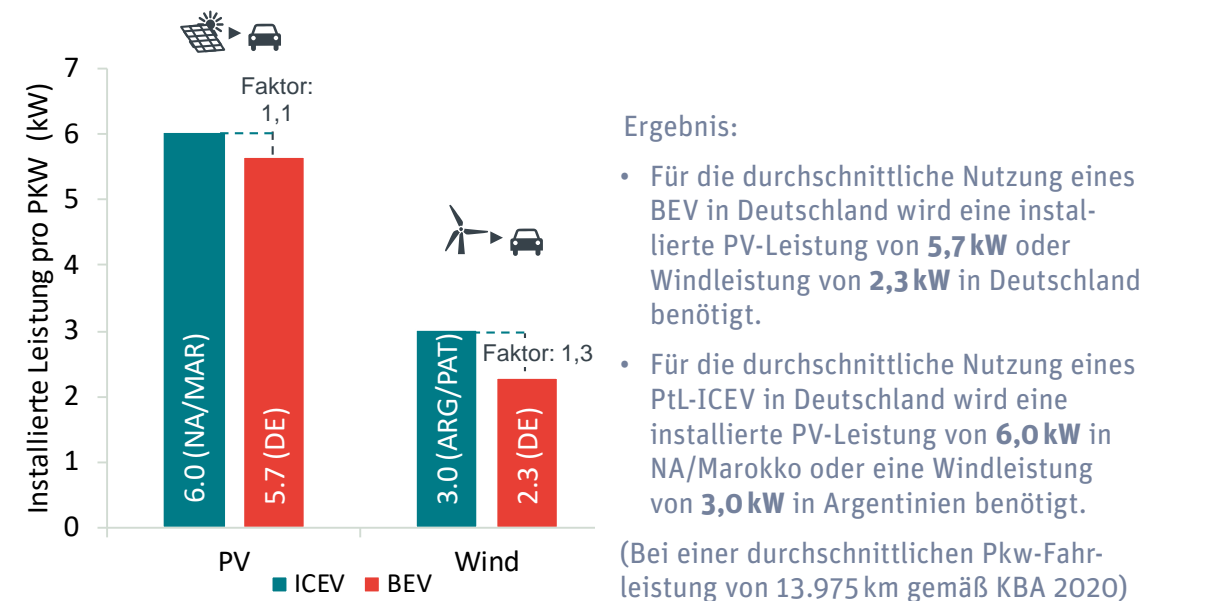


Ptx-Allianz³ – Darstellung der Nutzungseffizienzen NE = EE-Nutzungseffizienz, η = Wirkungsgrad



Quellen: ¹Frontier Economics (2020): Der Effizienzbegriff in der klimapolitischen Debatte zum Straßenverkehr. Ein gesamtheitlicher Ansatz für die Effizienzbewertung von Technologien, ²Karlsruher Institut für Technologie: Prof. Thomas Koch, Vorlesung „Nachhaltige Antriebssysteme“, ³Abb. gemäß Power to X Alliance (2020): Darstellung der Effizienzketten der Nutzung von erneuerbarer Energie im Mobilitätssektor, Transportabschnitte und Tankstelle zusammengefasst
ICEV = Verbrenner-Pkw BEV = Batterie-Pkw

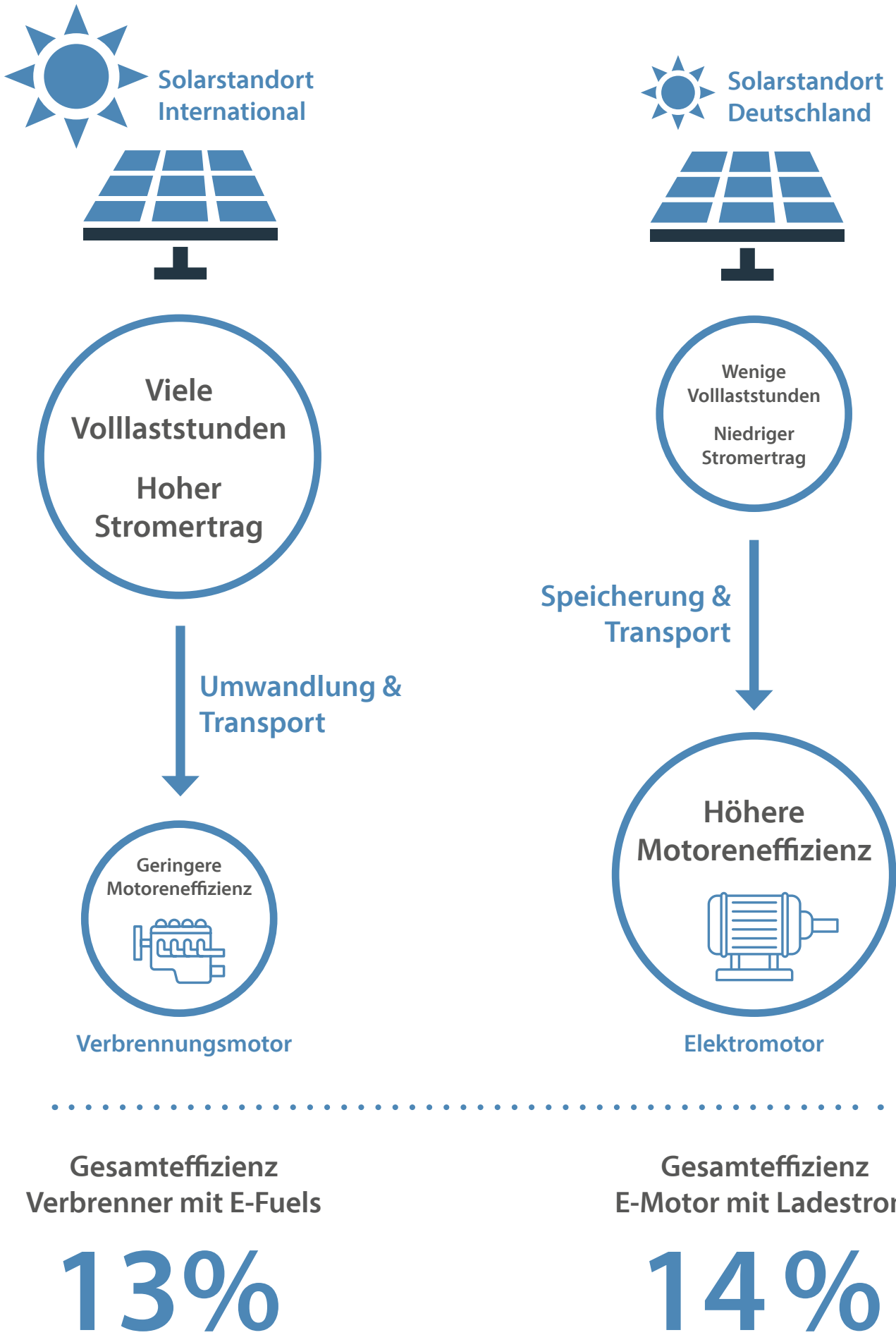
IV. E-Fuels benötigen nicht mehr installierte PV- oder Windanlagen. Nur bessere / internationale Standorte.



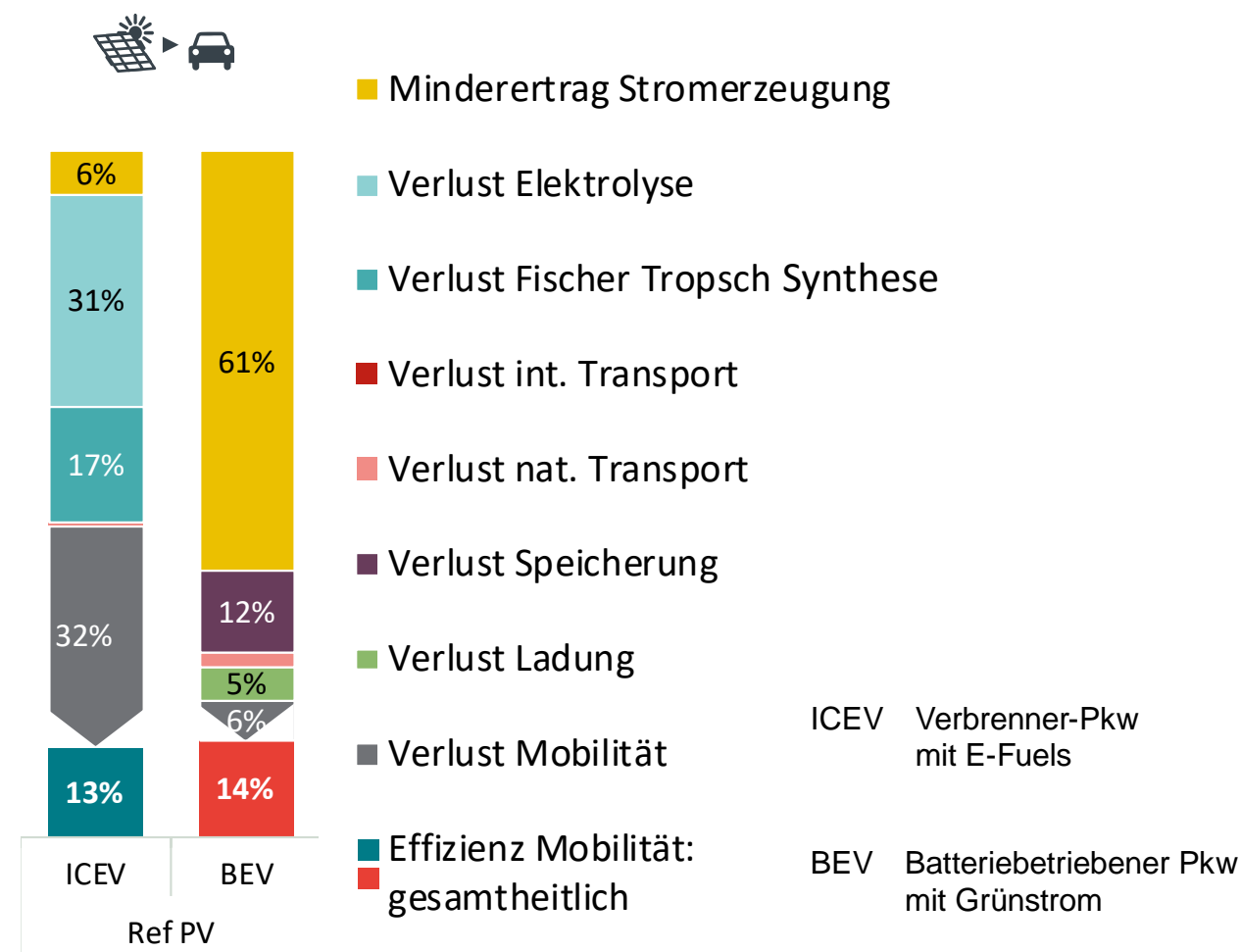
Quelle: Frontier Economics (2020): Der Effizienzbegriff in der klimapolitischen Debatte zum Straßenverkehr. Ein gesamtheitlicher Ansatz für die Effizienzbewertung von Technologien

FAZIT: Die gesamtheitliche Analyse zeigt, dass die Antriebssysteme bei der technischen Gesamteffizienz gleichauf liegen. Das Gesamtsystem Verbrenner-Pkw mit E-Fuels kann genauso effizient sein, wie das Gesamtssystem Batterieelektro-Pkw mit Ladestrom. Der Blick allein auf den technischen Wirkungsgrad eines Antriebs (Verbrenner vs Elektro) ist unzureichend.

Die Gesamteffizienz ist entscheidend



Gesamteffizienzvergleich ICEV vs. BEV



Quelle: Frontier Economics
Hinweis: Ref PV – BEV: PV Erzeugung in DE (969 VLS/ 39% Ertragseffizienz), Netz/Transportverluste: 5%, Ladeverluste: 20%, Speicherverluste (saisonal): 15%, Effizienz BEV: 71%; ICEV: PV Erzeugung in Nordafrika/Marokko (2344 VLS/ 94% Ertrags-effizienz), Wirkungsgrad (Wg.) Elektrolyse (NT): 67%, Wg. Fischer Tropsch: 73%, Transportverluste (int.): < 1%, Transport-verluste. (nat.): 1%, Effizienz ICEV: 29%.

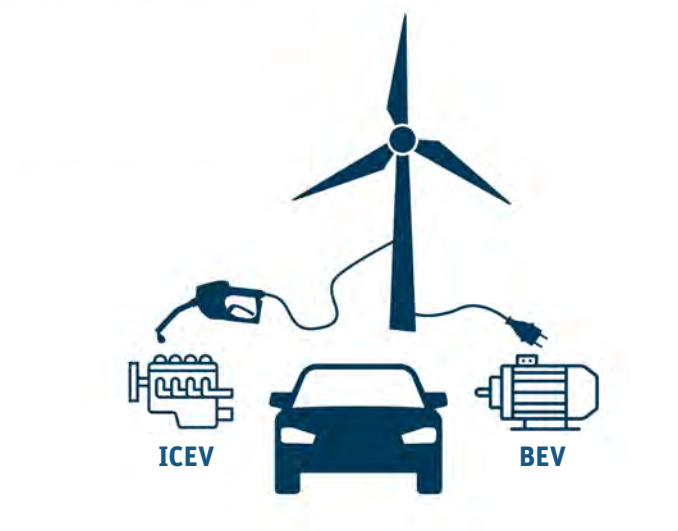


Studie abrufbar unter
www.uniti.de

UNITI informiert
Wie viele Windräder braucht man,
um mit einem Auto CO₂-neutral zu
fahren?



Wie viele Windräder oder Photovoltaik-Anlagen werden benötigt, um die durchschnittliche jährliche Fahrleistung eines Mittelklasse-Pkw (ca. 14.000 km) mit Direktstrom oder mit E-Fuels abzudecken?



Antwort:
Man benötigt für den Betrieb eines batterieelektrischen Fahrzeugs (BEV) nahezu die gleiche Erzeugungskapazität / Anzahl an Windkraft- und Photovoltaikanlagen (PV) wie für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (ICEV), das mit E-Fuels angetrieben wird. **Denn auf den Standort, an dem die Energie für den Antrieb erzeugt wird, kommt es an!** Für ein BEV muss der Ladestrom aus technischen Gründen zwingend in Deutschland gewonnen werden, während der Grünstrom für die E-Fuels-Herstellung an international besonders geeigneten wind- und sonnenreichen Standorten erzeugt werden kann.

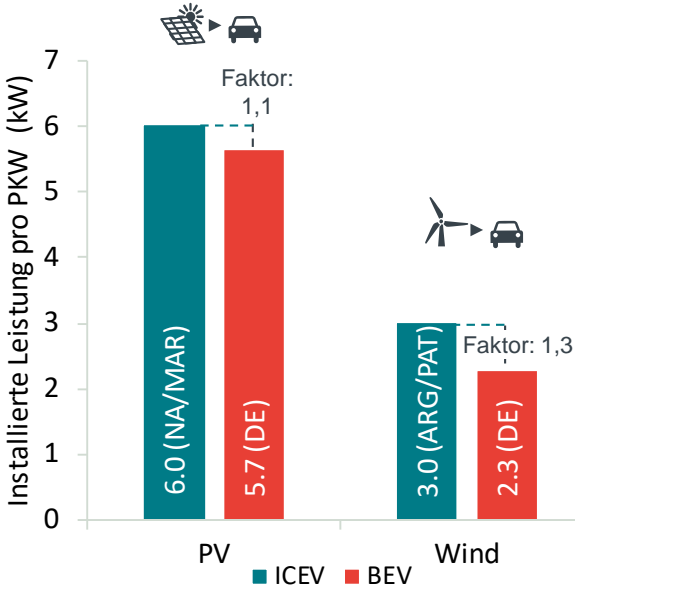
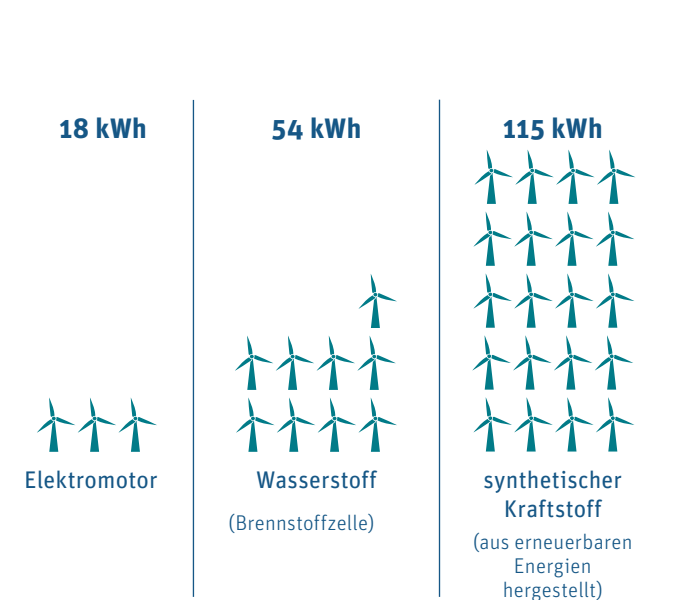
Eine falsche Grundannahme führt zu falschen Ergebnissen und Schlussfolgerungen

Oft wird anhand von Grafiken suggeriert, dass für die Erzeugung des Grünstroms, der für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen gebraucht wird, deutlich mehr Windräder in Deutschland errichtet werden müssten, als für den Ladestrom von batterieelektrischen Pkw. **Diese Darstellung basiert auf der falschen Grundannahme, dass der für die Synthese der E-Fuels notwendige Strom in Deutschland gewonnen wird.**

Falsche Grundannahme des Bundesumweltministeriums: alle Erneuerbare-Energien-Anlagen stehen in Deutschland

Strom für E-Fuels wird vielmehr an global besonders geeigneten Standorten erzeugt. Denn die E-Fuels-Produktion ist **technisch und wirtschaftlich nur in Regionen mit hoher Sonnen- und Windverfügbarkeit sinnvoll.** Potenzialstandorte zeichnen sich durch **hohe Volllaststundenzahlen** aus – beispielsweise in Nordafrika, dem mittleren Osten, Patagonien oder Australien.

Korrekte Grundannahme: EE-Anlagen stehen an geeigneten nationalen und internationalen Standorten.



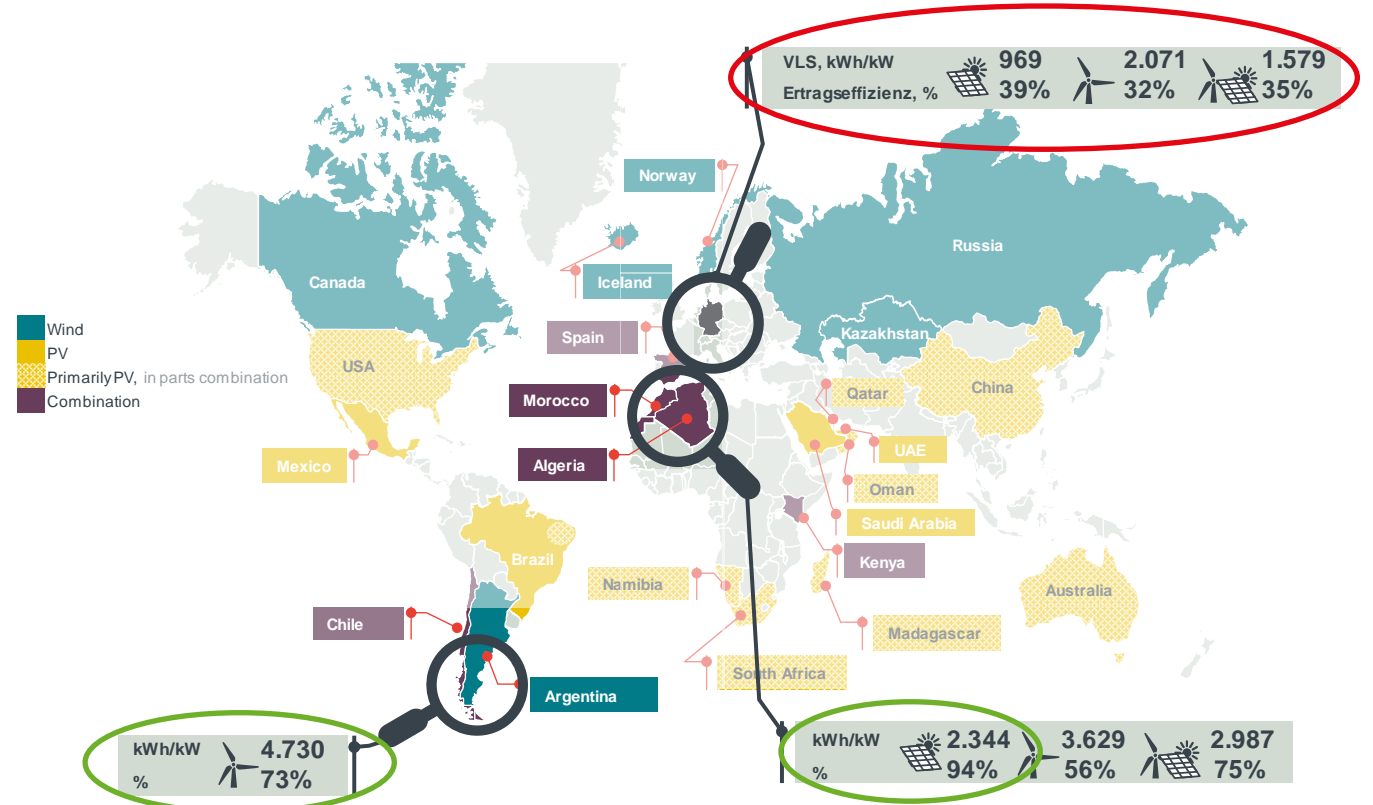
Quelle: BMU: „Wie umweltfreundlich sind Elektroautos?“ (01/2021), Icons: Porcupen – stock.adobe.com, Grafik: UNITI e.V.

NA/MAR = Nordafrika/Marokko; ARG/PAT = Argentinien/Patagonien; DE = Deutschland
Quelle: Frontier Economics

Auf die Zahl der Volllaststunden kommt es an!

Mit derselben PV- bzw. Windkraftanlage wie in Deutschland kann an internationalen Standorten eine vielfache Menge an erneuerbar erzeugtem Strom gewonnen werden. **Anlagen mit Standort Deutschland sind im Vergleich dazu in ihrem Potenzial beschränkt** – so erreicht ein in Deutschland eingesetztes Windrad (Onshore)

maximal 2.500 Volllaststunden (VLS); im Durchschnitt läuft ein Windrad in Deutschland nur 1.500 VLS. Ein in Patagonien installiertes Windrad kann bis zu 5.200 VLS erreichen. Für **Photovoltaikerträge** stehen in Deutschland 969 VLS und in Marokko 2.344 VLS zur Verfügung.



Quelle: EE-Potenziale auf Länderebene: Frontier Economics (2018); VLS: D – PV/Wind/Mix: Berechnet von Frontier auf Basis von BMWi (2020) - Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energie in Deutschland; Berechnet auf Basis der tatsächlichen Ertragseffizienz der Technologien; Wind: Onshore Anteil 90% und Offshore Anteil 10%, Mix: 50:50 Verhältnis zwischen Wind und PV. Nordafrika/Marokko-PV/Wind/Mix: Frontier Economics basierend auf Agora und Frontier Economics (2018) und Experteninterviews. Argentinien/Patagonien-Wind: Frontier Economics basierend auf EVwind (2020) – Wind energy in Argentina: YPF wind farm

Stromerzeugungskosten in Deutschland sind zu hoch

Die geringeren Stromerträge in Deutschland führen auch dazu, dass die **Stromerzeugungskosten** (ohne Steuern, in Eurocent) für Windstrom in Deutschland zwischen 4,3 – 9,2 Cent/kWh (Wind Onshore) und 5,5 – 10,3 Cent/kWh (Wind Offshore) liegen*.

Geringere Stromerzeugungskosten, die Nutzung als Energiespeicher und die Glättung der volatilen EE-Stromerzeugung (im Besonderen die saisonale Speicherung) machen synthetische Kraftstoffe zu einem wichtigen Baustein der Energiewende im Verkehr. Vor allem, da Deutschland ca. 50 Prozent seines künftigen Grünstrombedarfes ohnehin importieren muss.

Geringere Stromerzeugungskosten, die Nutzung als Energiespeicher und die Glättung der volatilen EE-Stromerzeugung (im Besonderen die saisonale Speicherung) machen synthetische Kraftstoffe zu einem wichtigen Baustein der Energiewende im Verkehr. Vor allem, da Deutschland ca. 50 Prozent seines künftigen Grünstrombedarfes ohnehin importieren muss.

* Fraunhofer 2024 – Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien

Fazit: Unter Berücksichtigung der Gesamteffizienz, entsprechender EE-Potenzialstandorte sowie weiterer Faktoren verschwinden vermeintliche Effizienzvorteile des Fahrens mit BEVs gegenüber mit E-Fuels betriebenen ICEVs.

Für eine vollständige Grünstromerzeugung in Deutschland stehen zudem nur sehr begrenzte Flächen zur Verfügung. Vergleiche, die eine Produktion von synthetischen Kraftstoffen in Deutschland beinhalten, sind schlicht irreführend, weil eine solche hierzulande, u. a. aus Gründen der Effektivität und Wirtschaftlichkeit, nicht angestrebt wird. Werden E-Fuels in Regionen der Welt mit höheren Volllaststunden produziert, dann werden dafür nicht mehr Windräder oder PV-Anlagen als für den Ladestrom der Elektromobilität hierzulande benötigt!

UNITI fordert:

Eine politische Vorauswahl von Antriebstechnologien im Pkw-Bereich, basierend auf verkürzten und damit irreführenden Vergleichsanalysen, ist für das Erreichen des Ziels des CO₂-neutralen Verkehrs hinderlich. Die konventionelle Effizienzbetrachtung ist nicht zielführend, da bei dieser Sicht wesentliche Einflussparameter außer Acht gelassen werden.

Die gesamtheitliche Effizienzanalyse berücksichtigt dagegen alle relevanten Wertschöpfungsstufen und Einflussparameter – allen voran die Auswahl geeigneter Standorte für EE-Anlagen. Nur sie liefert eine geeignete Basis für die Effizienzbewertung von Technologien.

Ein rein nationaler Ansatz ist in der Energiewende nicht zielführend. Der Import Erneuerbarer Energien in Form von E-Fuels ist zwingend notwendig für das Erreichen der ambitionierten Klimaziele.

UNITI informiert

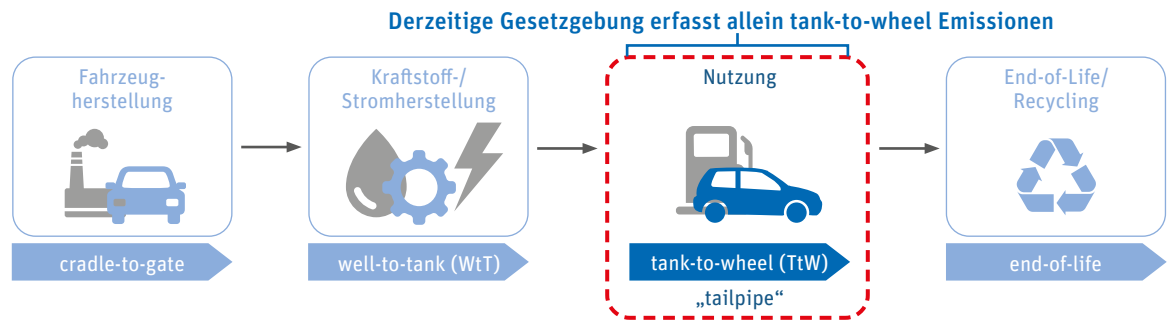
Wie der EU-Gesetzgeber die CO₂-Bilanz der Elektromobilität schönrechnet und damit dem Klimaschutz schadet

Redaktionsstand: Oktober 2021

Die Betrachtung von CO₂-Emissionen nur am Fahrzeugauspuff greift zu kurz!

Für den Gesetzgeber zählen in der aktuell geltenden Regulatorik bei den CO₂-Flottengrenzwerten für neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge lediglich die Emissionen von Kohlenstoffdioxid bei der Nutzung der Kraftfahrzeuge („tank-to-wheel“). Batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge (BEV) stoßen im Fahrbetrieb lokal kein CO₂ aus. Sie werden in dieser so genannten „tailpipe“ (d.h. „Auspuff“-)Betrachtung daher selbst dann als CO₂-neut-

ral eingestuft, wenn sie mit Ladestrom auch aus fossilen Quellen angetrieben werden, was im deutschen Strommix die Realität darstellt. Weitere reale CO₂-Emissionen, die während der Herstellung sowie späteren Entsorgung des Fahrzeugs und insbesondere seines Akkus aber auch bei der Produktion des Ladestroms entstehen, werden in diesem Ansatz ebenfalls nicht erfasst!

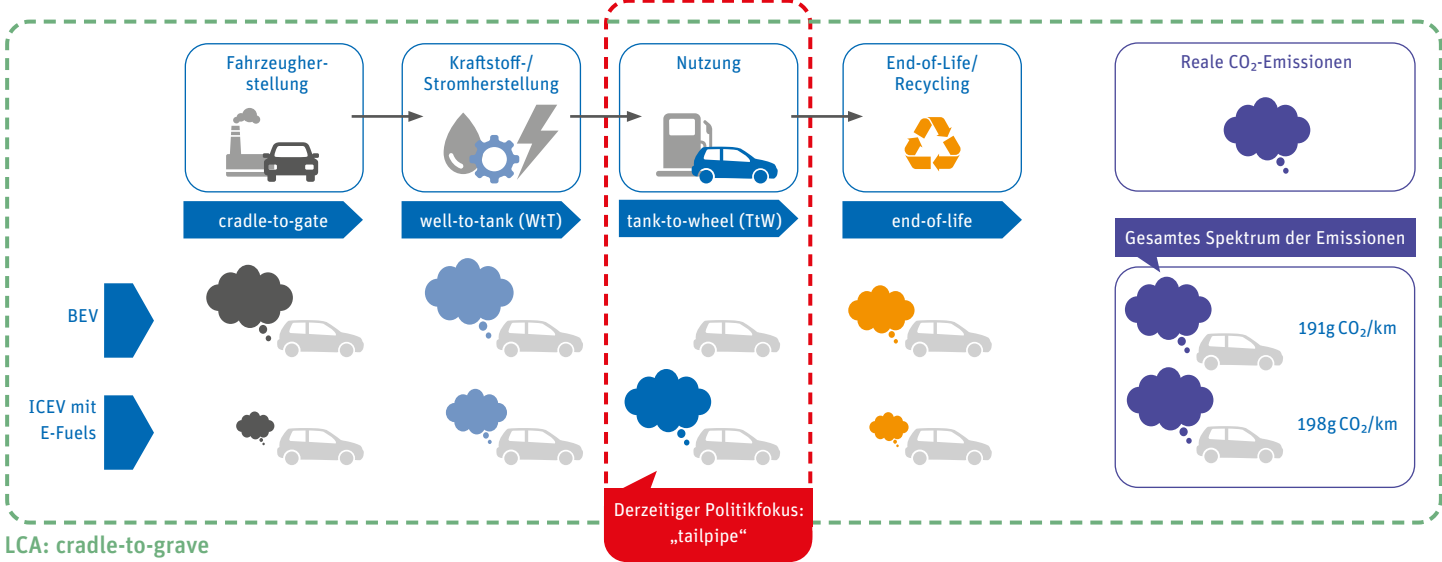


Nur die Betrachtung der CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs erlaubt ein realistisches Bild!

Eine realitätsgetreue Abbildung der CO₂-Bilanzen von Kraftfahrzeugen ist aber nur möglich, wenn diese sämtliche Emissionen über den gesamten Lebenszyklus („LCA“ bzw. „life cycle assessment“) umfasst. Denn für das Klima ist es unerheblich, wann im Fahrzeugleben CO₂ emittiert wird – ob zum Beispiel bei der Erzeugung des Ladestroms eines BEV oder im Betrieb eines verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugs (ICEV) – entscheidend ist ausschließlich die CO₂-Gesamtbilanz!

Mit der Einführung des LCA-Ansatzes in die Gesetzgebung würde auch die regulatorische Benachteiligung der ICEV beendet. Denn die Anwendung des verkürzten „tailpipe“-Ansatzes sorgt bislang dafür, dass der Gesetzgeber nicht unterscheidet, ob ein ICEV mit reinen synthetischen E-Fuels und damit real CO₂-neutral unterwegs ist oder mit herkömmlichen Kraftstoffen angetrieben wird und damit nicht CO₂-neutral fährt – gemessen werden schließlich nur die Emissionen am Auspuff.

Vergleich der CO₂-Emissionen zwischen BEV und ICEV über den gesamten Lebenszyklus für 2020



LCA-Ansatz vielfach schon maßgebend, aber bislang nicht bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen

Für die Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen sind Daten über sämtliche CO₂-Emissionen notwendig. Sie helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen, nicht nur im Verkehr. Bei der Herstellung von Biokraftstoffen wird beispielsweise die gesamte CO₂-Emissionskette berücksichtigt. Aktuelle EU-Regulierungsinitiativen wie die „fuelEU Maritime“ für Schiffsbrennstoffe und die „ReFuelAviation“ für Flugkraftstoffe legen das Prinzip für die Beimengungen bereits zu-

grunde. Auch die CO₂-Flottengrenzwertverordnung für schwere Lkw (2019/1242) fordert die EU-Kommission auf, eine Unionsmethode für den LCA-Ansatz zu bewerten. Bei der Gesetzgebung für neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge weicht der Gesetzgeber dagegen von diesem wissenschaftlichen Ansatz ab. Das legt den Schluss nahe, dass BEV bewusst bevorzugt werden sollen – zum Leidwesen des Klimas!

„Tailpipe“-Ansatz lässt CO₂-Emissionen nur auf dem Papier verschwinden!

Die Folgen der „Schönrechnerei“ über die „tailpipe“-Betrachtung bei Pkw: CO₂-Emissionen aus fossilen Quellen der Elektromobilität, die real anfallen, werden lediglich aus der CO₂-Bilanz des Verkehrs in die des Energiesektors verschoben. Reale Einsparungen an Emissionen von

CO₂ aus fossilen Quellen durch den Einsatz CO₂-neutraler E-Fuels werden aufgrund falscher Regulatorik bilanziell nicht anerkannt. Damit wird ein wichtiger Lösungspfad für mehr Klimaschutz im Straßenverkehr verbaut.

Fahrzeug	Jahr	Grünstrom / E-Fuels-Beimischung	CO ₂ -Emissionswerte nach „tailpipe“-Ansatz	CO ₂ -Emissionswerte nach Lebenszyklus-Ansatz
BEV	2020	anwachsender Grünstromanteil im Strommix	0 g CO ₂ /km	191 g CO ₂ /km
	2040		0 g CO ₂ /km	61 g CO ₂ /km
	2050		0 g CO ₂ /km	19 g CO ₂ /km
ICEV	2020	0%	198 g CO ₂ /km	196 g CO ₂ /km
	2040	70%	146 g CO ₂ /km	63 g CO ₂ /km
	2050	100%	146 g CO ₂ /km	8 g CO ₂ /km

BEV: Fahrzeugtyp: Mittelklasse, Jahr der Anschaffung: 2020, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Jahresleistung: 15.000 km, Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario), Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario), Dynamisch (Strom und Kraftstoffe)

ICEV: Fahrzeugtyp: Mittelklasse, Jahr der Anschaffung: 2020, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Jahresleistung: 15.000 km, Kraftstoff: Diesel, Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario), Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario), Dynamisch (Strom und Kraftstoffe)

UNITI fordert: LCA-Ansatz auch bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen!

Die Schönrechnerei der CO₂-Emissionen der batterieelektrisch angetriebenen Fahrzeuge, die durch die Regulatorik befördert wird, muss beendet werden. Bilanzierungstricks verschleiern die direkte Vergleichbarkeit der realen Emissionen und behindern den Markthochlauf innovativer Technologien wie E-Fuels. E-Fuels könnten einen rea-

len und deutlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Daher sollte der EU-Gesetzgeber in der Neufahrzeugregulierung die Einführung einer CO₂-Bilanzierung von Neufahrzeugen vornehmen, die die CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus berücksichtigt!



Studie abrufbar unter:

www.uniti.de/kommunikation/publikationen/studien

Quellen

Grafiken: schematische Darstellungen UNITI e. V. nach Frontier Economics, 2019

Verwendete Icons: dikobrazik, salim138, eliver, Pointer Marker, bluebright, Giraphics, Rovshan – stock.adobe.com

in Zusammenarbeit mit

UNITI informiert

CO₂-Emissionen im Pkw-/LNF-Segment –
Studienergebnisse

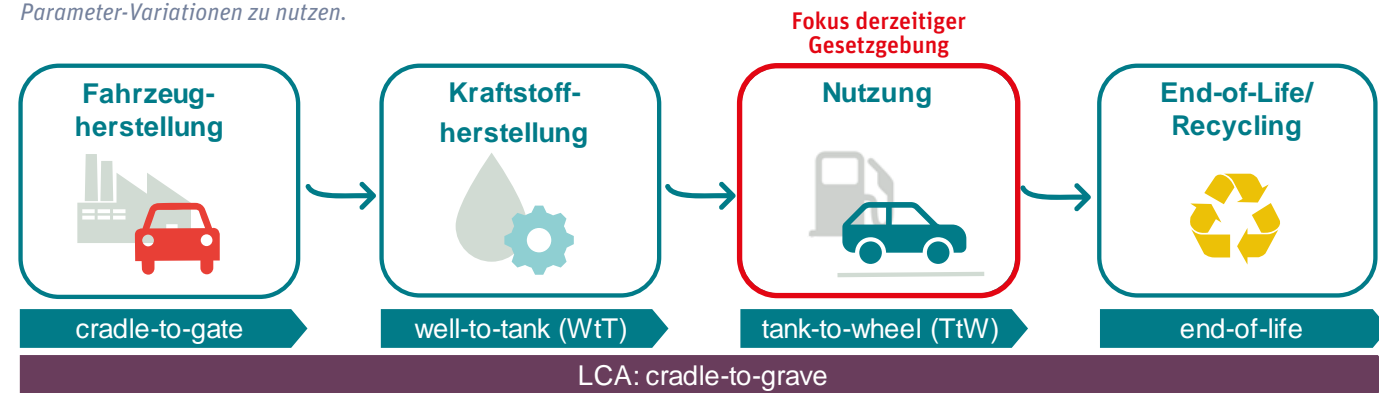
Redaktionsstand: Oktober 2022

Methodischer Ansatz der Studie:

Für die Ermittlung der **Gesamtbilanz von CO₂-Emissionen** kommt in den vorliegenden Untersuchungen für den **batterieelektrischen Antrieb (BEV)** und den **verbrennungsmotorischen Antrieb (ICEV)** jeweils der **LCA-Ansatz** (Life Cycle Assessment) zur Anwendung. Das zugehörige LCA-Berechnungstool ermöglicht **Variationen von wesentlichen Einflussparametern auf die CO₂-Gesamtbilanz**, wie Fahrzeugsegment, Batteriekapazität, Nutzungszeitraum, Entwicklung von Strom-¹⁾ und Kraftstoffmix (einschl. perspektivischer E-Fuels-Beimengungen²⁾) sowie Herstellungs- und Betriebsland.

Vier wesentliche Erkenntnisse aus den LCA-Analysen

Für einen umfassenden Überblick wird empfohlen, die Studie selbst einzusehen bzw. das zugrunde liegende Berechnungstool für eigene Parameter-Variationen zu nutzen.



LCA geben Aufschluss über die realen CO₂-Bilanzen und ermöglichen erst verlässliche Systemvergleiche.

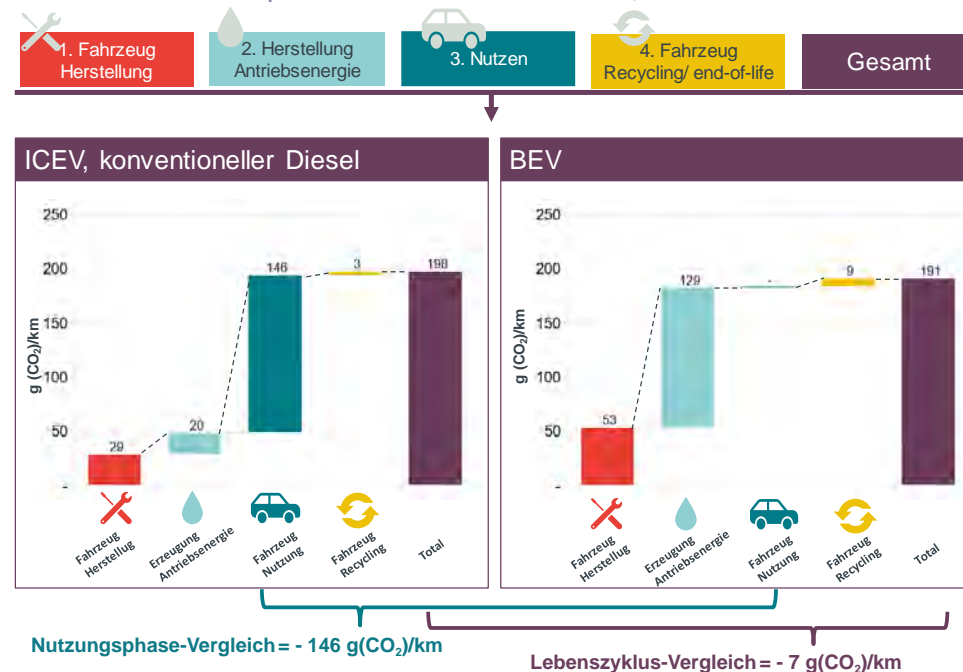
Erkenntnis 1

! **„Tank-to-Wheel“:** Diese Systembilanzierung ist in den aktuell geltenden Rechtsregularien weit verbreitet. Sie bildet allerdings nicht die reale CO₂-Emissionsbilanz ab. Auf dieser Basis ist ein Systemvergleich von Antriebstechnologien irreführend.

✓ **„LCA-Ansatz“:** Dieser Systemansatz bilanziert die CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus der Antriebstechnologie und bildet damit die realen CO₂-Emissionen ab. Bei derzeit geltenden Rechtsregularien wird der LCA-Ansatz irrtümlicherweise nicht zugrunde gelegt.

Erkenntnis 2

- Die CO₂-Emissionen sind in den einzelnen Lebenszyklusphasen unterschiedlich hoch: für BEV primär bei Herstellung und Antriebsenergie / für ICEV in der Nutzungsphase.
- Die über den gesamten Lebenszyklus kumulierten CO₂-Emissionen liegen bei BEV und ICEV relativ nahe beieinander (Bildbeispiel Mittelklasse-Pkw bei einem praxisüblichen Parameterset³⁾).
- Ein auf die Fahrzeug-Nutzung beschränkter Systemvergleich würde zu falschen Schlussfolgerungen führen.

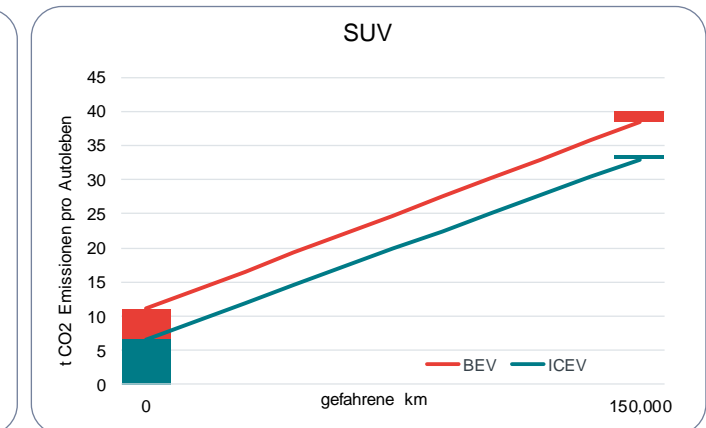
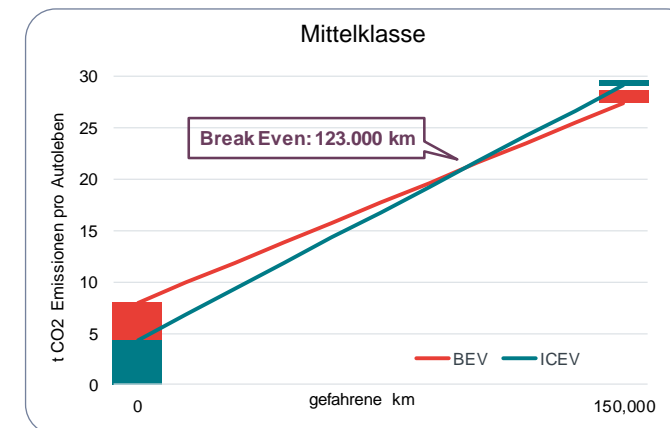
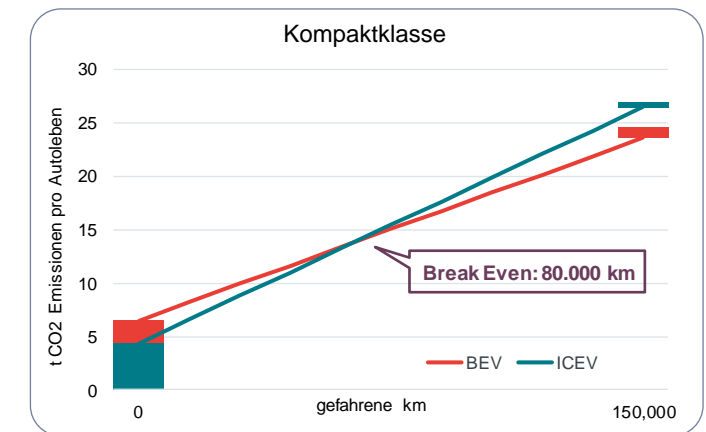


¹⁾ Entwicklungen im Strommix nach World Energy Outlook 2018 (WEO) der International Energy Agency (IEA) sowie „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (im Auftrag des BMWi)

²⁾ Möglicher Markthochlauf E-Fuels bei adäquaten politischen Rahmenbedingungen („Status und Perspektiven flüssiger Energieträger in der Energiewende“, Prognos et al., 2018)

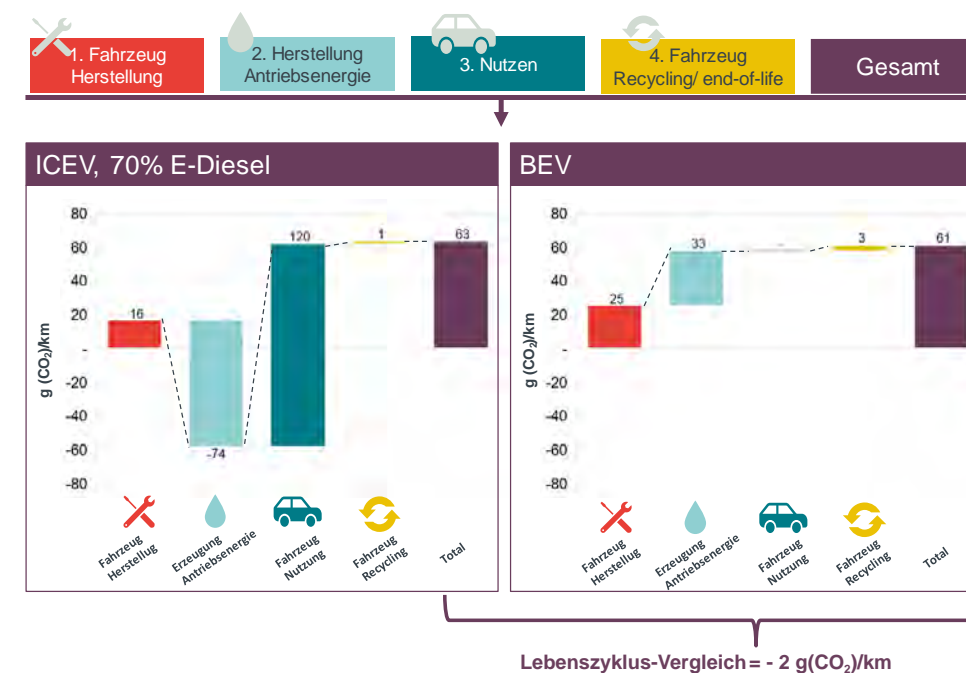
Erkenntnis 3

- Welche Technologie CO₂-gesamtbilanziell vorteilhaft ist, hängt von mehreren Parametern ab. Für das gewählte Parameterset³⁾ ist z.B. bei der Kompaktklasse eine Fahrleistung von 80.000 km erforderlich, bevor das BEV ggü. dem ICEV vorteilhaft wird (grafisch: Break-Even-Punkt).
- Tendenziell gilt: je höher der Anspruch an die Antriebsleistung desto vorteilhafter wird die ICEV-Technologie (ICEV sind bei höherem Leistungsbedarf CO₂-gesamtbilanziell schnell im Vorteil).



Erkenntnis 4

- Mit perspektivischer Steigerung von EE-Stromanteilen¹⁾ weltweit, europäisch und national verbessert sich die CO₂-Gesamtbilanz.
- Dies gilt für BEV wie für ICEV, hier mit steigenden Anteilen von synthetischen E-Fuels.



- Im Pkw-Mittelklasse-Segment liegen die CO₂-Gesamtemissionen für BEV und ICEV mit angenommener Nutzungsphase von 2040 bis 2050 auf einem ähnlichen Niveau (Parameterset⁴⁾).
- Ab 2050 könnten alle betrachteten Antriebstechnologien nahezu CO₂-Neutralität erreichen.

Schlussfolgerungen

³⁾ Parameterset: Jahr der Anschaffung: 2020, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Jahresleistung: 15.000 km, Kraftstoff: Diesel, Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario), Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario), Entwicklung Strommix: Dynamisch

⁴⁾ Parameterset: Jahr der Anschaffung: 2040, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Jahresleistung: 15.000 km, Kraftstoff: Diesel mit 70% E-Diesel Beimischung, Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario), Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario), Entwicklung Strommix: Dynamisch

Wichtige Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen:

- Technologien müssen hinsichtlich ihrer realen CO₂-Emissionen ganzheitlich über den LCA-Ansatz bewertet werden.
- BEV und ICEV liegen heute in praxisüblichen Szenarien und perspektivisch bei den CO₂-Gesamtbilanzen auf relativ ähnlichem Niveau.
- Bei der weiteren Gestaltung der klimapolitischen Strategien und Regularien sind alle zielkonformen Technologien im Bereich der individuellen Mobilität zu berücksichtigen.
- Synthetische E-Fuels müssen als eine wesentliche Lösungsoption für die Klimaziele u.a. bei den europäischen Flottengrenzwerten anrechenbar werden.



Die Studie und das Berechnungstool zur Ermittlung der CO₂-Gesamtbilanz mit individuell auswählbaren Parametersets sind verfügbar unter www.uniti.de

UNITI informiert

Das EU-Verbrennerverbot – global ein Sonderweg

Redaktionsstand: Dezember 2019



Hier geht's zum E-Fuels-Video:

Die Welt setzt auf Technologieoffenheit – die EU auf ein Verbrenner-Neuzulassungsverbot

Die Strategien zur Defossilisierung des Straßenverkehrs unterscheiden sich international erheblich. Während die Europäische Union als einzige wirtschaftlich bedeutende Region ein pauschales Neuzulassungsverbot für Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor vorsieht, setzen andere bedeutende Automobilmärkte und Automobilherstellerregionen bei der Defossilisierung des Straßenverkehrs auch auf Kraftstoffstrategien und technologieoffen auf einen breiten Antriebsmix. Sowohl bei den Bestandszahlen als auch bei den Neuzulassungen dominieren weltweit Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor – so gibt es aktuell rund 1,5 Mrd. Pkw und leichte Nutzfahrzeuge im Bestand, davon sind 42 Mio. (2,8%) reine Elektroautos.

+ Schweiz



Kein Verbrenner-Verbot

Die Schweiz verzichtet bewusst auf ein pauschales Verbrennerverbot und setzt stattdessen auf den marktwirtschaftlichen Mechanismus eines Zertifikatesystems (Crediting System), welches die Zulassung von Verbrennern mit der Klimaschutzwirkung nicht-fossiler Kraftstoffe kombiniert.



Südkorea



Kein Verbrenner-Verbot

Südkorea hat bewusst auf ein fixes Enddatum für den Verbrenner verzichtet. Statt Verbotten setzt das Land auf eine Mischung aus Effizienzstandards, CO₂-Flottenzielen und gezielten Förderprogrammen.



USA



Kein Verbrenner-Verbot

Die USA setzen auf marktorientierte Mechanismen, ein Neuzulassungsverbot für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor ist nicht geplant. Ein in Kalifornien geplantes Verbrennerverbot wurde von der Bundesregierung zurückgenommen. Das Bundesprogramm Renewable Fuel Standard (RFS) verpflichtet, jährlich steigende Mengen erneuerbarer Kraftstoffe in den Markt zu bringen. Die Mengen werden je nach politischen Zielen und Marktbedingungen angepasst. Einzelne Bundesstaaten wie Kalifornien, Oregon oder Washington gehen noch weiter: Sie haben Low Carbon Fuel Standards eingeführt, die den Einsatz klimafreundlicher Moleküle direkt belohnen.



EU



Verbrenner-Verbot ab 2035

Die EU hat beschlossen, dass ab 2035 nur noch Pkw zugelassen werden können, die nachweislich eine CO₂-Reduktion von 100 Prozent am Auspuff ausweisen. Zwar wird diskutiert eine Ausnahme für Fahrzeuge, die ausschließlich mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, einzuführen, allerdings fehlen dafür bislang die nötigen delegierten Rechtsakte der EU-Kommission zur Schaffung einer entsprechenden neuen Fahrzeugkategorie. Bei der Kraftstoffmarkt-Regulierung fokussiert sich die EU fast ausschließlich auf den Flug- und Schiffsverkehr und setzt nur wenige Anreize, den Straßenverkehr einzubeziehen.



China



Kein Verbrenner-Verbot

China fährt eine Doppelstrategie: Einerseits baut es seinen Vorsprung bei Elektroautos konsequent aus – andererseits sichert es sich durch E-Fuels die Option, den riesigen Verbrennerbestand und künftige Neuzulassungen CO₂-neutral zu bewegen. So investiert das Land parallel zur Elektromobilität massiv in E-Fuels. Derzeit entstehen rund 30 neue Großprojekte für synthetische Kraftstoffe.



Japan



Kein Verbrenner-Verbot

Japan setzt auf technologische Vielfalt. Offiziell ist das Ziel, bis 2035 alle Neuwagen „elektrifiziert“ anzubieten – dazu zählen neben reinen Elektroautos auch Plug-in-Hybride und Vollhybride. Die Regierung investiert in eine Wasserstoffwirtschaft und will bis 2030 rund 1.000 Wasserstofftankstellen errichten. Zudem sind synthetische Kraftstoffe Teil der Strategie und sollen Anfang der 2030er Jahre in den Markt eingeführt werden.

Das EU-Verbrenner-Neuzulassungsverbot macht global betrachtet weder wirtschaftlich noch klimapolitisch Sinn.

Die Gründe:

- Durch ein Verbot droht Europa als Heimatmarkt für den Verbrennungsmotor wegzufallen, was mit dem Verlust von technologischem Spitzen-Know-how, Forschungs- und Entwicklungskapazitäten sowie letztlich von Produktionsstandorten in Europa einhergeht.
- In Deutschland hängen 457.000 Arbeitsplätze direkt und 163.000 indirekt sowie rund 48 Milliarden Euro an industrieller Wertschöpfung am Verbrennungsmotor. Der VDA etwa befürchtet den Verlust von 190.000 Jobs in Folge der Elektrifizierung des Antriebsstrangs.
- Die EU sendet mit dem Verbrennerverbot das Signal, dass sie Klimaschutz nicht entschlossen und unter Einbeziehung sämtlicher verfügbarer Technologiepfade, also auch einer Kraftstofflösung, voranbringen möchte. Investitionen in den Hochlauf erneuerbarer Kraftstoffe sowohl für Fahrzeuge im Bestand als auch für zukünftige Neufahrzeuge mit Verbrennungsmotor werden ausgebremst, wenn das zukünftige Absatzpotential auf dem gentechnisch weitaus größten Absatzmarkt – dem Straßenverkehr – für erneuerbare Fuels regulatorisch zwangsgeschrumpft wird.

UNITI informiert

Die globale Bedeutung des Verbrennungsmotors für die deutschen Automobilhersteller

Redaktionsstand: September 2025

Der Verbrennungsmotor dominiert weiterhin die Pkw-Neuzulassungen weltweit. Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Automobilhersteller in den automobilen Weltleitmärkten Europa, China und den USA hängt maßgeblich von dieser Antriebstechnologie ab.

1 Hohe Verbrenner-Nachfrage in Europa, den USA und China

In den Automobilleitmärkten Europa*, USA und China ist die Nachfrage nach Pkw mit Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engines – ICE) weiterhin sehr stark:

Durchschnittlicher Anteil von Verbrennern an Pkw-Neuzulassungen 2019 bis 2024	Europa*	76,6 % ICE und 13,3 % Hybride	insg: 89,9 %
	USA	86,2 % ICE und 8,3 % Hybride	insg: 94,5 %
	China	73,1 % ICE und 11,5 % Hybride	insg: 84,6 %

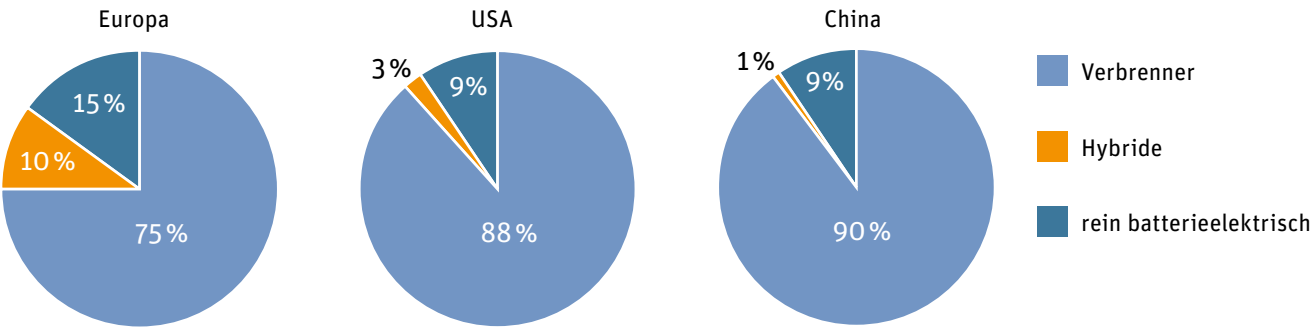
Quelle: Auswertung GlobalData Datenbank und offizielle Zulassungsbehörden der Länder

Auch die Anteile von **Hybridmotoren** sind mittlerweile signifikant, mit hohen Wachstumsraten in China (im Durchschnitt 62 % in den letzten 6 Jahren) und Europa* (im Durchschnitt 24 % in den letzten 6 Jahren). Diese Trends verdeutlichen, dass es keinen abrupten Umstieg auf Elektrofahrzeuge gibt, sondern eine schrittweise Integration alternativer Antriebsarten.

2 Starke Nachfrage treibt Verbrenner-Geschäft deutscher Autobauer an

Deutsche Automobilhersteller profitieren in den Leitmärkten, insbesondere bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, von dieser anhaltend starken Nachfrage. Die Verteilung der Antriebsarten bei den Pkw-Neuzulassungen deutscher Hersteller in den Märkten Europa*, USA und China im Jahr 2024 verdeutlicht dies:

Anteil Fahrzeuge deutscher Hersteller an Pkw-Neuzulassungen in 2024 in Europa*, USA, China



Quelle: Auswertung GlobalData Datenbank und offizielle Zulassungsbehörden der Länder

In weiteren wichtigen Automobilmärkten wie **Indien, Japan und Südkorea** sind über 90 % der Neuzulassungen deutscher Automobilhersteller mit **Verbrennungsmotor** ausgestattet.

3 Verbrenner-Marktanteile zeigen Präsenz deutscher Autobauer in Leitmärkten

Die Anteile deutscher Hersteller an den Neuzulassungen von Verbrennerfahrzeugen in den drei Automobilleitmärkten ist ein wichtiger Indikator für deren dortige Marktpräsenz:

Anteil deutscher Hersteller an ICE-Neuzulassungen 2019 – 2024	Europa*	40 %
	USA	11 %
	China	30 %

Quelle: Auswertung GlobalData Datenbank und offizielle Zulassungsbehörden der Länder

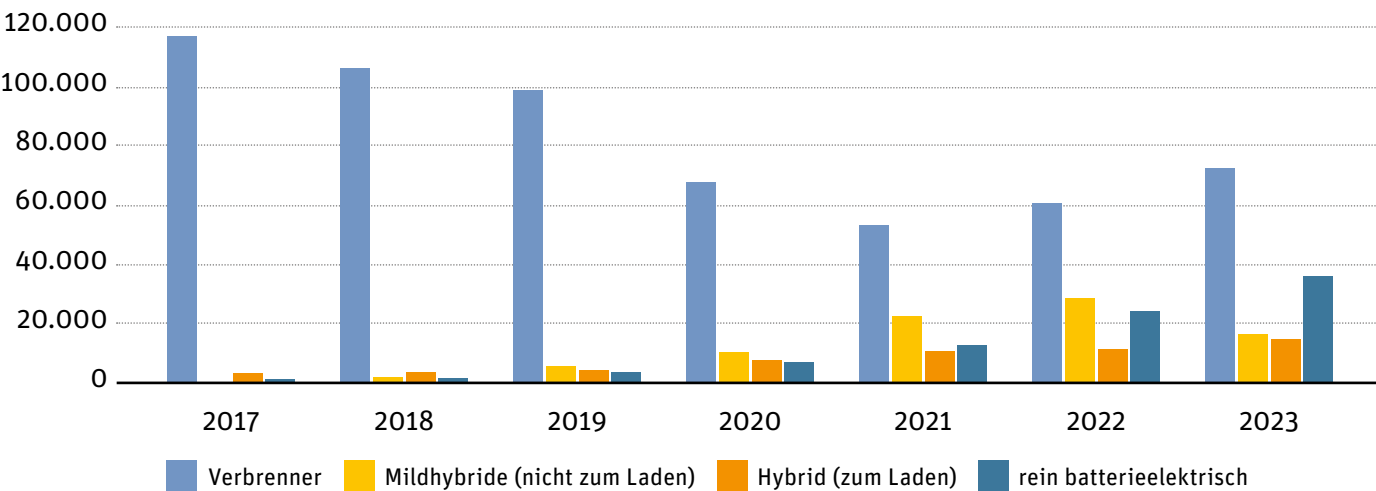
Der Verbrennungsmotor trägt maßgeblich zu den hohen Marktanteilen deutscher Hersteller bei. Künftige Neuzulassungen von Verbrennerfahrzeugen werden auch zukünftig die Position der deutschen Automobilindustrie in diesen wichtigen Märkten sichern.

* Europa: EU27, Schweiz, Norwegen.

4 Verbrenner bleiben Deutschlands Exportschlager – doppelt so wertvoll wie E-Autos

Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sind ein wesentlicher wirtschaftlicher Erfolgsfaktor für Deutschland. Im Jahr 2023 war der Exportwert von Verbrennerfahrzeugen doppelt so hoch wie der von Elektroautos. Diese Zahlen unterstreichen die anhaltende globale Nachfrage nach Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und deren Bedeutung für die deutsche Automobilindustrie:

Exporte aus Deutschland von Pkw nach ausgewählten Antriebsarten (in Mio. Euro)



Quelle: Statistisches Bundesamt

Die starke Exportleistung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor trägt nicht nur zum Erhalt des Automobilstandorts Deutschland bei, sondern stärkt auch die globale Präsenz deutscher Automobilhersteller.

Zusammenfassung der Faktenlage und Rückschlüsse

- 1. In den automobilen Leitmärkten Europa, USA, China sowie weiteren Märkten wie Indien, Japan und Südkorea ist der Neuzulassungsanteil von Pkw mit Verbrennungsmotor weiterhin hoch.
- 2. Hybridfahrzeuge spielen in den Leitmärkten eine zunehmend bedeutendere Rolle. Die Vorteile der Verbrennungsmotortechnologie (u. a. Reichweite, Flexibilität, dichtes Tankstellennetz) bleiben damit erhalten.
- 3. Ein Verbot von Verbrennungsmotoren ab 2035 gilt ausschließlich in der EU. In den bedeutenden Automobilmärkten wie den USA, China, Japan, Indien sowie auf den Kontinenten Südamerika und Afrika ist ein solches Verbot nicht vorgesehen.

Notwendigkeit: Die anhaltend **hohe Nachfrage nach Pkw mit Verbrenner- und Hybridantrieben** erfordert von deutschen Automobilherstellern **flexible Strategien** mit einem **ausgewogenen Antriebsmix**, der auf die Nachfrage der Kunden in den jeweiligen Märkten abgestimmt ist. Dafür bedarf es des Erhalts von Forschung und Entwicklung sowie von Produktionskapazitäten für die Verbrennertechnologie in Deutschland und der EU.

Problematik: Eine durch die EU-Regulierung getriebene **technologisch einseitige Ausrichtung** auf die rein batteriegestützte Elektromobilität ist aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll, da die Nachfrage nach Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor in vielen Automobilmärkten nach wie vor hoch ist.

Folge: Ein Ausstieg aus der Verbrennertechnologie im europäischen Heimatmarkt und ein reiner „all electric“-Ansatz würde die deutschen Automobilhersteller in etablierten Märkten wie Europa, den USA und China wettbewerbsmäßig ins Hintertreffen geraten lassen, da damit unterschiedlichen Marktbedingungen und Konsumenteninteressen nicht ausreichend Rechnung getragen wird.

Politische Forderungen von UNITI:

- Die europäische Pkw-Flottenregulierung muss technologieoffener ausgestaltet werden, sodass europäische Hersteller auf globale Marktbearfe reagieren können. Die EU sollte schnellstmöglich eine Überarbeitung der Regulierung angehen. Pauschale Verbote sind nicht zielführend und müssen zurück genommen werden.
- Ziel der hiesigen Politik sollte sein, die effiziente Verbrennungsmotoren-(Hybrid)Technologie nicht anderen Regionen der Welt zu überlassen, sondern den Vorsprung bei Expertenwissen, Forschung, Entwicklung und Produktion in Europa zu halten. Dafür müssen entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Europäische Alleingänge in Form von Verboten verhindern Innovationen und gefährden Arbeitsplätze in der Automobilindustrie!
- Verbrenner-Pkw und Hybride sowohl im Fahrzeugbestand als auch bei Neufahrzeugen können durch die Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe wirksam in den Klimaschutz einbezogen werden. Dazu bedarf es Regelungen, die den Markthochlauf für erneuerbare Kraftstoffe ermöglichen.

UNITI informiert

Mit E-Fuels: Arbeitsplätze sichern
und neue schaffen!

Redaktionsstand: April 2025

Pressemitteilung des Verbands der Automobilindustrie (VDA) vom 29. Oktober 2024

„Durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs wird für die Herstellung von Fahrzeugen eine insgesamt niedrigere Beschäftigung benötigt als in der Vergangenheit“



Das Forschungsinstitut Prognos hat im Auftrag des VDA die Studie „Beschäftigungsperspektiven in der Automobilindustrie“ erstellt, die im Oktober 2024 veröffentlicht wurde.

„Setzt sich der zwischen den Jahren 2019 und 2023 eingesetzte Trend fort, so läge die Beschäftigung in der Automobilindustrie in Deutschland im Jahr 2035 um 186.000 Personen niedriger als im Jahr 2019, in dem nur wenige rein batterieelektrische Fahrzeuge gefertigt wurden. **Hauptursache sind hier Transformationseffekte durch die Umstellung auf alternative Antriebe.** 46.000 Arbeitsplätze – also etwa ein Viertel davon – sind in den Jahren 2019 bis 2023 bereits weggefallen, rund 140.000 weitere werden voraussichtlich bis zum Jahr 2035 entfallen“, heißt es vom VDA. Und weiter: „**Die Transformation könnte etwa 190.000 Jobs bis 2035 kosten.**“

Der Rückgang der Beschäftigung durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs wird abhängig vom unterstellten Markthochlauf, der Branchenabgrenzung, vom gewählten Zeithorizont etc. in Studien unterschiedlich eingeschätzt:



Quelle: Darstellung nach Prognos 2024

Die IG Metall warnte bereits im Jahr 2018:

„Bis 2030 kann jeder zweite Arbeitsplatz in der Antriebstechnik von Pkw direkt oder indirekt von der Elektromobilität betroffen sein.“ Und weiter: „In Deutschland werden durch Elektrifizierung und Produktivität per Saldo – bei als wahrscheinlich angenommenen Entwicklungen – rund 75.000 Arbeitsplätze in der Antriebstechnik wegfallen.“

(Pressemitteilung der IG Metall vom 5. Juni 2018)



Basis dafür war die Studie „Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland (ELAB)“ des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO.

Der Verbrenner und E-Fuels sichern Arbeitsplätze in der Automobilwirtschaft und tragen zum Klimaschutz bei

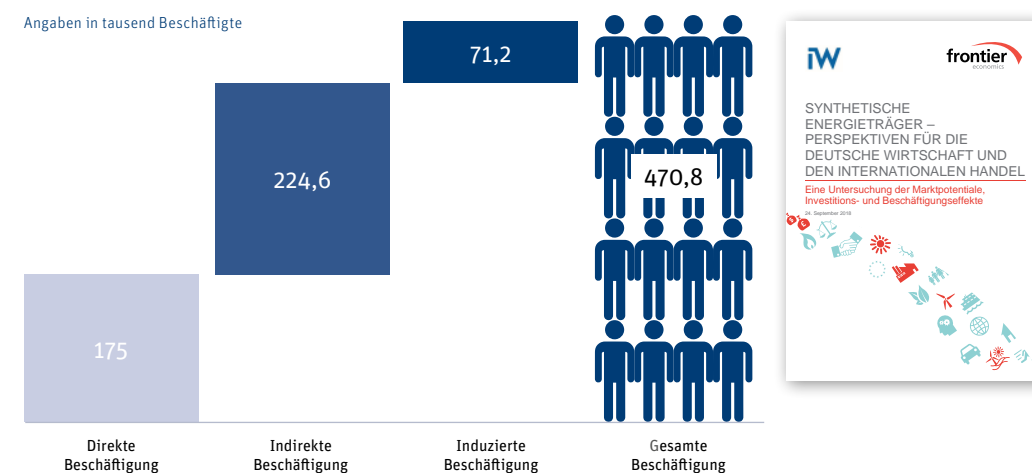
Deutschland ist Technologieführer bei der Herstellung von effizienten Verbrennungsmotoren, bei Elektrolyse- und Synthesenanlagen ist es weltweit mit führend. Mit dem Hochlauf einer weltweiten Produktion von strombasierten PtX-Produkten wie E-Fuels kann dieser Technologievorsprung gehalten und ausgebaut werden. Dies sichert Arbeitsplätze in der Automobilindustrie und schafft neue im Maschinen- und Anlagenbau.

Power-to-X-Erzeugnisse wie synthetische, grünstrombasierte E-Fuels könnten zukünftig herkömmliche, fossile Kraftstoffe ersetzen und den CO₂-neutralen Fahrbetrieb von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor ermöglichen. Der Ausstieg aus dem Verbrenner oder ein de facto Neuzulassungsverbot von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor aus Klimaschutzgründen wird damit obsolet. Gleichzeitig würden mit E-Fuels Arbeitsplätze in der deutschen Automobilindustrie gesichert. Mit dem regulativen Verbot des Verbrenners ab 2035 würden E-Fuels den Straßenverkehr als größten Absatzmarkt für Kraftstoffe absehbar verlieren. Eine schrumpfende Bestandsflotte und die Nutzung von E-Fuels nur in bestimmten Verkehrsbereichen vorzusehen, sind kein ausreichendes Signal, in neue Anlagen für die Herstellung von E-Fuels zu investieren. Auch Flug- und Schiffsverkehr würden dann leer ausgehen.

E-Fuels würden nicht nur Arbeitsplätze in der deutschen Automobilindustrie sichern helfen, sondern es könnten dadurch sogar neue Arbeitsplätze hierzu lande geschaffen werden.

Beschäftigungseffekte durch den Export von Anlagen zur PtX-Produktion

Angaben in tausend Beschäftigte



„Bis zu **470.800** neue Arbeitsplätze könnten durch die Produktion und den Export von PtX Anlagen in Deutschland entstehen.“

(Studie von IW Köln und Frontier Economics u.a. für UNITI aus September 2018)

Quelle: Destatis (2018), OECD (2018), UN (2018), WIOD (2016), eigene Berechnungen des Institutes der Deutschen Wirtschaft, Köln.
Hinweis: PtX Weltmarkt: Reference Case

Unsere Forderungen an die Politik:

- **Kein regulatives Verbrennerverbot**, da sonst Investitionen und Absatzchancen für E-Fuels im Straßenverkehr verhindert werden sowie Arbeitsplätze und Wertschöpfung in der deutschen Automobilindustrie verloren gehen.
- **Energie- und Wasserstoffpartnerschaften ausbauen**, um globale PtX-Projekte mit deutscher Anlagentechnologie voranzubringen und den Import von PtX zu ermöglichen.
- **Handelshemmnisse und -barrieren abbauen**, damit PtX global gehandelt und von gut geeigneten Produktionsstandorten importiert werden können.
- **Technologieoffene Energiewende vorantreiben**, damit PtX-Produkte als „grüne Moleküle“ einen Beitrag zur Energiewende und damit zum Klimaschutz leisten können.

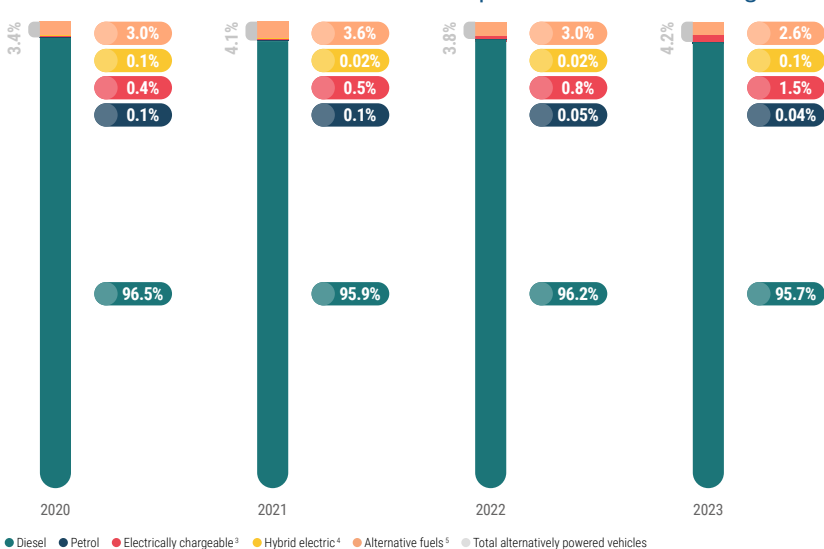
UNITI informiert
Synthetische Kraftstoffe:
Wertschöpfungs- und Arbeits-
marktpotenziale für Europa



Synthetische Kraftstoffe mit großem Potenzial für Klimaschutz und Wertschöpfung

- Aus grünem Strom hergestellte synthetische Kraftstoffe (so genannte E-Fuels) können einen **wesentlichen Beitrag leisten, weltweit die Treibhausgasemissionen, vor allem im Verkehr und Wärmemarkt, zu reduzieren.**
- Produziert aus Wasserstoff und CO₂ mittels erneuerbar erzeugten Stroms, lassen sich die **flüssigen Energieträger CO₂-neutral in Verbrennungsmotoren einsetzen.** Dieser Herstellungsprozess wird als Power-to-Liquid (PtL) bezeichnet.
- CO₂-neutrale flüssige Kraftstoffe bieten einen **großen Wirkhebel zur Verbesserung der CO₂-Bilanz**, da sie sich im bestehenden Fuhrpark einsetzen lassen.
- In den 27 EU-Mitgliedsstaaten gab es 2023 **256 Mio. Pkw**, nur rund 2 Prozent davon werden rein batterieelektrisch (BEV) angetrieben. 98 Prozent hingegen haben einen Verbrennungsmotor. (Quelle: IEA, Eurostat, McKinsey)
- Schon eine **fünfprozentige Beimischung CO₂-neutraler Kraftstoffe** würde über den Wirkhebel des Pkw-Bestands in Deutschland klimabilanziell in etwa einem gesamten Pkw-Neulassungsjahrgang entsprechen, der nur aus batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen besteht, welche ausschließlich mit erneuerbar erzeugtem Strom betrieben werden.

Marktanteile verschiedener Antriebskonzepte an den Neuzulassungen in der EU



Quelle: ACEA (2024)

Das Ziel der **vollständigen CO₂-Neutralität** ist also nur mit dem Einsatz **größerer Mengen synthetischer Kraftstoffe** erreichbar.

Für die Produktion synthetischer Kraftstoffe sind **umfangreiche Investitionen in Anlagen** zur Erzeugung von erneuerbarem Strom und dessen Umwandlung in flüssige Energieträger (PtL) notwendig. Diese Anlagen werden zu einem **großen Teil in Europa** entwickelt und hergestellt.

Institut der Deutschen Wirtschaft benennt PtX-Wertschöpfungspotenziale

PtX¹-Markt im Jahr 2050 entspricht der Hälfte des heutigen Rohölmarktes.

Daraus sind folgende Werte erreichbar:

Berechnungen auf Basis weltweiter Energienachfrageprognosen (OECD/IEA)



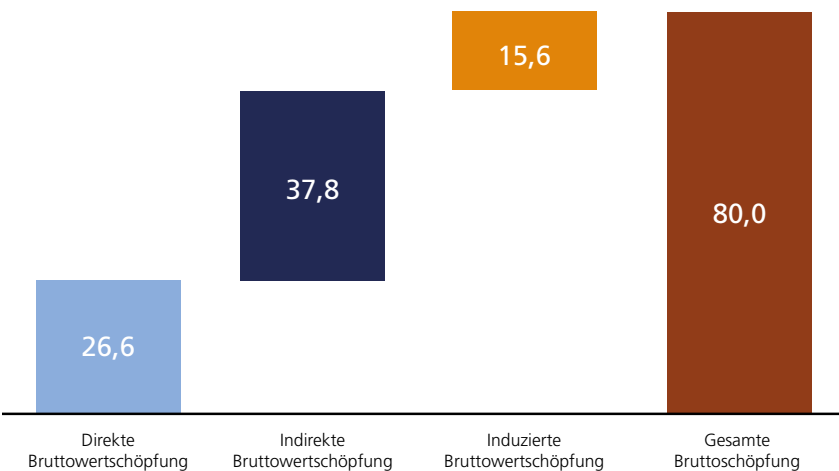
Quelle: Bothe et. al. (2018), Grafik: UNITI e.V.

¹PtX umfassen flüssige (PtL), aber auch gasförmige synthetische Energieträger PtH₂, PtG)

Positive Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung in der EU

- Volkswirtschaftliche Effekte der Nachfrageerhöhung** nach PtX-Anlagen lassen sich durch die heutigen Vorleistungsverflechtungen abschätzen (Zulieferer, Transport, Herstellung).
- Eine jährliche Investitionsnachfrage von 215 Mrd.€** könnte erhebliche direkte, indirekte und induzierte Wertschöpfungssteigerungen bewirken.
- Rund **80 Mrd. Euro** jährlich zusätzlicher **Bruttowertschöpfung** in der EU würden durch den Export von Maschinen- und Anlagen zur PtX-Produktion entstehen.

Wertschöpfungseffekte der Investitionsgüterproduktion in Milliarden Euro (Referenzszenario PtX-Weltmarkt)



Quelle: Eurostat (2020), OECD (2020), UN (2020) OECD (2018); eigene Berechnungen, Grafik: UNITI e.V.

Die EU erhält die Chance, sich als führender Anbieter nachhaltiger PtX-Technologien zu positionieren. Doch obwohl sich der Weltmarkt für Elektrolyseure zur Erzeugung von Wasserstoff in den letzten 20 Jahren bereits verdoppelt hat, fand das Wachstum bislang größtenteils außerhalb Europas statt. Damit sich das ändert, müssen die entsprechenden Investitionen so bald wie möglich getätigt werden!

1,2 Millionen neue Arbeitsplätze mit PtX in Europa!

Neben der Wertschöpfung würde der Export von PtX-Anlagen für einen **erheblichen Beschäftigungseffekt** sorgen. Es würden **350.000 neue Jobs** direkt entstehen. Gut **600.000 Beschäftigte** kämen zur Erstellung der Vorleistungen und deren Zuliefernetzwerke hinzu. Weitere rund **250.000 zusätzliche Erwerbstätige** sind durch den Ge-

samteffekt inklusive der durch die zusätzliche Konsumnachfrage ausgelösten Beschäftigungseffekte zu erwarten. **Insgesamt würden 1,2 Mio. neue Jobs durch Produktion und Export von Maschinen und Anlagen in Europa generiert werden.**

Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte außerhalb der EU - E-Fuels machen die überragenden weltweiten EE-Potenziale nutzbar

- Günstige Produktionspotenziale** für die PtX-Produktion bestehen angesichts der hohen Verfügbarkeit von Wind, Sonne und Fläche an Standorten außerhalb Europas, beispielsweise in Nordafrika und im Nahen Osten, oder in Australien und Patagonien. **Über 346.000 hochproduktive Arbeitsplätze** können bereits an PtX-Produktionsstandorten entstehen, die nur ein Fünftel des weltweiten PtX-Nachfragepotenzials bedienen! Dadurch ergeben sich **neue Zukunftsperspektiven** für diese Regionen.
- Die **wirtschaftliche Stärkung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** in den potenziellen PtX-Produktionsländern könnte zudem wichtige Impulse für die Entwicklung **ressourcenschonender und CO₂-neutraler Energieversorgungssysteme** in diesen Ländern setzen.

- Die Förderung von europäischen und außereuropäischen **Energieprojekten** in Form von Energiepartnerschaften zum Aufbau einer wasserstoffbasierten Energiewirtschaft.
- Weiterentwicklung der nationalen und europäischen **Wasserstoffstrategie** hinsichtlich des **Imports von PtX-Energieträgern**.
- Die **Anrechenbarkeit CO₂-neutraler Kraftstoffe** bei den CO₂-Flottengrenzwerten der EU.
- Die innovative **Neugestaltung der Energiebesteuerung** im Verkehrssektor, z. B. mit Berücksichtigung einer CO₂-Preiskomponente.
- Eine **technologie- und anwendungsoffene Ausgestaltung** der europäischen **Erneuerbare-Energien-Richtlinie**.
- Die **Anerkennung flüssiger und gasförmiger PtX-Energieträger** als Erneuerbare Energie im Wärme- und Gebäudesektor.



Die Studie ist verfügbar unter www.uniti.de.

UNITI informiert
E-Fuels nur im Flugverkehr –
ist das technisch und
wirtschaftlich sinnvoll?

Redaktionsstand: Januar 2022

Wie kann der Luftverkehr zukünftig CO₂-neutral werden?

CO₂-neutrale, synthetische Flüssigkraftstoffe (E-Fuels) sind in der Luftfahrt alternativlos für die nicht-fossile, CO₂-neutrale Mobilität, denn eine Elektrifizierung ist technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Politiker aller Parteien sind daher für den Einsatz von E-Fuels im Flugverkehr.

Sowohl technische als auch wirtschaftliche Gründe sprechen allerdings dagegen, synthetische Kraftstoffe ausschließlich für den Flugverkehr herzustellen und einzusetzen.

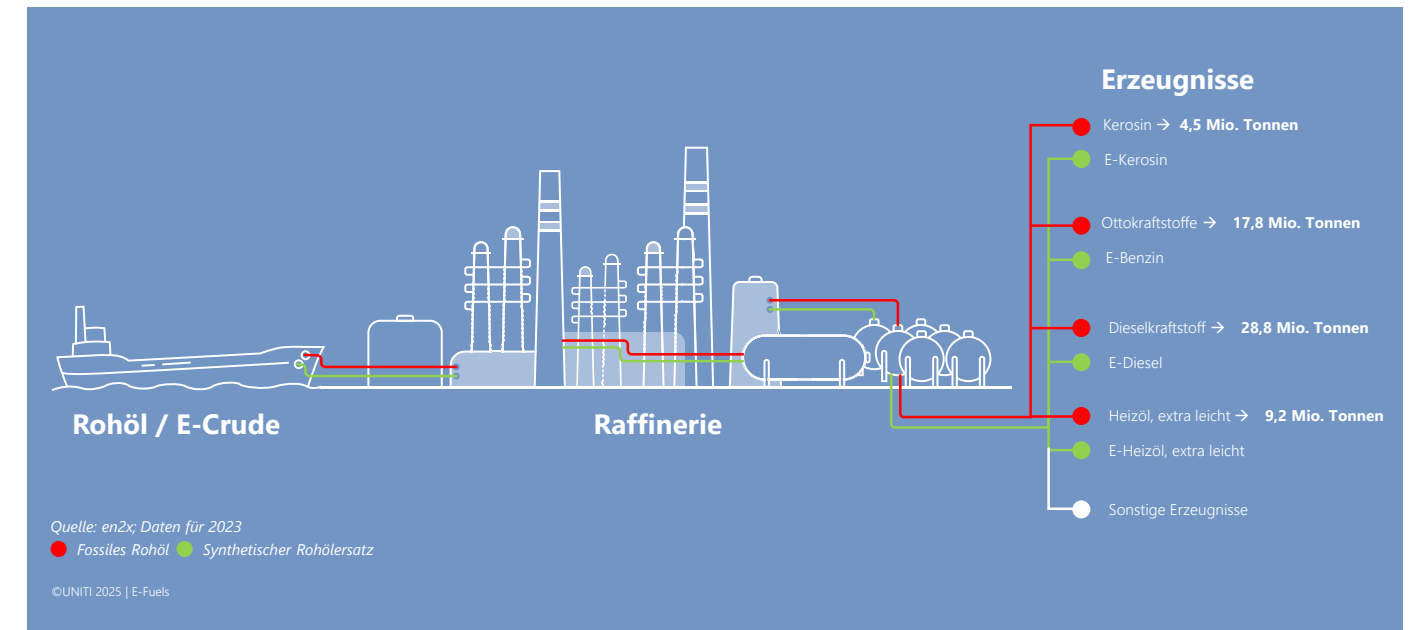
Technische Gründe: Kraftstoffe sind Koppelprodukte

- Kraftstoffe werden in der so genannten Koppelproduktion hergestellt, d.h. bei ihrer Erzeugung fallen in Raffinerien zwangsläufig verschiedene Kraftstoffe und andere Erzeugnisse an, vor allem Diesel- und Ottokraftstoff sowie Kerosin. Das gilt, ganz gleich ob fossiles Rohöl (Crude) als Basis verwendet wird oder synthetischer Rohölersatz (E-Crude).
- Der Anteil von Kerosin an den Koppelprodukten, den man bei der Verarbeitung fossilen Rohöls in einer Raffinerie erhält, beträgt zurzeit in Deutschland zwischen 5 und 10 Prozent. Bei der Verarbeitung von E-Crudes lässt sich der Anteil von E-Kerosin am Mix der synthetischen Koppelprodukte erhöhen – um wie viele Prozentpunkte exakt, hängt von den gewählten Weiterverarbeitungsschritten der Fischer-Tropsch-Produkte ab. Bei völlig neuen Anlagen, die speziell zur Herstellung von E-Kerosin gebaut werden, kann eventuell die E-Kerosin Ausbeute nennenswert gesteigert werden. Die notwendige Technik ist sehr aufwändig und teuer, entsprechende Anlagen sind noch nicht im Bau. In jedem Fall wird auch E-Kerosin immer nur eines unter vielen – dann ebenfalls synthetischen – Endprodukten des Verarbeitungsprozesses in der Raffinerie sein.

Wirtschaftliche Gründe: Alle Koppelprodukte müssen vermarktbar sein

- Die hohe Wettbewerbsintensität im internationalen Flugverkehr sorgt bei Luftfahrtunternehmen für eine große Sensibilität bzgl. der Kerosinpreise. Da Kerosin im internationalen Luftverkehr nicht besteuert wird, erhöhen steigende Kerosinpreise die Kosten für die Unternehmen prozentual sehr stark. Die Luftfahrtunternehmen würden das Tanken in preisgünstigere Regionen verlagern.
- Für den Absatz fossiler Kraftstoffe gibt es einen stabilen Markt mit weltweiter Nachfrage. Bei synthetischen Kraftstoffen führen dagegen die bislang noch vergleichbar höheren Kosten in Anlagen zur Synthese der E-Crudes dazu, dass sie für die Luftfahrtunternehmen teurer sind und damit im unregulierten Wettbewerb de facto unverkäuflich wären.
- Eine möglichst kostengünstige Herstellung von E-Kerosin wäre nur erreichbar, wenn die gesamte Palette an im Raffinerieprozess gewonnenen Koppelprodukten im Markt abgesetzt werden kann. Dafür braucht es geeignete regulatorische Rahmenbedingungen.
- Im Straßenverkehr ist dagegen – anders als in der Luftfahrt – eine hohe Zahlungsbereitschaft vorhanden. Dieser würde von einer verbindlichen E-Fuels-Beimischungsquote für den gesamten Verkehr ebenfalls erfasst, was für eine ausreichend hohe und stabile Nachfrage nach synthetischen Kraftstoffen sorgen würde. Investitionen in Anlagen zur industriellen Produktion von synthetischem Rohölersatz würden damit angereizt; sinkende Produktionspreise u.a. für E-Kerosin wären die Folge.

E-Kerosin allein ist technisch unmöglich!



E-Kerosin, E-Diesel sowie E-Benzin sind miteinander verbundene Koppelprodukte

- Im Jahr 2023 wurden in deutschen Raffinerien rund 4,5 Mio. Tonnen Kerosin hergestellt. Damit konnte der inländische Absatz rund zur Hälfte gedeckt werden. Im Rahmen dieser Koppelproduktion wurden des Weiteren 28,8 Mio. Tonnen Dieselmotorkraftstoff und 17,8 Mio. Tonnen Ottokraftstoff erzeugt. Das deckt die jährliche Nachfrage in Deutschland nach Ottokraftstoff und nach Dieselmotorkraftstoff nahezu vollständig ab.
- Aufgrund der chemischen Zusammensetzung von synthetischem Rohöl nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren und der anlagentechnischen Ausrichtung der Koppelproduktion in den Raffinerien würden neben E-Kerosin auch E-Diesel und E-Benzin in Umfängen anfallen, die ausreichen, um auch den Straßenverkehr in Deutschland CO₂-neutral zu gestalten.
- Schon aus einem technisch unvermeidbaren Effekt der Herstellung von E-Kerosin erwächst damit die Chance, den Bestand in Deutschland von 60,7 Mio. Fahrzeugen (Pkw, Lkw, Busse, Baumaschinen, landwirtschaftliche Fahrzeuge, etc.), bei dem allein die Pkw zu etwa 98 Prozent von Verbrennungsmotoren angetrieben werden, beim Erreichen der ambitionierten Klimaziele mit einzubeziehen.¹
- Es müssen aber geeignete regulatorische Rahmenbedingungen geschaffen werden, um den Hochlauf der E-Fuels als Kraftstoffe für den Verkehr am Land, auf dem Wasser und in der Luft zu ermöglichen.

- **E-Kerosin und E-Diesel sowie E-Benzin sind miteinander verbundene Koppelprodukte – sowohl technisch in der Herstellung als auch in der wirtschaftlichen Vermarktung.**
- **Wer E-Fuels im Luftverkehr möchte, muss E-Fuels auch im Straßenverkehr zulassen.**
- **Die fehlende Anerkennung von E-Fuels im Straßenverkehr erschwert die Durchsetzung von E-Fuels im Luftverkehr!**
- **Ein CO₂-neutraler Flugverkehr wird damit blockiert.**

¹ Quelle: KBA, Bestand zum 01.01.2024

UNITI informiert

Wie die Elektromobilität die
Rohstoffabhängigkeit Deutschlands
und Europas von China erhöht

Redaktionsstand: März 2025

Die Elektromobilität hat einen großen Rohstoffhunger

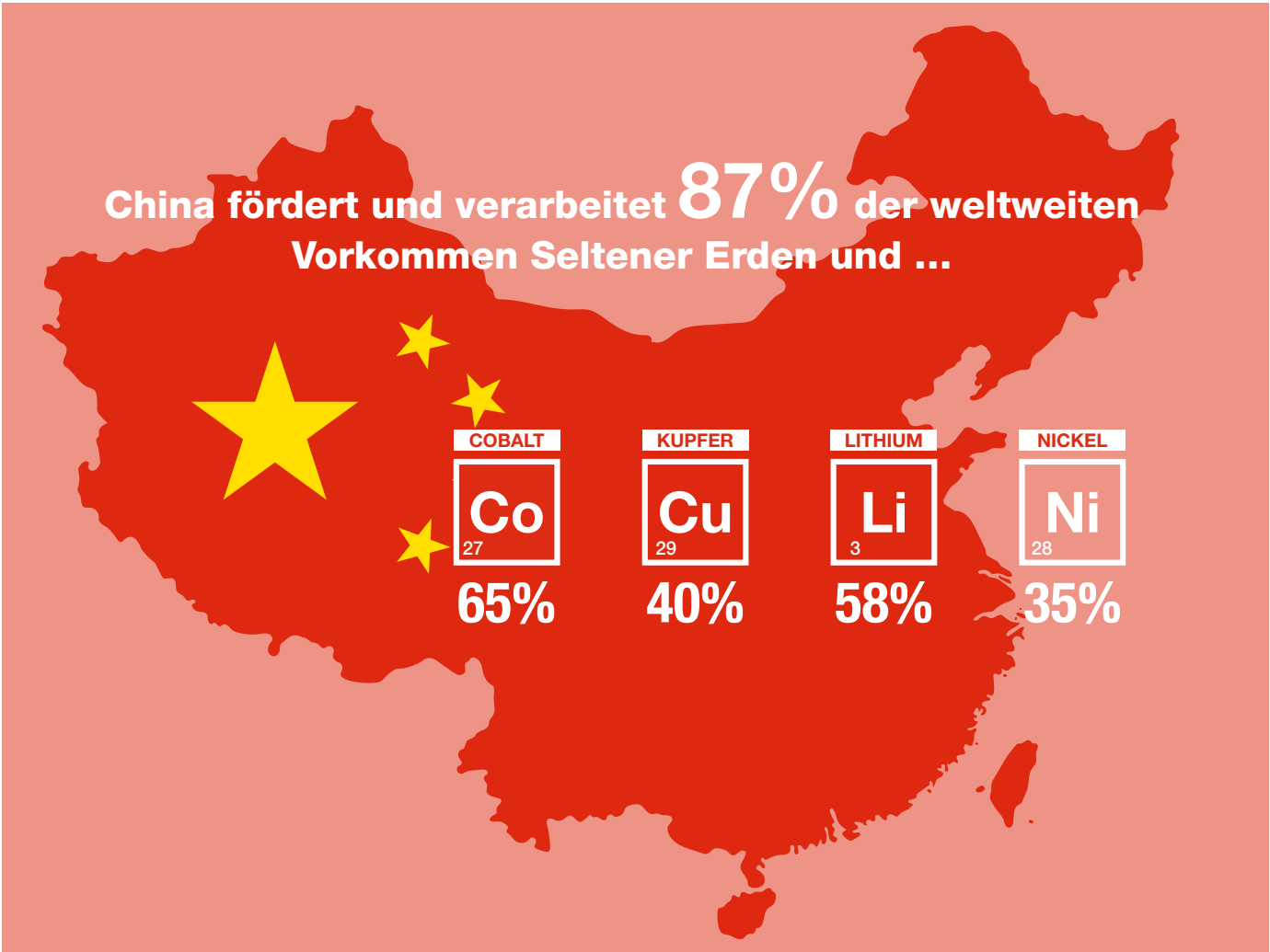
Lithium-Ionen-Batterien, wie sie in Elektroautos verbaut sind, enthalten Lithium, Nickel, Mangan, Kobalt und Graphit. Für den Antriebsstrang werden Metalle der Seltenen Erden wie Neodym, Praseodym und Dysprosium benötigt. Der Bedarf an diesen Metallen für den Bau von Elek-

troautos ist gerade durch die Batterien enorm. So finden sich in E-Fahrzeugen je nach Akkugröße bis zu 70 kg Kobalt, 13,5 kg Lithium und 80 kg Kupfer. Weitere Mengen Kupfer werden darüber hinaus für die Ladeinfrastruktur benötigt.

Rohstoffe für Elektromobilität lassen sich nur aus wenigen Staaten beziehen

Da etwa Lithium, Nickel und Kupfer in Deutschland kaum bis gar nicht vorkommen, müssen deutsche Autoproduzenten diese für die E-Mobilität so wichtigen Metalle importieren. Angeboten werden diese nur von wenigen Staaten: Mehr als die Hälfte aller Rohstoffe, die für Elektromotoren benötigt werden, stammen aus China. 45 Prozent der Seltenen Erden, die Deutschland importiert, kommen aus dem Reich der Mitte. Auch von Russland

bestehen große Abhängigkeiten. So kamen von dort zuletzt rund 40 Prozent aller deutschen Nickelimporte. Die deutsche Abhängigkeit speziell von China droht infolge des Ausbaus der Elektromobilität weiter zuzunehmen, denn China fördert und verarbeitet rund 87 Prozent der weltweiten Vorkommen Seltener Erden und bis zu 65 Prozent von Metallen wie Kobalt, Kupfer, Lithium und Nickel.



Grafik 1

China dominiert alle Produktionsstufen für E-Auto Batterien

China dominiert nicht nur die für die Elektromobilität relevanten Rohstoffmärkte, sondern auch die Produktion auf jeder Stufe der Lieferkette für die Batterien von E-Autos. Drei Viertel der Produktionskapazitäten für Batteriezellen befinden sich in China, bei den unverzichtbaren Bestandteilen der Kathoden- und Anodenmaterialproduk-

tion sind es 70 % bzw. 85 % der weltweiten Produktionskapazität. Über die Hälfte der weltweiten Rohstoffverarbeitung für Lithium, Kobalt und Graphit findet ebenfalls in China statt. Mit 80 % des weltweiten Graphitabbaus dominiert China die gesamte Graphitanoden-Lieferkette.

Rohstoff-Recycling von E-Auto-Batterien bislang ungeklärt

Bislang sind keinerlei Recycling-Möglichkeiten von in E-Auto-Batterien eingesetzten Rohstoffen im industriellen Maßstab vorhanden. Ob zukünftig ein Rohstoff-Recycling

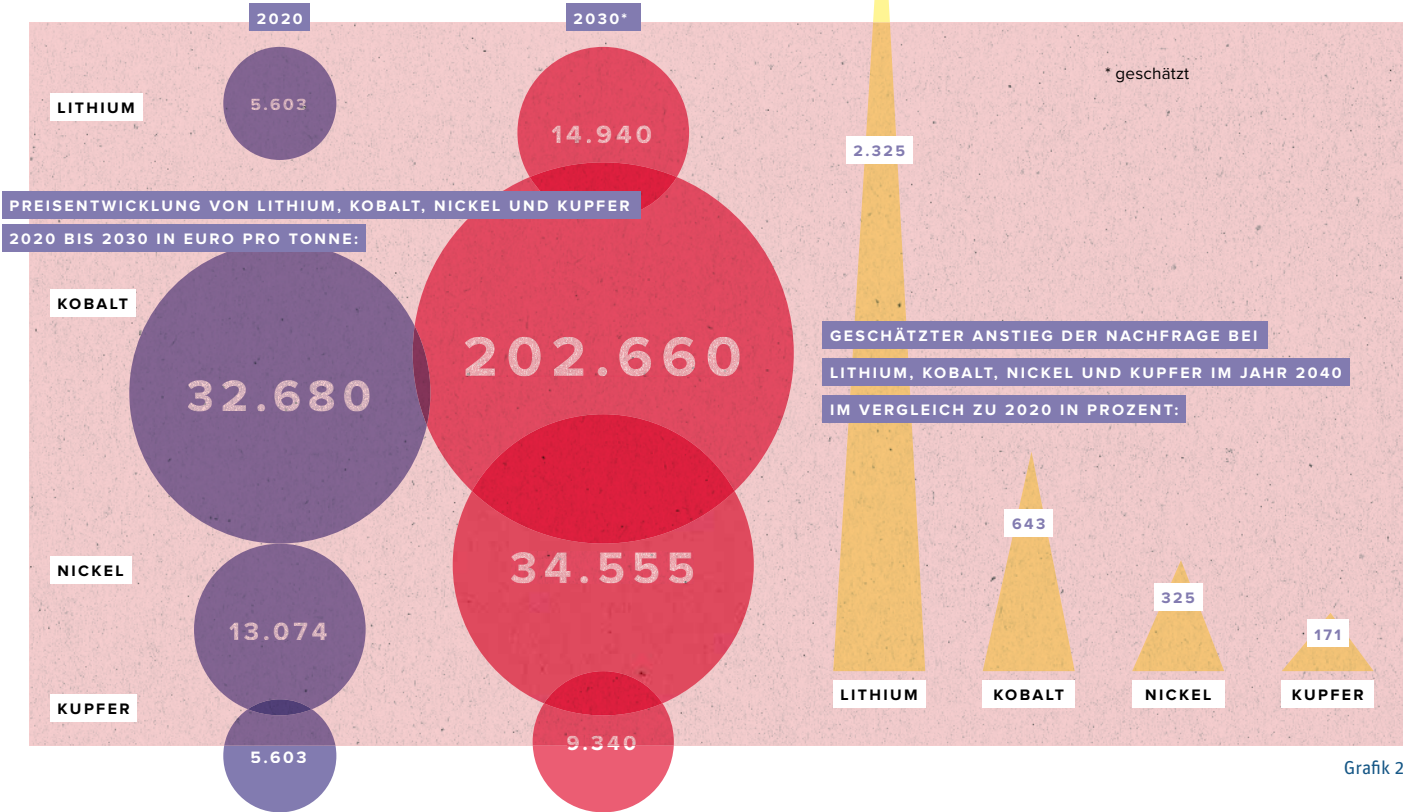
im großen Umfang in Europa trotz des dafür erforderlichen hohen Energieeinsatzes stattfinden kann, ist fraglich und nicht absehbar.

Rohstoffabhängigkeiten von wenigen Anbietern sind der Versorgungssicherheit und der Bezahlbarkeit abträglich

Die negativen Folgen übermäßiger Rohstoffabhängigkeiten von einigen wenigen Staaten zeigen sich aktuell bei Erdgas, wo sich Deutschland und andere Staaten Europas in den letzten Jahren und Jahrzehnten in große Abhängigkeiten zu Russland begeben haben. Hohe Kosten und Versorgungsunsicherheiten für Wirtschaft und Verbraucher sind die Folge.

Die deutsche und europäische Automobilindustrie begibt sich bei der Elektromobilität in neue Rohstoffabhängigkeiten – vor allem von China!

Und: Die hohe Nachfrage hat bereits zu stark steigenden Preisen für relevante Rohstoffe und somit zu steigenden Verbraucherpreisen geführt.



Grafik 2

Empfehlungen an die Politik

1. Einseitige Technologiepfade beim Klimaschutz, die zudem **rohstoffintensiv** sind, bergen das Risiko, erneut von wenigen Zulieferer-Ländern abhängig zu werden. Dies kann zu **Störungen** und einer erschwerten Durchsetzung von **Sozial- und Umweltstandards** in Lieferketten und zur Verlagerung von **Wertschöpfung** führen.
2. Es ist sinnvoll auf **verschiedene Lösungen** beim Klimaschutz zu setzen, um einseitige Abhängigkeiten zu vermeiden.
3. Damit kann auch ein **Rohstoff-Konkurrenzverhältnis** zwischen Elektroautos und dem Ausbau Erneuerbarer Energien vermieden werden.

Quellen:

Grafik 1: IEA – "The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions by International Energy Agency"/Abb. Karte: ©olympuscat/Adobe Stock;

Grafik 2: DIW Wochenbericht 4/2022; Grafik 3: UNITI-Darstellung nach UBS/FuW

Global Electric Vehicle Outlook der IEA 2022

Deutsche Rohstoffagentur

www.enex.me

www.efahrer.chip.de

UNITI informiert

Warum die Elektromobilität Europa spaltet

Redaktionsstand: Oktober 2022

E-Mobilität in der EU

In den 27 EU-Mitgliedsstaaten gibt es rund 256 Mio. Pkw, nur rund 1,7 Prozent davon werden rein batterieelektrisch (BEV) angetrieben. 98,3 Prozent hingegen haben einen Verbrennungsmotor. BEV spielen nur in den wirtschaftlich starken Staaten Nord- und Mitteleuropas überhaupt eine Rolle mit mehr als 2 Prozent Anteil am Pkw-Bestand. Nicht nur, dass in Süd- und Osteuropa kaum rein batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge anzutreffen sind, es ist auch nahezu keine Ladeinfrastruktur vorhanden. Rund zwei Drittel der in der EU öffentlich zugänglichen Ladesäulen befinden sich in den Niederlanden, Frankreich und Deutschland. Diese drei Länder machen aber nur ca. 23 Prozent der Fläche der EU aus. Die Spaltung Europas in Sachen Elektromobilität droht damit, zukünftig noch größer zu werden! Denn gerade in den vielen Staaten Süd- und Osteuropas, die oft wirtschaftlich schwächer als die wenigen vergleichsweise wohlhabenden Staaten in Nord- und Mitteleuropa aufgestellt sind, scheint fraglich, ob sich die Menschen ein E-Auto mit privater Lademöglichkeit leisten bzw. die dortigen Staaten aufgrund der sehr hohen Systemkosten die Investitionen für ein öffentlich zugängliches Ladenetz werden stemmen können.



- In nur 11 von 27 EU-Mitgliedsstaaten liegt der Anteil von rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV) im Bestand höher als 0,5 Prozent. Nur die wohlhabenden Länder Niederlande, Schweden und Dänemark schaffen den Sprung über die Ein-Prozent-Marke.
- Gerade in den wirtschaftlich schwächeren Staaten Süd- und Osteuropas tendiert der Anteil der BEV gegen Null. Darunter fallen auch bevölkerungsreiche Länder wie Spanien, Italien und Polen.
- Es ist fraglich, ob sich die einkommensschwache Bevölkerung in den Ländern Süd- und Osteuropas mit niedrigem BIP/Kopf den teuren Umstieg auf E-Autos leisten kann.
- Die für die E-Mobilität notwendige Ladeinfrastruktur ist nur in wenigen wohlhabenden Ländern der Europäischen Union in ausreichender Zahl und Dichte vorhanden, um auch nur den bestehenden BEV-Fuhrpark zu versorgen. So sind rund 70 Prozent der öffentlich zugänglichen Ladesäulen innerhalb der EU in den Niederlanden, Frankreich und Deutschland zu finden.
- Gerade in großen Flächenstaaten Süd- und Osteuropas ist nahezu keine Ladeinfrastruktur vorhanden. Der Aufbau eines Netzes an öffentlich zugänglichen Ladesäulen würde viele Milliarden Euro kosten und diese Länder wirtschaftlich überfordern.

E-Fuels als die Lösung, um die Spaltung Europas beim Autofahren zu verhindern:

- Mit CO₂-neutralen E-Fuels könnten die knapp 248 Mio. Pkw mit Verbrennungsmotor in der gesamten Europäischen Union ohne technische Anpassungen oder Umrüstungen CO₂-neutral angetrieben werden.
- Die auf EU-Ebene geführten Diskussionen über mögliche pauschale „Verbrenner-Verbote“ sind nicht zielführend, denn es ist nicht der Verbrennungsmotor, der darüber entscheidet, ob ein Fahrzeug CO₂-neutral unterwegs ist oder nicht, sondern der verwendete Kraftstoff. Mit E-Fuels könnten alle Verbrenner CO₂-neutral betrieben werden.
- Mit E-Fuels könnten auch die Autofahrer in den wirtschaftlich schwächeren Staaten der EU die Möglichkeit zur bezahlbaren individuellen Automobilität behalten und dabei einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Gleichzeitig würde die öffentliche Hand der Länder entlastet, denn der Aufbau einer teuren Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität wäre damit unnötig.

Redaktionsstand März 2025

UNITI informiert

Schwerlastverkehr in der EU: keine Versorgungssicherheit ohne CO₂-neutrale Kraftstoffe

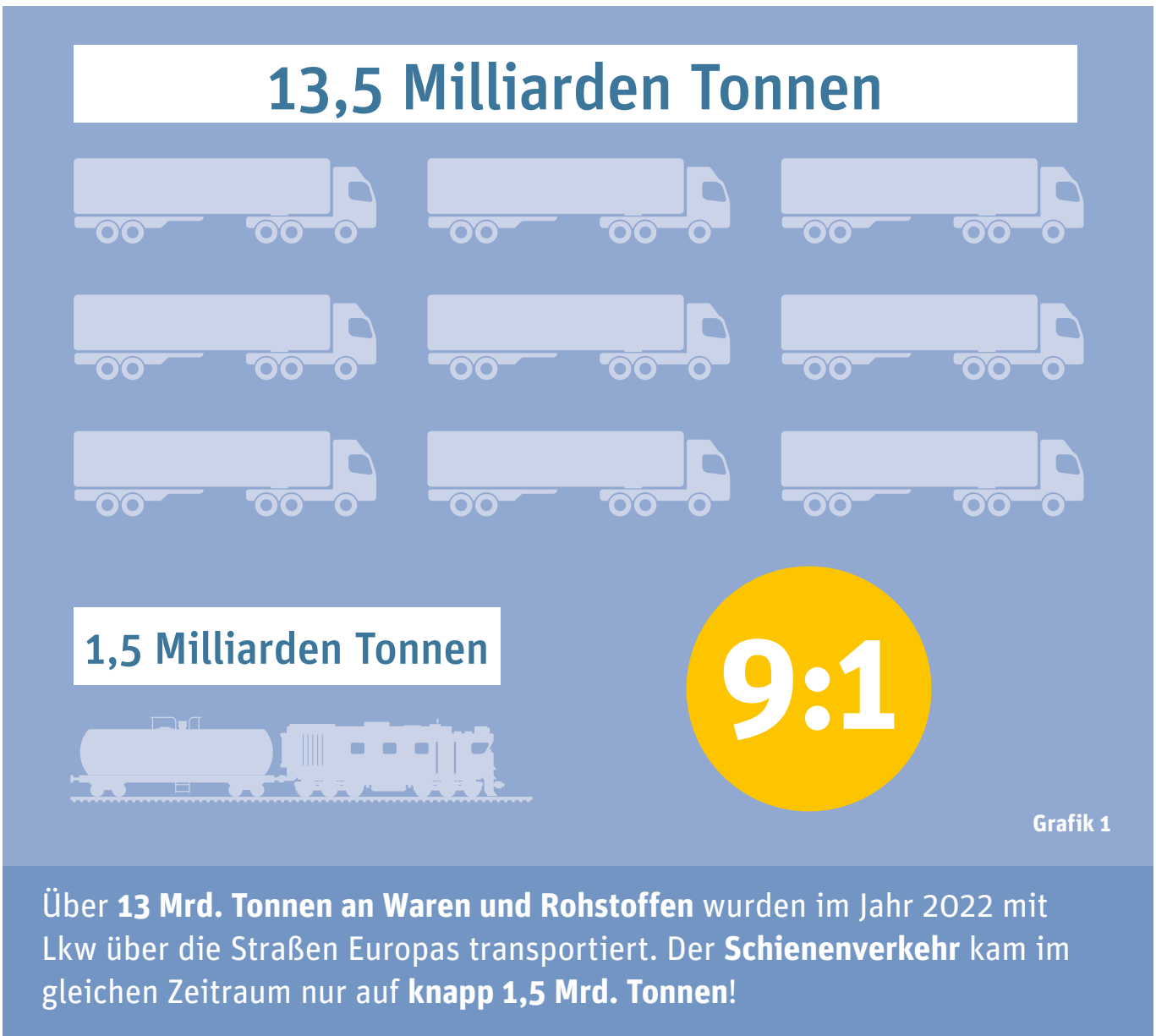


Der Lkw mit Verbrennungsmotor ist das Rückgrat der Versorgungssicherheit in Europa

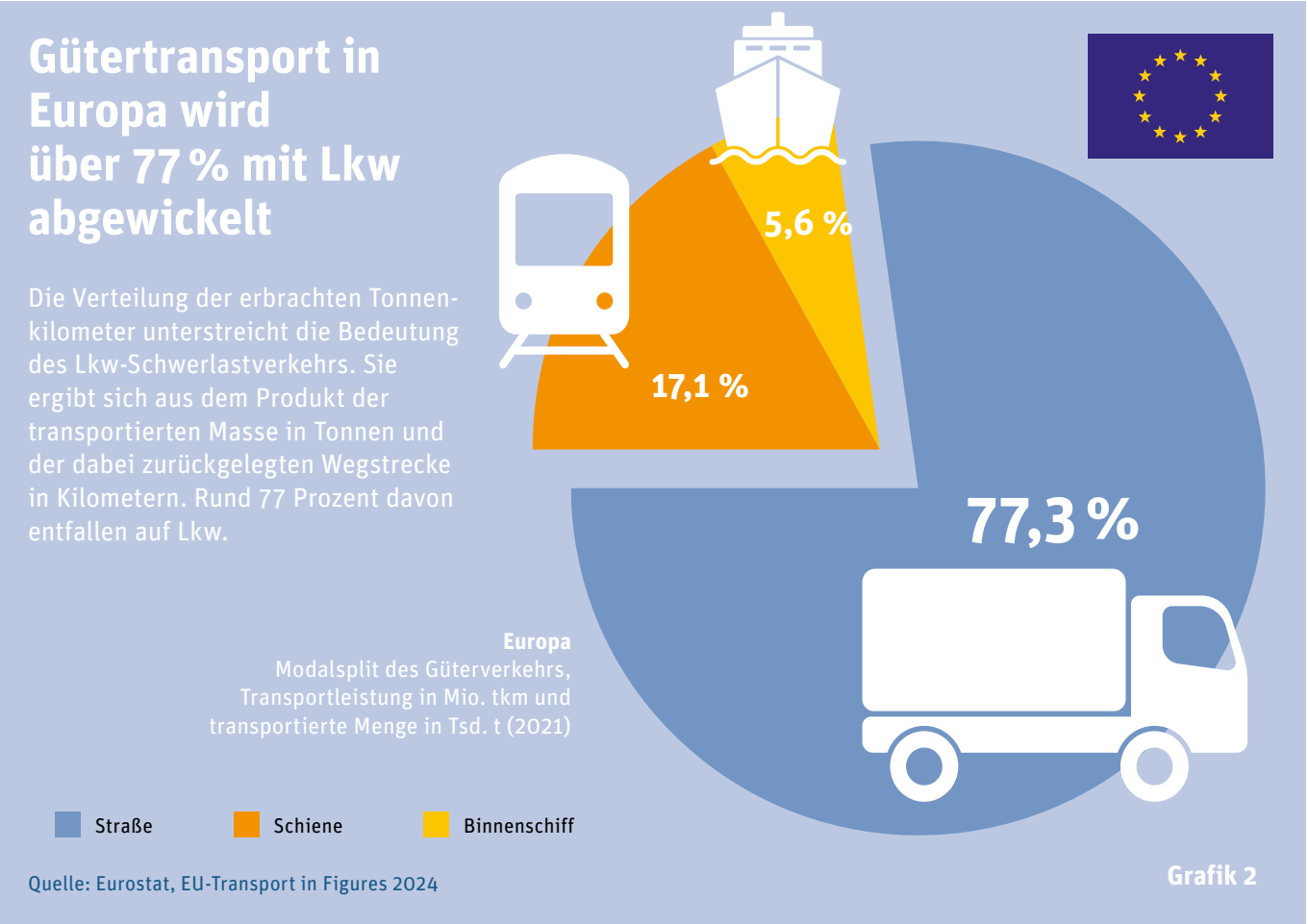
Der **Lkw-Güterverkehr** im Nah- und Fernbereich spielt eine zentrale Rolle in unserer eng vernetzten Wirtschaft und ist **für das Funktionieren zahlreicher Branchen unverzichtbar**. Lastkraftwagen können kosteneffizient eine Vielzahl von Gütern transportieren, darunter Lebensmittel, Baumaterialien, Maschinen und vieles mehr. Sie nutzen ein engmaschiges Straßennetz, das **5,5 Millionen Kilometer in Europa umfasst**. Dadurch sind sie das Rückgrat der Versorgung von Unternehmen und Endverbrauchern mit Waren und Gütern.

Gerade der **Lkw-Schwerlastverkehr ab 3,5 Tonnen** ermöglicht den kostengünstigen und flexiblen Transport von Waren und Gütern über große Distanzen und trägt somit zur reibungslosen Vernetzung von Produktionsstätten mit dem Handel bis hin zu den Endverbrauchern in ganz Europa bei.

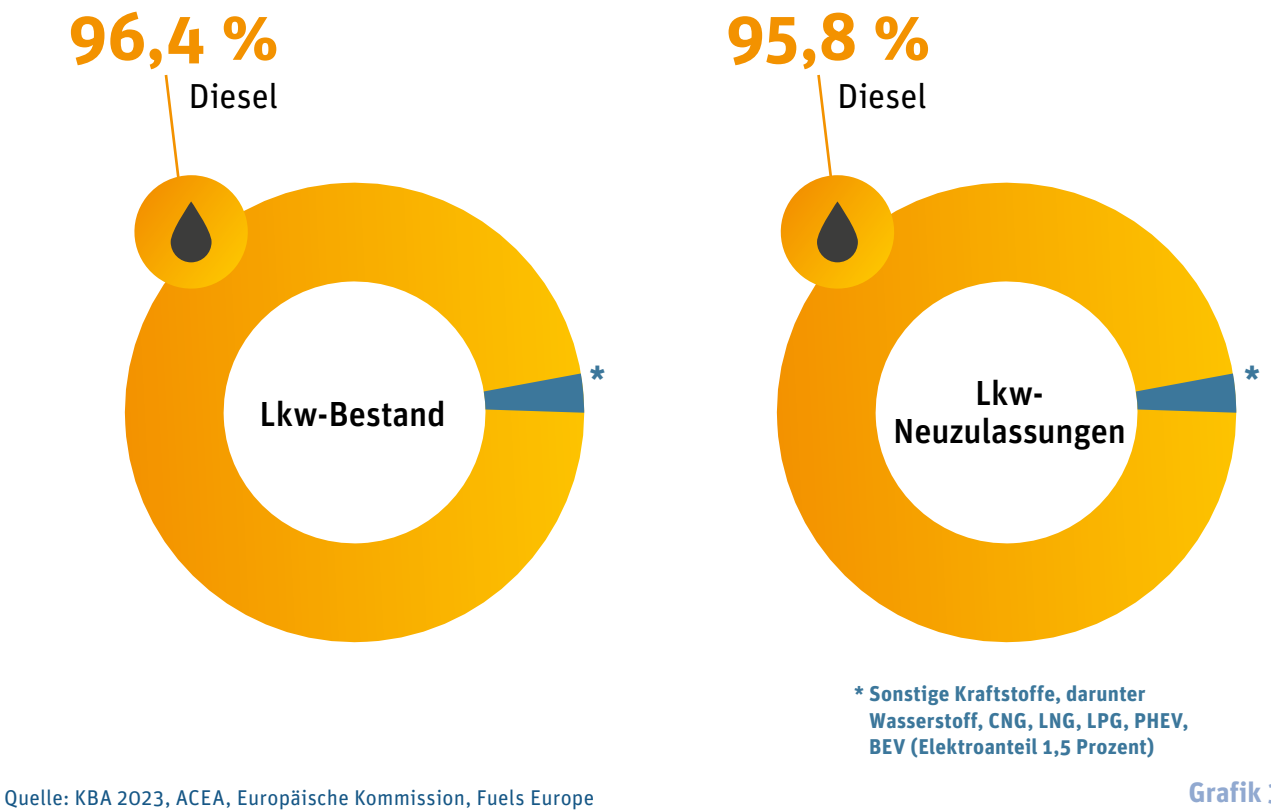
Die Leistungsfähigkeit und Bedeutsamkeit schwerer Lkw wird sowohl durch deren Anteile bei den **Warenmengen** (Transportgewicht in Tonnen, siehe Grafik 1) als auch bei der **Transportleistung** (Transportgewicht x Strecke in Tonnenkilometer, siehe Grafiken 2 und 4) durch die folgenden Grafiken verdeutlicht. Grafik 3 zeigt, dass diese Leistungsfähigkeit maßgeblich von der Nutzung von flüssigen Kraftstoffen (Diesel) abhängt.



Quelle: eurostat



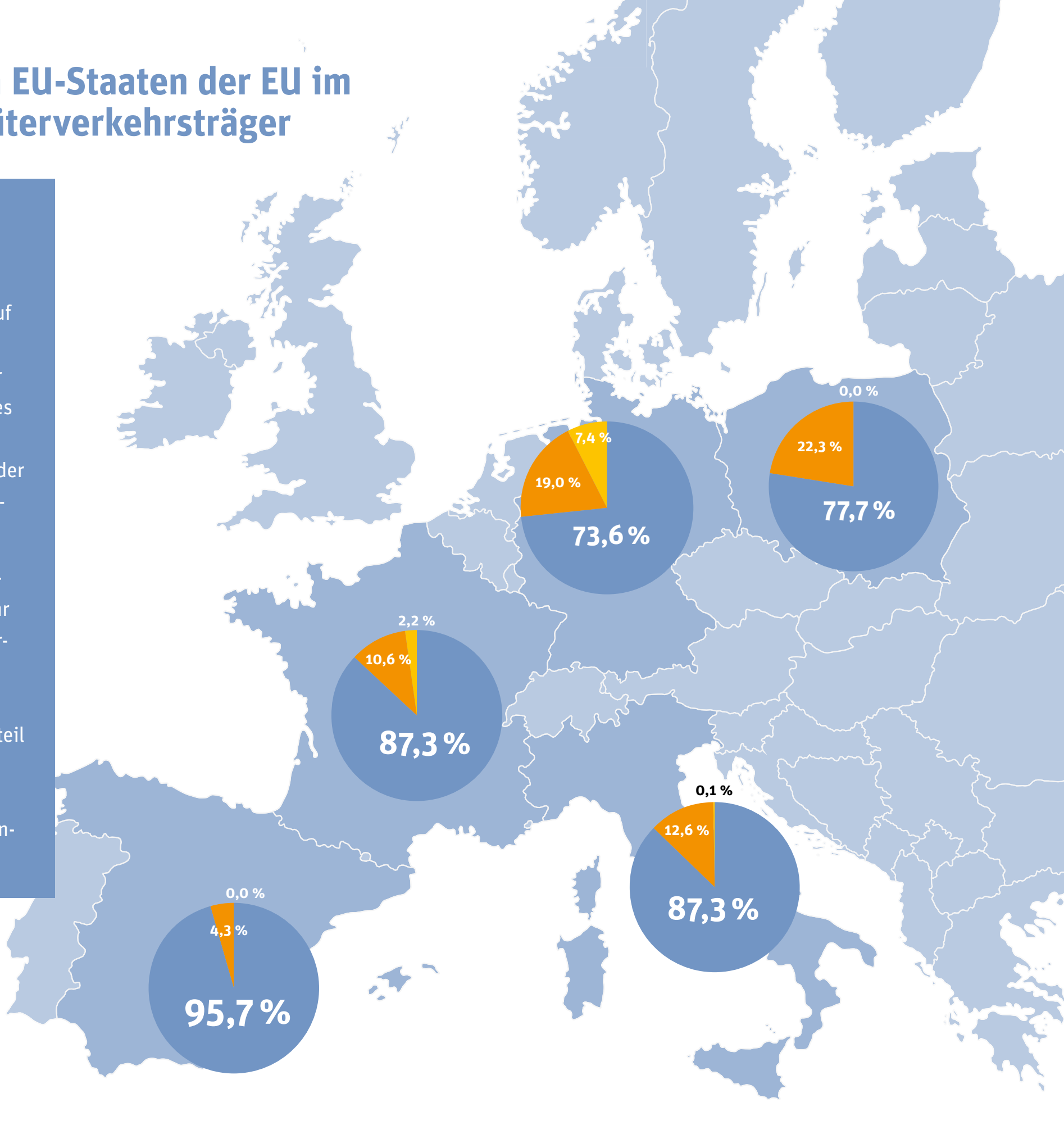
Lkw in Europa werden nahezu ausschließlich mit flüssigen Kraftstoffen angetrieben:



Die fünf größten EU-Staaten der EU im Vergleich der Güterverkehrsträger

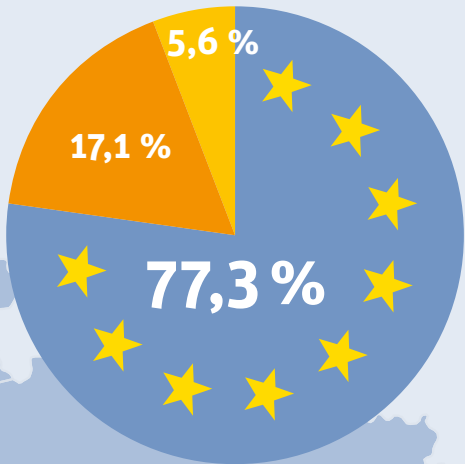
Ein Blick auf **Europa** zeigt, wie stark in den Mitglieds-ländern die Wirtschaft bis hin zum Endverbraucher auf einen funktionierenden Straßen-Schwerlastverkehr angewiesen ist, z. B. weil es aufgrund geografischer Gegebenheiten und fehlender Infrastrukturen keine Alternativen gibt.

Über 77 Prozent des Güter- transports in der EU im Jahr 2022 erfolgte über den Ver- kehrsträger Straße. Das entspricht **1,9 Billionen Tonnenkilometern**. Der Anteil der Bahn am EU-weiten Güterverkehr lag 2022 bei **17 %**. Der Anteil der Binnen- schifffahrt betrug **6 %**.

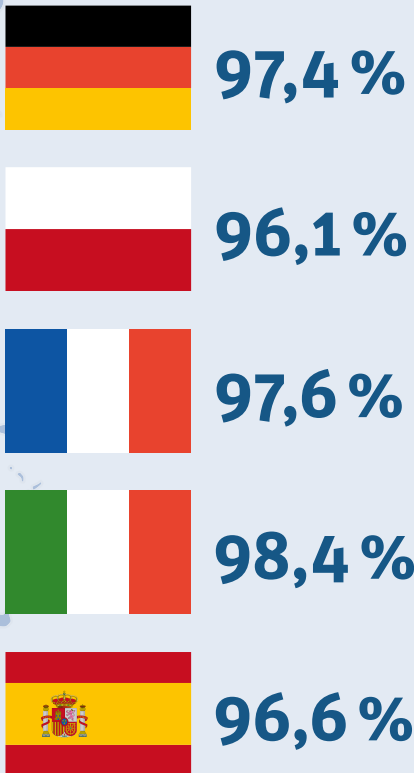


EU-Durchschnitt der Güterverkehrsträger

Straße, Schiene, Binnenschiff



Anteil von Diesel-Lkw im Lkw-Bestand



Straße



Schiene



Binnenschiff

Grafik 4

Effizienz trifft Kapazität und Vielseitigkeit

Schwerlast-Lkw ermöglichen europaweit den direkten sowie flexiblen und damit kostengünstigen Transport von Gütern an nahezu jeden Ort, seien es städtische Ballungsräume oder ländliche Regionen. Sie bieten eine hohe Flexibilität in der Routenwahl und können auf kurzfristig geänderte Anforderungen reagieren, was insbesondere bei zeitkritischen Lieferungen von großer Bedeutung ist.


Alternativen für verbrennerangetriebene schwere Nutzfahrzeuge zu teuer

Eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Alternative, die den Diesel-Lkw in Europa ersetzen kann, gibt es derzeit nicht. Die vollständige Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs per Batterie gilt als ausgeschlossen. Ungelöst sind etwa Fragen der Energie- und Leistungsdichte des Batterie-Antriebs und der Herkunft des Grünstroms (vgl. nächste Seite). Um die Reichweite eines Diesel-Lkw auch nur ansatzweise zu erreichen, müsste das Fahrzeuggewicht eines E-Lkw aufgrund der Batteriegröße deutlich ansteigen. Dieses erhöhte Fahrzeuggewicht würde Straßen und Brücken zusätzlich belasten. Derzeit verringern die Batteriegrößen bereits die Nutzlastkapazität, was die Nutzungskosten erhöht. Eine flächendeckende (Schnell-)Ladeinfrastruktur für Elektro-Lkw fehlt noch. Es gibt weder genug öffentliche Stellplätze, noch Ladepunkte und die dafür benötigte Netzinfrastuktur, noch die erforderliche EE-Strommenge, um Elektro-Lkw wirtschaftlich betreiben zu können.

Erneuerbare Kraftstoffe als Lösungsoption

Diesel-Lkw stellen in der Bestandsflotte und absehbar für viele weitere Jahre bei den Neuzulassungen den Hauptanteil. Mit der Verwendung von erneuerbaren biogenen (HVO 100) sowie strombasierten synthetischen Flüssigkraftstoffen (E-Diesel) ist ein klimaschonende Nutzung der kosteneffizienten und technologisch ausgereiften Diesel-Lkw-Technologie möglich.

Vorteile des Diesel-Lkw gegenüber batteriebetriebenen Elektro-Lkw und Lkw mit Brennstoffzellen-Lkw:

	Anschaffungskosten	Reichweite	Lade-und Tankinfrastruktur in Europa	Tank-/ Lade-geschwindigkeit
 Diesel	110.000 €	1.000 km	103.033 Tankstellen	5–10 Min.
 Elektro	Ab 300.000 €	300-500 km	Lkw-Ladepunkte kaum vorhanden	mind. 90 Min. bei 350 kw/h
 Wasserstoff	250.000 € – 650.000 € (350 bar)	400 km	135 H ₂ -Tankstellen	10–20 Min.

Vergleichsdaten: Mercedes Actros (Diesel); Mercedes eActros 600 (Elektro), Hyundai Xcient Fuel Cell bzw. Mercedes GenH2 Truck (H₂)

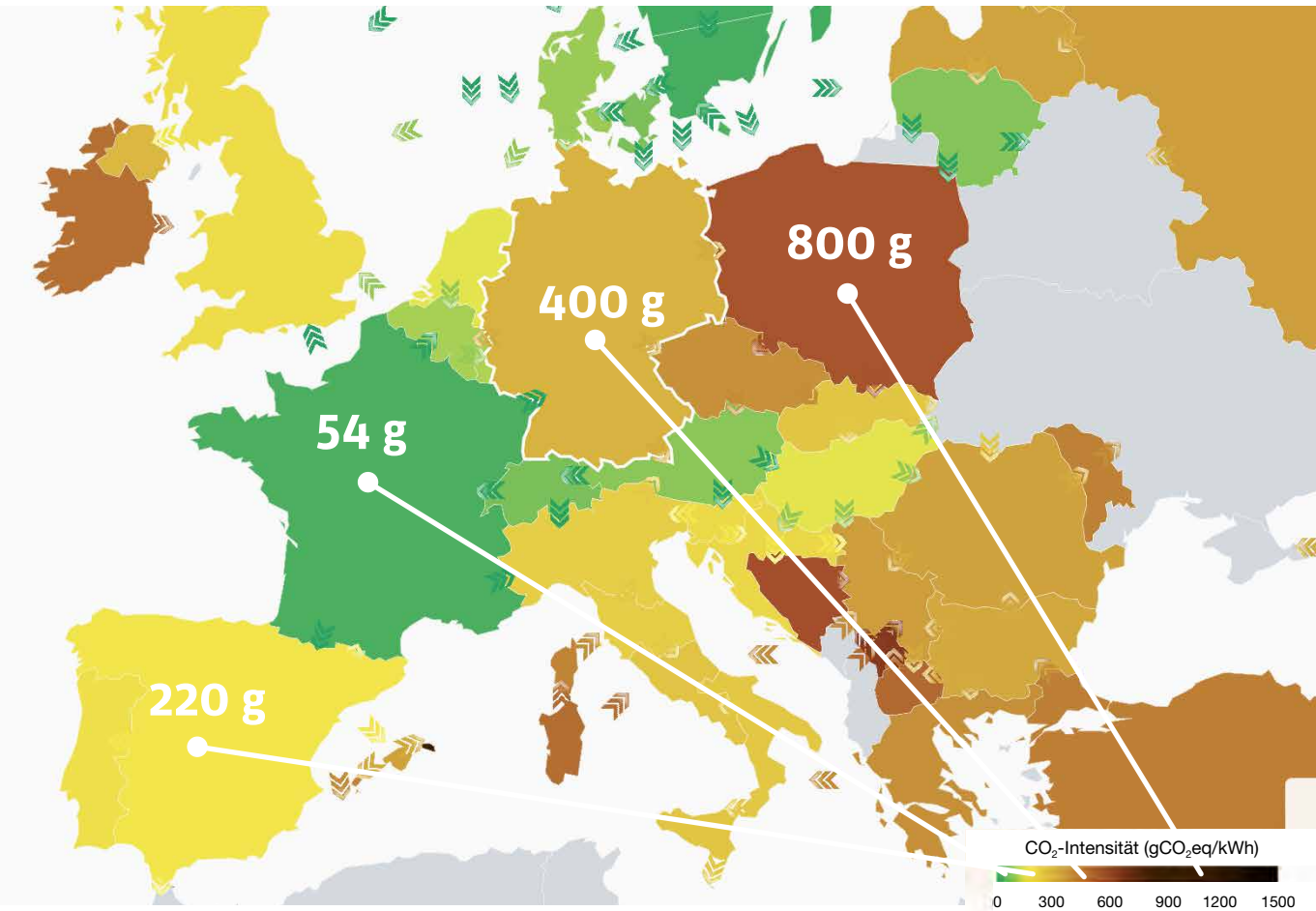
Der Verbrenner-Lkw ist in der Anschaffung günstiger, leistungsfähiger (Nutzlast) und die notwendige Infrastruktur ist bereits vorhanden sowie auch für den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe geeignet.

Europäischer Strommix sorgt für schlechte Klimabilanz von E-Lkw

Die Verfügbarkeit von Strom ausschließlich aus erneuerbaren Energien wie Sonne und Wind ist in den EU-Mitgliedsstaaten stark begrenzt, wodurch batteriebasierte E-Lkw weitgehend mit Strom aus fossilen Energiequellen und Kernenergie betrieben werden.

Aktueller Strommix in der EU:

Die spezifische CO₂-Intensität im Stromsektor der EU27 lag im Jahr 2022 bei durchschnittlich 250 g CO₂ je kWh. Deutschland liegt bei knapp 400 g CO₂ je kWh, Polen gar bei 800 g CO₂ je kWh. Mit solchen Werten können E-Lkw keinen Beitrag zum Klimaschutz leisten.



Quelle: ElectricityMap, Jahresdurchschnitt 2022 CO₂ je kWh

100 % EE-Strom in Deutschland und Europa kaum umsetzbar

Elektrizität macht heute weniger als ein Viertel am Endenergieverbrauch in der Europäischen Union aus. Moleküle sind dagegen weiterhin die wichtigsten Energieträger. Flüssige Energieträger (herkömmliche und erneuerbare) sind dabei entscheidend und decken mit einem Anteil von 46,6 % fast die Hälfte des Endenergieverbrauchs ab. Sie bilden damit das Energie-Rückgrat der europäischen Wirtschaft und sind Garanten für bezahlbare Mobilität und Logistik.

Eine ganzjährige zu jeder Tages- und Nachtzeit für den Verkehr nutzbare (zusätzliche) EE-Strommenge ist derzeit nicht absehbar, da die dafür notwendigen infrastrukturellen Grundlagen wie Netze, Speicher und wasserstoffbasierte Gaskraftwerke fehlen und die Strombedarfsmenge des hochentwickelten deutschen Industriestandortes nicht gefährdet werden darf. Der EE-Ausbau an sich wird durch Flächenkonflikte und teils mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung gehemmt. Die Kosten eines vollständig elektrifizierten Schwerlastverkehrs sind derzeit noch völlig unklar.

Fazit: Diesel-Lkw könnten Dank erneuerbarer Kraftstoffe auch in Zukunft zum Einsatz kommen und eine CO₂-neutrale Versorgung sicherstellen.

Schwerlast-Lkw sind essenziell für die Güter-Versorgungssicherheit, da sie eine einzigartige Kombination von Flexibilität, (Kosten-)Effizienz und Vielseitigkeit bieten. Die Kombination verschiedener Transportmittel kann zwar die Effizienz des Gütertransports steigern, aber der Schwerlastverkehr bleibt für eine reibungslose und zuverlässige Versorgung dennoch unverzichtbar. Einen Beitrag zum Klimaschutz können Diesel-Lkw mit der Nutzung von biogenen (z.B. HVO100) oder grünstrombasierten Flüssigkraftstoffen (E-Fuels) leisten. Eine ausschließlich Ladestrom-basierte Elektrifizierung des Schwerlast-Lkw wird die Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Europas gefährden.

Politische Forderung von UNITI:

Um die EU-Mitgliedsstaaten sowie die Güterverkehrsunternehmen wirtschaftlich nicht zu überfordern und den reibungslosen Warentransport zu gefährden, sollte die EU die EU-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge wie Lkw aber auch für Busse schnellstmöglich reformieren und mit einem technologieoffenen und marktwirtschaftlichen Ansatz versehen. Dieser Ansatz sollte die regulative Anrechenbarkeit des CO₂-Minderungsbeitrag von E-Fuels und anderen regenerativen Kraftstoffen auf die CO₂-Flottengrenzwerte per Crediting System* beinhalten.

*<https://www.renewable-fuels-for-trucks.eu/de/>

Redaktionsstand: Februar 2025

UNITI informiert

Schwere Nutzfahrzeuge in der EU – kaum alternative Lade- und Tankinfrastruktur vorhanden

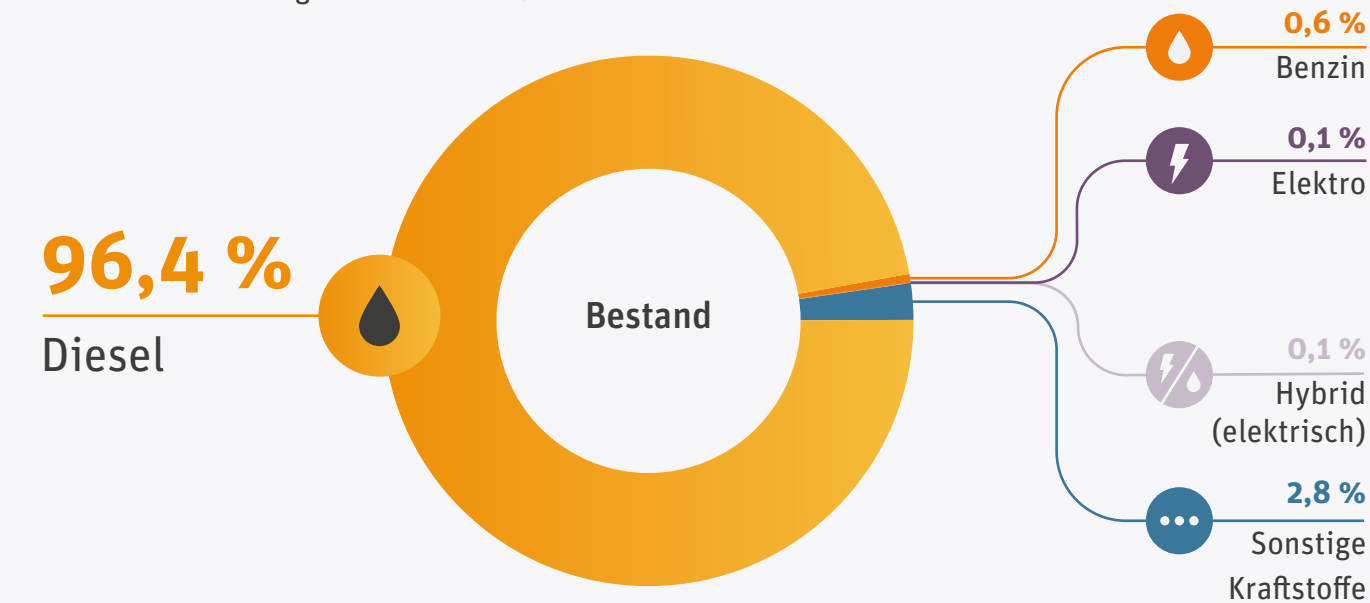


Schwerlastverkehr in der EU – Diesel dominiert weiterhin



Nur 0,2 % der Lkw sind strombetrieben

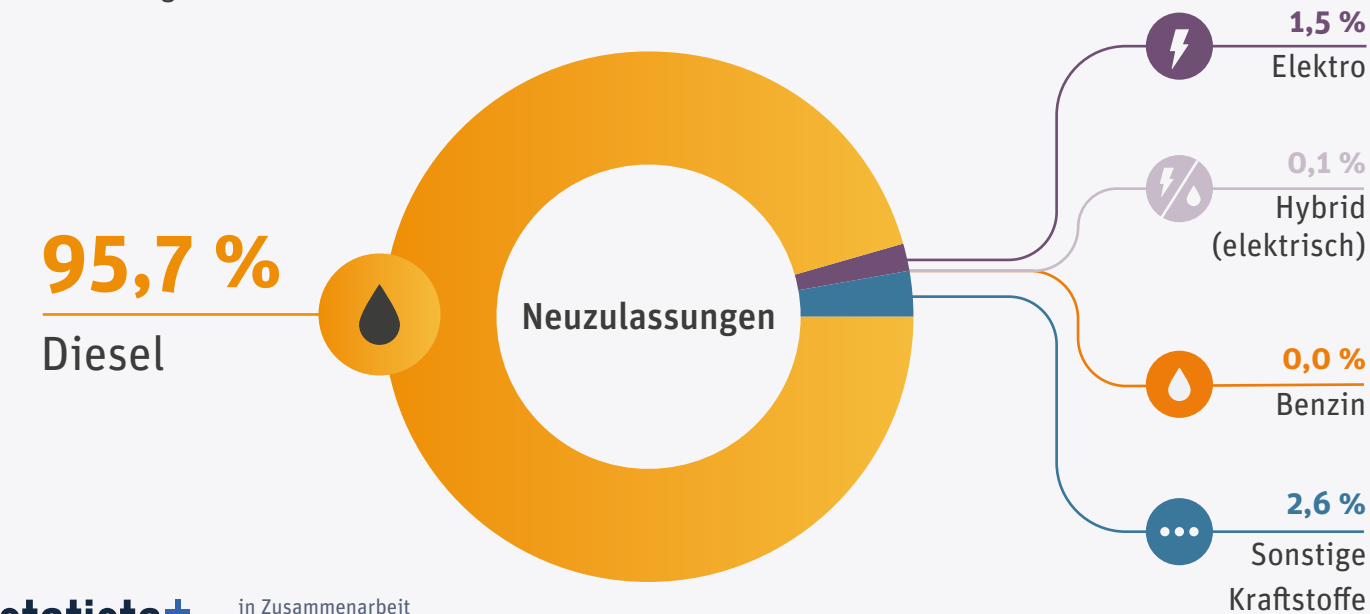
Anteil der Kraftstoffe am Bestand der mittelschweren und schweren Nutzfahrzeuge in der EU 2023



Abweichungen von 100 % gesamt sind rundungsbedingt.

Auch bei den Neuzulassungen dominiert Diesel ganz klar

Anteil der Kraftstoffe an den Neuzulassungen der mittelschweren und schweren Nutzfahrzeuge in der EU 2023



Abweichungen von 100 % gesamt sind rundungsbedingt.

Aktuell sind öffentliche Ladepunkte für Lkw kaum vorhanden

Anzahl Tank- und Ladepunkte in der EU

	<div> Tankstellen</div> 2023	<div> Wasserstoff-tankstellen¹</div> 2024	<div> Lkw-Ladepunkte (800 kW)²</div>
Belgien	<div> 3.091</div>	<div> H2 12</div>	<div> /</div>
Bulgarien	<div> 3.467</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Dänemark	<div> 2.067</div>	<div> H2 4</div>	<div> /</div>
Deutschland	<div> 14.048</div>	<div> H2 113</div>	<div> /</div>
Estland	<div> 529</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Finnland	<div> 1.943</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Frankreich	<div> 10.920</div>	<div> H2 62</div>	<div> /</div>
Griechenland	<div> 5.889</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Irland	<div> 1.850</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Italien	<div> 21.750</div>	<div> H2 3</div>	<div> /</div>
Kroatien	<div> 925</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Lettland	<div> 600</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Litauen	<div> 765³</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Luxemburg	<div> 238³</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Niederlande	<div> 4.131</div>	<div> H2 49</div>	<div> /</div>
Österreich	<div> 2.751</div>	<div> H2 4</div>	<div> /</div>
Polen	<div> 7.915</div>	<div> H2 6</div>	<div> /</div>
Portugal	<div> 3.274</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Rumänien	<div> 2.292⁴</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Schweden	<div> 2.641</div>	<div> H2 6</div>	<div> /</div>
Slowakei	<div> 965</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Slowenien	<div> 506</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>
Spanien	<div> 12.346</div>	<div> H2 5</div>	<div> /</div>
Ungarn	<div> 2.035</div>	<div> H2 0</div>	<div> /</div>

¹ 350 + 700 bar

² Es gibt etwa 160 öffentliche Ladepunkte in EU-27 plus Schweiz, Norwegen und UK. Zur Ladestruktur in den einzelnen Ländern liegen nahezu keine Daten vor.

³ 2022

⁴ 2021

Fazit:

- **77 Prozent** des Warenverkehrs in der EU im Jahr 2021 erfolgte auf der Straße. Das entspricht 1,9 Billionen Tonnenkilometern. Der Anteil der Bahn am EU-weiten Güterverkehr lag 2021 bei **17 %**. Der Anteil der Binnenschifffahrt betrug **6 %**. Der Transport auf der Straße nahm weiter zu: Wurden 2011 rund **74 %** des Güterverkehrs auf der Straße abgewickelt, waren es 2021 rund **77 %**. Der **Güterverkehr auf der Straße per Lkw ist damit unverzichtbar** und ein Garant für wirtschaftliche Prosperität und Wohlstand in Europa.
- Der Straßengüterverkehr wird **europaweit von einem dichten, öffentlichen Tankinfrastrukturnetz** sicher und zuverlässig versorgt.
- Der Aufbau alternativer Tank- bzw. Ladeinfrastrukturen für Wasserstoff und Ladestrom befindet sich derzeit allenfalls in einem sehr frühen Stadium des Aufbaus. Eine öffentliche **Lkw-Megawatt-Ladeinfrastruktur in der EU ist statistisch noch nicht erfassbar**.
- Um einen reibungslosen Warenverkehr und damit das sichere Funktionieren des Binnenmarkts auch zukünftig garantieren zu können, ist es u. a. klimapolitisch geboten, heutige fossilbasierte **Kraftstoffe durch regenerative Kraftstoffe wie HVO und perspektivisch E-Diesel zu ersetzen**. Dafür bedarf es weder einer Anpassung der vorhandenen EU-weiten Tankinfrastrukturen noch der Fahrzeuge.
- Die definierten Aufbauziele in der 2023 überarbeiteten **AFIR** (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) für das Straßenkernnetz in den EU-Mitgliedsländern **genügen laut Experten nicht**, um ein ausreichend dichtes öffentliches Tank- bzw. Ladenetz für Wasserstoff und Ladestrom im Straßengüterverkehr europaweit zu garantieren. Zudem ist ein Aufbau in dem dafür vorgesehenen sehr kurzen Zeitraum (bis 2030) fraglich.
- **Der Aufbau einer völlig neuen Infrastruktur ist kostenintensiv und technisch herausfordernd**, beispielsweise die Bereitstellung einer H₂- bzw. Ladestrominfrastruktur inkl. Netzaufbau und -ertüchtigung sowie die Herstellung sämtlicher benötigter Komponenten. All diese Maßnahmen verursachen weitere CO₂-Emissionen. Zudem muss die benötigte grüne Strom-/Wasserstoffmenge zur Verfügung gestellt werden können, was derzeit nicht absehbar ist.

UNITI informiert
Warum nur mit E-Fuels
der weltweite Straßenverkehr
CO₂-neutral gestaltet werden
kann

Politische Forderung:

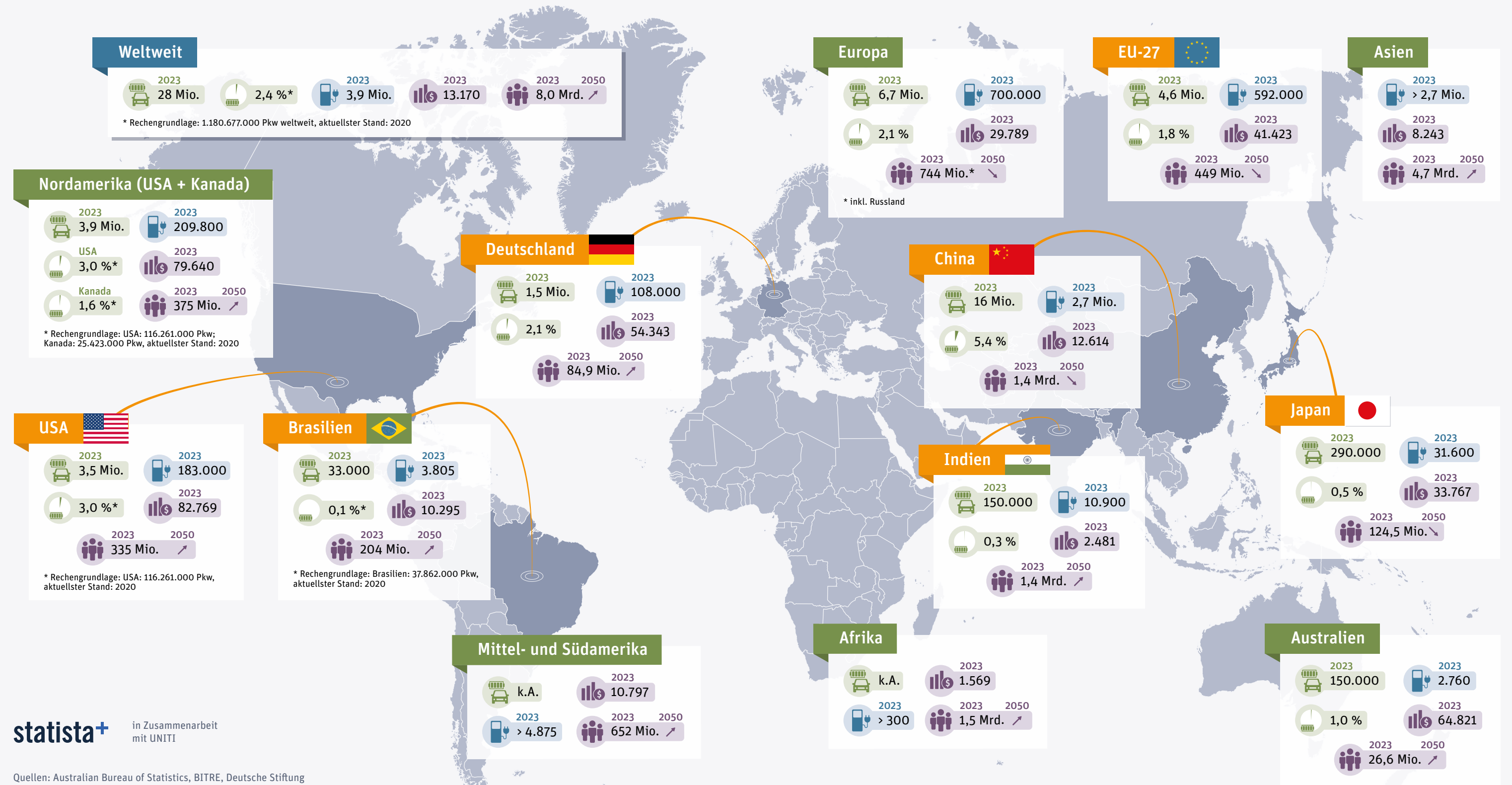
Um die EU-Mitgliedsstaaten sowie die Logistikunternehmen wirtschaftlich nicht zu überfordern oder den reibungslosen Warentransport zu gefährden, sollte die EU verschiedene Antriebstechnologien im Schwerlastverkehr regulativ ermöglichen. Dazu gehört, den CO₂-Minderungsbeitrag von E-Fuels und anderen regenerativen Kraftstoffen innerhalb der **EU-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge wie Lkw aber auch für Busse anzuerkennen**.



E-Mobilität weltweit

E-Mobilität spielt global betrachtet weiterhin kaum eine Rolle

Nur 2,4 Prozent der Pkw weltweit sind reine Elektrofahrzeuge (BEV), 97,6 Prozent verfügen dagegen über einen Verbrennungsmotor. Selbst in wirtschaftlich entwickelten Ländern hat die E-Mobilität nur eine geringe Bedeutung. So liegt der Anteil reiner Elektro-Pkw in der EU bei 1,8 Prozent, in den USA bei 3,0 Prozent und in China bei 5,4 Prozent. In vielen sich entwickelnden, aber bevölkerungsreichen Regionen der Welt, wie Südamerika, Afrika und weiten Teilen Asiens, spielt die E-Mobilität gar keine Rolle.



Die Reduktion der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr erfordert Lösungen, die überall auf der Welt funktionieren

- Die Elektromobilität zeigt sich in den Fahrzeugbeständen weiterhin nur in Teilen Nordamerikas und Europas sowie in wenigen Ländern Asiens. Und selbst dort liegen die Anteile der BEV oft nur im Promillebereich.
- In vielen sich entwickelnden, bevölkerungsreichen Regionen der Welt, wie Südamerika, Afrika und weiten Teilen Asiens, spielt die E-Mobilität bislang gar keine Rolle. Das Fehlen auch nur von Ansätzen einer Ladeinfrastruktur sowie von grünem Ladestrom schließt aus, dass sich das absehbar ändert.
- Flüssige Kraftstoffe dagegen sind bereits heute in allen Regionen der Welt kostengünstig verfügbar und verbraucherfreundlich nutzbar.
 - Angesichts dessen sollte es also vor allem darum gehen, Verbrennungsmotoren rasch CO₂-neutral zu machen.
 - Der Klimawandel ist eine globale Herausforderung, für die es einer globalen Lösung bedarf, die überall auf der Welt funktioniert. E-Fuels bieten genau das. Sie ermöglichen es, die rund 1,3 Mrd. Kraftfahrzeuge in sämtlichen Gegenden der Welt CO₂-neutral anzutreiben. Nur so können wirklich alle Länder und Regionen in die Anstrengungen um die Einsparung von CO₂-Emissionen einbezogen werden.
 - Die Bundesregierung sollte die Defossilisierung des Straßenverkehrs technologieoffener als bislang angehen und das Erreichen der Klimaziele als globale Herausforderung verstehen, die man nur mit einer global wirkenden Lösung erfolgreich meistern kann. Deutschland sollte sich auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene für einen raschen Markthochlauf der E-Fuels einzusetzen.

Studienübersicht



Redaktionsstand: März 2025

Die Studien sind abrufbar unter:
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 ca. 8.650 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 95 Prozent des Gesamtmarktes für flüssige und feste Brennstoffe ab. Ebenso zählen mit einem Marktanteil von über 95 Prozent die meisten 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.