



Was treibt uns in Zukunft an?

Antriebe und alternative Kraftstoffe

**VCD-Faktencheck:
Antriebe und alternative Kraftstoffe**

Was treibt uns in Zukunft an?

VCD-Faktencheck: Antriebe und alternative Kraftstoffe

Wir schreiben das Jahr 2020. In vielen Ländern ist bereits der Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor beschlossen oder werden Endtermine diskutiert. Aber was für ein Auto fahren wir in Zukunft, 2030 oder 2040, wenn wir wirklich noch ein eigenes Auto brauchen - und was treibt es an? Sind es Elektroautos und Plug-In-Hybride, die Brennstoffzelle, Erdgas oder Biosprit und E-Fuels? In unserem Faktencheck prüfen wir Umweltbilanz, Kosten, Modellvielfalt und Infrastruktur der wichtigsten Antriebe und Kraftstoffe.

Denn eins ist klar: Wir haben nicht mehr viel Zeit und wir müssen bald aus Benzin und Diesel aussteigen. Eine Energiewende im Verkehr ist dringend notwendig, um die schädlichen CO₂-Emissionen vor allem des Autoverkehrs zu reduzieren. Fahrzeuge können in absehbarer Zukunft nicht mehr mit fossilen Kraftstoffen auf Basis von Mineralöl und Erdgas angetrieben werden. An ihre Stelle müssen klimaneutrale Energieträger treten. Neben dem Elektroantrieb werden neuerdings auch der Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzelle sowie synthetische Kraftstoffe - auch E-Fuels genannt – viel diskutiert.

Allerdings herrscht Unsicherheit, welcher Antrieb der Geeignetesten ist und tatsächlich zum Klimaschutz beiträgt. Medienberichte zeichnen kein einheitliches Bild. Mal wird der eine Antrieb als die Lösung gepriesen, mal der andere. Diverse Studien liefern widersprüchliche Aussagen und erhöhen damit die Verwirrung noch. Es scheint, als habe jeder Antrieb seine eigene Lobby, die versucht, die jeweiligen Vorteile hervorzuheben und für sich zu verkaufen. Die Fakten werden dabei nicht immer so genau genommen.

Entscheidend bei der Bewertung der Antriebe sind diese Faktoren: Klima- und Umweltnutzen über den gesamten Lebensweg, technologische Reife, Infrastruktur, Menge und Verfügbarkeit der Antriebsenergie sowie Kosten für Verbraucher*innen und Gesellschaft. Im Folgenden möchte

der VCD eine schnelle Orientierung bieten und die einzelnen Antriebsvarianten aus Klimaschutz- und Verbraucherperspektive einordnen und bewerten.

Batterieantrieb

Elektroautos kommen nun auch in Deutschland in Fahrt. Hatten im letzten Jahr weniger als zwei Prozent aller Neuwagen einen reinen Batterieantrieb, kommen sie inzwischen auf einen Anteil von acht Prozent¹. Andere Länder in Europa sind schon weiter. Spitzenreiter ist Norwegen. Dort ist bereits über die Hälfte aller Neuwagen ein Stromer².

¹ https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Monatliche-Neuzulassungen/fz_n_MonatlicheNeuzulassungen_archiv/2020/202010_Gl-monatlich/202010_nzbarometer/202010_n_barometer.html?nn=2592390
² <https://businessportal-norwegen.com/2020/10/02/rekordverkaeufe-von-elektroautos-in-norwegen-im-september/>

Vollelektrische Fahrzeuge besitzen ausschließlich einen Elektromotor, der durch eine extern aufladbare Batterie mit Strom betrieben wird. Elektromotoren haben einen hohen Wirkungsgrad. Das bedeutet: Sie sind zweieinhalb bis dreimal effizienter als Verbrennungsmotoren. Im Fahrtbetrieb stoßen batterieelektrische Fahrzeuge weder CO₂ noch Schadstoffe aus und sind bei niedrigen Geschwindigkeiten leiser als Verbrenner.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Dem emissionsfreien Betrieb stehen Emissionen sowohl bei der Strom- als auch der Batterieproduktion gegenüber. Daher startet das E-Auto zunächst mit einem ökologischen Rucksack - also einer negativen Ökobilanz, weil bei Herstellung, Gebrauch und Entsorgung viele Ressourcen verbraucht werden. Auf ihren gesamten Lebenszyklus betrachtet fahren vollelektrische Autos nach Analyse des Instituts für Energie- und Umweltforschung (ifeu) aber selbst unter Berücksichtigung des durchschnittlichen deutschen Strommixes im Schnitt nach 60.000 Kilometern klimaschonender als vergleichbare Benziner und Diesel. Bei der Nutzung von Ökostrom schon früher³. Kritiker wenden oft ein, dass das Stromnetz zusammenbrechen könne, wenn es massenhaft Elektroautos auf unseren Straßen gäbe. Der Bundesverband der Energie- und Wasserversorger (bdew) gibt Entwarnung: Selbst bei 10 Millionen Elektroautos würde sich der Strombedarf insgesamt um lediglich vier Prozent erhöhen⁴.

Die Batterien der Elektro-Pkw basieren auf seltenen Erden wie Lithium und Kobalt, die bei ihrer Gewinnung viel Wasser verbrauchen und unter teils fragwürdigen Bedingungen abgebaut werden. Viele Studien blenden allerdings den technologischen Fortschritt und Effizienzsteigerungen bei der Batterieproduktion aus. Schon heute setzen Autohersteller zunehmend bei der Produktion von E-Fahrzeugen und Batterien auf den Einsatz erneuerbaren Stroms und wollen beim Rohstoffbezug auf nachhaltige Bedingungen achten. Neue Batterieentwicklungen versprechen zudem neben höheren Energiedichten auch einen verringerten Einsatz von Rohstoffen. Dies macht das Elektroauto perspektivisch nochmals umweltschonender.

3 https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf

4 https://www.bdew.de/media/documents/Themenseite_Aktionstag-Elektromobilitaet-Postkarte-Mythen-02-Stromverbrauch-Dr_A2v0nyV.pdf

Allerdings gilt auch: je höher die Reichweite von Elektroautos und je schwerer das Fahrzeug, desto größer die benötigte Batteriekapazität und der damit einhergehende Energieaufwand und Rohstoffbedarf bei der Produktion.

Kosten

Elektroautos sind derzeit noch teurer als vergleichbare Verbrenner. Der Grund sind die Kosten für die Batterie. Mit der Kaufprämie, die Staat und Hersteller anteilig gewähren, sind Elektroautos aktuell preislich sehr attraktiv. Mit dem Konjunkturpaket der Bundesregierung zur Bewältigung der Corona-Krise wurde der staatliche Förderanteil nochmals verdoppelt. Batterieelektrische Fahrzeuge mit einem Nettolistenpreis bis maximal 40.000 Euro werden nun bis Ende 2021 insgesamt mit 9.000 Euro bezuschusst. Viele Stromer kosten nach Abzug der Förderung weniger als 20.000 Euro, einige Modelle gar nur knapp über 10.000 Euro. Elektroautos sind darüber hinaus ab Datum der Erstzulassung für zehn Jahre von der Kfz-Steuer befreit. Dienstwagenberechtigte profitieren ebenfalls. Sie müssen beim geldwerten Vorteil statt einem Prozent des Listenpreises nur 0,25 Prozent versteuern. Elektroautos sind auch günstiger im Unterhalt als Verbrenner. Sie haben weniger Verschleißteile, damit liegen die Kosten für Reparatur und Wartung niedriger. Und wegen einer defekten Batterie müssen Sie sich auch keine Sorgen machen. Hersteller geben lange Garantien von zum Teil bis zu 160.000 km⁵, und Erfahrungen zeigen, dass locker mehr als 200.000 Kilometer mit einer Batterie drin sind. Auch beim Tanken können Kund*innen sparen. Der Preis für den Ladestrom kann allerdings erheblich variieren. An öffentlichen Ladesäulen liegen die Stromkosten oft höher als beim Haushaltstarif. Hier fallen durch Roaming-Gebühren teilweise hohe zusätzliche Kosten an. Immer mehr Arbeitgeber, aber auch Super- und Verbrauchermärkte, bieten an eigenen Ladesäulen kostenloses Laden an. Wer sich privat eine Ladestation installiert, erhält dafür ab Ende November aus einem Förderprogramm der Bundesregierung pro Ladepunkt 900 Euro⁶.

Modellangebot

Automobilhersteller bringen immer mehr neue Modelle auf den Markt und erhöhen so das Angebot an reinen Elektroautos. Angeboten werden Stromer vor allem im Klein- und Kompaktwagensegment, aber auch in der Luxusklasse. Dem

5 <https://www.carwow.de/ratgeber/elektroauto/elektroauto-akku-haltbarkeit-wie-lange-haelt-mein-e-auto>

6 https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Ladestationen/?wt_cc1=wohnen&wt_cc2=priibestandimmobilie&wt_mc=111139901420_470971355001&wt_kw=b_111139901420_%2Bladinfrastruktur%20%2Bf%C3%B6rderung&wt_cc3=111139901420_kwd-341081153211_470971355001

wachsenden Modellangebot steht aber nach wie vor die Lieferfähigkeit einzelner Modelle entgegen - ein Problem, das schon in den Vorjahren viele potenzielle Käufer*innen verärgert hat. Aufgrund der erhöhten Nachfrage und Produktionsengpässen sind viele Modelle derzeit bis zu einem Jahr nicht lieferbar. Eine Möglichkeit, das lange Warten zu vermeiden, ist den Gebrauchtwagenmarkt für E-Autos in den Blick zu nehmen. Attraktiv sind vor allem junge Gebrauchte ab Neuzulassung November 2019, die ebenfalls in den Genuss der Kaufprämie kommen. Wichtig ist, bei gebrauchten Stromern vor dem Kauf den Zustand der Batterie überprüfen zu lassen.

Infrastruktur und Tanken

Aktuell gibt es laut Ladesäulenregister des bdew mehr als 28.000 öffentliche Ladepunkte in Deutschland. Damit könnten rechnerisch fast eine halbe Million Elektroautos geladen werden⁷. Mit dem Corona-Konjunkturprogramm der Bundesregierung sollen weitere Milliarden in den Ausbau der Ladeinfrastruktur fließen.

Ein wichtiger Punkt ist die Ladedauer. Die Ladezeit beim Elektroauto hängt vor allem vom genutzten Ladepunkt, der Akkukapazität und der Ladetechnik des E-Autos ab. Die meiste Zeit beansprucht der Ladevorgang an einer gewöhnlichen Haushaltssteckdose. Hier dauert einmal vollladen mehrere Stunden. Am schnellsten klappt das Laden des Elektroauto-Akkus an Schnellladesäulen. Meist wird aber keine volle Ladung benötigt. Die Ladedauer für eine Reichweite von 100 Kilometer kann so je nach Fahrzeugmodell und Art der Ladestation zwischen wenigen Minuten und einer Stunde dauern. Ein tägliches Laden ist meist nicht nötig. Denn zwei Drittel der Pkw-Fahrten im täglichen Alltagsverkehr sind kürzer als 10 Kilometer. Bei den Reichweiten aktueller Elektroautos von 100 bis 450 Kilometern reicht das locker, um mit einer Batterieladung mehrere Tage die Alltagsstrecken zu bewältigen.

Unsere Bewertung

Batterieelektrische Fahrzeuge sind absehbar die effizienteste, umwelt- und klimaschonendste Antriebsart. Mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur, dem steigenden Modellangebot sowie sinkenden Preisen werden E-Autos immer alltagstauglicher. Mit der Energiewende wird auch der Strommix immer klimaschonender, gleichzeitig setzen Hersteller bei der Batteriefertigung auf sparsamen Energieeinsatz und möglichst nachhaltige Rohstoffgewinnung.

⁷ <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/zdw-jeder-zehnte-deutsche/>

Plug-In-Hybride

Plug-In-Hybride besitzen einen Verbrennungs- und einen Elektromotor, der über eine extern aufladbare Batterie mit Strom betrieben wird. Darum zählen sie ebenfalls zu den Elektroautos. Der Elektromotor unterstützt den Verbrenner beim Anfahren und bei hohen Lasten und je nach Modell und Batteriegröße kann ein Plug-In-Hybrid bis zu 60 Kilometer rein elektrisch fahren. Das Prinzip ist einfach und theoretisch durchaus geeignet, den Kraftstoffverbrauch und damit die CO₂-Emissionen zu reduzieren: Kurze Strecken fährt der Wagen rein elektrisch, auf längeren kommt der Verbrennungsmotor zum Einsatz und erhöht die Gesamtreichweite.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Die sehr niedrigen Verbrauchs- und CO₂-Werte der Herstellerangaben von teilweise weniger als zwei Litern auf 100 Kilometer werden in der Realität so gut wie nie erreicht. Die Verbräuche liegen fast immer um ein Mehrfaches höher. Der Grund: Plug-In-Hybride werden oftmals deutlich weniger elektrisch gefahren als bei der offiziellen Verbrauchsmessung zugrunde gelegt ist. Eine Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI sowie der gemeinnützigen Forschungsorganisation International Council on Clean Transportation (ICCT) hat Daten zur realen Nutzung von 100.000 Plug-In-Hybriden ausgewertet. Das Ergebnis: im Mittel fallen die realen Kraftstoffverbräuche und CO₂-Emissionen von Plug-in-Hybridfahrzeugen bei privaten Haltern in Deutschland mehr als doppelt so hoch aus wie im offiziellen Testzyklus, während die Werte bei Dienstwagen sogar viermal so hoch sind. Damit ist die Abweichung zwischen offiziellen Angaben und realen Erfahrungswerten bei Plug-in-Hybridfahrzeugen sehr viel größer als bei Fahrzeugen mit konventionellem Verbrennungsmotor⁸. Aufgrund des höheren Fahrzeuggewichts durch den zusätzlichen Antrieb und die größere Batterie kann der Verbrauch eines Plug-In-Hybriden sogar höher sein, als der des gleichen Modells ohne E-Antrieb. Zudem kommen Plug-In-Hybride vor allem in größeren und damit schwereren Fahrzeugen vor, die per se einen höheren Energiebedarf haben.

Kosten

Ähnlich wie vollelektrische Pkw profitieren Plug-In-Hybride von der Kaufprämie. So werden Modelle mit einem

⁸ <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-16-plug-in-hybrid-fahrzeuge-verbrauch.html>

Nettolistenpreis von maximal 40.000 Euro mit 6.750 Euro bezuschusst, beim geldwerten Vorteil sind nur 0,5 Prozent des Listenpreises zu versteuern. Wird der hohe Mehrverbrauch berücksichtigt, sowie die im Vergleich zu reinen E-Autos höheren Wartungskosten, kann der Unterhalt schnell teuer werden.

Modellangebot

Vor allem die deutschen Premiumhersteller Audi, BMW und Mercedes setzen stark auf Plug-In-Hybride. Die niedrigen offiziellen Verbrauchs- und CO₂-Werte sorgen für eine bessere Klimabilanz der Hersteller und sollen helfen, die CO₂-Flottengrenzwerte der EU einzuhalten. Entsprechend finden sich Plug-In-Hybride vor allem in großen Limousinen sowie bei SUV. Nur Hyundai/Kia, Toyota und VW bieten auch kleinere Plug-In-Hybride an.

Infrastruktur und Tanken:

Plug-In-Hybride können auf die klassische Tankstelleninfrastruktur sowie auf öffentliche und private Ladepunkte für Stromer zurückgreifen.

Unsere Bewertung:

Plug-In-Hybride sind in vielen Fällen eine Mogelpackung. Das gilt vor allem dann, wenn sie überwiegend mit Benzin und wenig rein elektrisch betrieben werden. So leisten Plug-In-Hybride keinen Beitrag zum Klimaschutz. Der Kauf eines Plug-In-Hybrids ergibt nur Sinn, wenn er auch im Verbrennermodus einen geringen Verbrauch hat, das Fahrzeug überwiegend elektrisch gefahren wird und Sie nur wenige weite Strecken zurücklegen. In den meisten Fällen ist dann aber ein batterieelektrisches Auto oder ein Voll-Hybrid ohne Stecker sinnvoller und kostengünstiger.

Brennstoffzellenfahrzeuge

Brennstoffzellenfahrzeuge zählen ebenfalls zu den Elektroautos, da sie mit Strom betrieben werden. Dieser wird an Bord in einer Brennstoffzelle durch die Reaktion von Wasserstoff und Luftsauerstoff erzeugt und in einer kleinen Batterie zwischengespeichert. Lediglich der Wasserstoff muss getankt werden.

Wie batterieelektrische Fahrzeuge fahren auch Brennstoffzellenfahrzeuge emissionsfrei. Sie emittieren lediglich Wasserdampf.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Die Klimabilanz von Brennstoffzellenautos hängt von der Herkunft des Wasserstoffs ab. Denn Wasserstoff kommt auf der Erde nicht in Reinform, sondern nur gebunden vor. Entsprechend muss er zuvor gewonnen werden. Derzeit wird Wasserstoff überwiegend aus Erdgas hergestellt. Dabei entsteht CO₂, wodurch die Klimabilanz nicht besser ist als die eines Verbrenners. Nur wenn Wasserstoff mittels Elektrolyse auf Basis zusätzlich erzeugten erneuerbaren Stroms aus Wasser gewonnen wird ist er klimaneutral. Man spricht dann von "grünem" Wasserstoff.

Der Wasserstoff-Erzeugungsprozess ist jedoch energieaufwändig. Neben der Elektrolyse muss der Wasserstoff noch auf 700 Bar komprimiert werden. Das verschlechtert den Gesamtwirkungsgrad eines Brennstoffzellenautos. Mit der gleichen Menge Energie, die ein Brennstoffzellenauto zum Antrieb benötigt, fährt ein reines E-Auto 2,5 Mal so weit. Ein weiteres Problem: in Deutschland stehen nicht die benötigten erneuerbaren Stromkapazitäten zur Verfügung, um damit in größerem Umfang grünen Wasserstoff herzustellen. Darum setzt man auf die Produktion in den sonnen- und windreichen Gegenden der Erde, vor allem in Nordafrika. Dies birgt allerdings große geopolitische Risiken und schafft neue Abhängigkeiten. Gleichzeitig wird der regenerative Strom in den Ländern zuerst selbst benötigt, bevor er für die Wasserstoffproduktion eingesetzt werden kann. Auch der Wasserbedarf ist in den vorwiegend trockenen Gegenden ein weiteres Thema, das gelöst werden muss, ohne die Wasserversorgung der Bevölkerung zu gefährden. Entsprechend braucht es strenge Nachhaltigkeitskriterien, bevor Wasserstoff im Ausland produziert und dann importiert werden kann.

Aber sowohl bei der Brennstoffzelle selber als auch für die Elektrolyseure muss der Ressourcenbedarf berücksichtigt werden. Derzeit benötigen Brennstoffzellen vor allem Platin, während Elektrolyseure für die Beschichtung der Kathode das sehr seltene Edelmetall Iridium benötigen. Ein Hochlauf könnte Probleme bringen, alternative Materialien sind noch in der Entwicklung.

Kosten

Brennstoffzellenfahrzeuge sind derzeit noch sehr teuer. Das liegt an den geringen Stückzahlen der Kleinserien. Die momentan angebotenen Modelle kosten mehr als 70.000 Euro und liegen damit über dem Schwellenwert für den Bezug der staatlichen Kaufprämie. Daher profitieren sie auch nicht von den Zuschüssen für Elektroautos.

An der Tankstelle kostet ein Kilogramm Wasserstoff derzeit 9,50 Euro. Das reicht etwa für 100 Kilometer. Gegenüber einem durchschnittlichen Stromer liegen die Energiekosten um rund das Doppelte höher und knapp über denen für einen Benziner.

Modellangebot

Ein Brennstoffzellenfahrzeug bieten aktuell lediglich Hyundai und Toyota zum Kauf in Deutschland an. Mercedes hat die Produktion seines Modells inzwischen eingestellt. Während die beiden asiatischen Hersteller ihr Engagement verstärken wollen, sehen deutsche Hersteller vorerst keinen Markt für den Brennstoffzellenantrieb bei Pkw. Stattdessen soll der künftige Einsatz in Lkw forciert werden.

Infrastruktur und Tanken

Tanken können Sie Wasserstoff in Deutschland derzeit an lediglich 88 Tankstellen, von denen sich viele in den städtischen Ballungsräumen befinden. Weitere Tankmöglichkeiten sind in Bau oder Planung. Bis Ende dieses Jahres sollen 100 Wasserstofftankstellen in Betrieb sein⁹. Die Bundesregierung will im Rahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie in den nächsten Jahren rund neun Milliarden Euro in die Förderung der Wasserstoffwirtschaft investieren, vor allem in Forschung sowie Aufbau der Erzeugungs- und Betankungsinfrastruktur.

Der Vorteil von Wasserstoff: Im Gegensatz zu batterieelektrischen Fahrzeugen dauert der Tankvorgang nur wenige Minuten und die beiden Modelle haben eine Reichweite von ca. 500 Kilometern.

Unsere Bewertung

Derzeit sind Brennstoffzellenautos keine Alternative. Es gibt kaum Fahrzeugmodelle und Tankstellen, auch aus Umwelt- und Kostensicht spricht vieles noch gegen diesen Antrieb. Erst wenn grüner Wasserstoff in ausreichenden Mengen und zu bezahlbaren Preisen sowie eine flächendeckende

⁹ <https://h2.live/>

Infrastruktur zur Verfügung stehen, ist der Brennstoffzellenantrieb eine Option für große Fahrzeuge im Langstreckeneinsatz. Es ist aber fraglich, ob auch mit deutlich mehr Tankstellen und größerem Modellangebot der Durchbruch bei Brennstoffzellen-Pkw gelingt, wie die Erfahrungen bei Erdgasfahrzeugen zeigen.

Synthetische Kraftstoffe (E-Fuels)

Synthetische Kraftstoffe - auch e-fuels genannt - werden im Gegensatz zu Benzin und Diesel nicht aus Erdöl, sondern aus erneuerbarem Strom und CO₂ gewonnen. In einem zusätzlichen Umwandlungsschritt wird Wasserstoff mit CO₂ angereichert und zu einem gasförmigen oder flüssigen Kraftstoff aufbereitet. Sie können aber wie Benzin oder Diesel in Verbrennungsmotoren eingesetzt oder diesen beigemischt werden. Synthetische Kraftstoffe basieren damit auf dem Versprechen, den Verbrennungsmotor als Antrieb zu behalten und gleichzeitig klimaneutral zu fahren. Die Autoindustrie, aber auch viele weitere Akteure sehen darin einen großen Reiz.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Wie bei der Brennstoffzelle steht und fällt die Umweltbilanz mit der Art der Kraftstoffherzeugung und der eingesetzten Energie. Damit E-Fuels einen Klimabeitrag leisten, darf auch hier nur grüner Wasserstoff die Basis sein und das benötigte CO₂ direkt aus der Luft entnommen werden. Der zusätzliche Umwandlungsschritt bei der Kraftstoffherstellung erhöht aber auch den Energiebedarf und verringert die Effizienz. Ein mit E-Fuels betriebenes Fahrzeug benötigt für die gleiche Strecke rund fünf- bis sechsmal mehr Strom als ein Batterieelektrisches Auto.

Eine Beispielrechnung des Öko-Instituts zeigt den immensen Strombedarf für die E-Fuel-Produktion auf: Um nur ein Prozent des bisherigen Kraftstoffverbrauchs in Deutschland durch E-Fuels zu ersetzen, müssten dafür bei der Produktion in Deutschland 485 bis 610 Offshore-Windräder oder 2.300 bis 2.900 Onshore-Windkraftanlagen zusätzlich zu dem ohnehin angestrebten Ausbau der erneuerbaren Energien den Betrieb aufnehmen¹⁰. Dies wirft angesichts des

¹⁰ <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/E-Fuels-im-Verkehrssektor-Hintergrundbericht.pdf> S. 33

derzeitigen Stockens des Ausbaus erneuerbarer Energien in Deutschland die Frage nach der Realisierbarkeit auf. Darum wird die Herstellung synthetischer Kraftstoffe ebenfalls überwiegend im Ausland erfolgen, mit all den bereits bei Wasserstoff genannten Risiken.

Infrastruktur und Kosten

Synthetische Kraftstoffe werden derzeit nur in kleinen Pilot- und Demonstrationsanlagen im Labormaßstab hergestellt. Entsprechend kann man sie nicht tanken. Eine Skalierung auf große Anlagen ist langwierig und teuer. Vor 2030 wird es keine nennenswerten Mengen geben. Kostenabschätzung gehen zudem davon aus, dass synthetische Kraftstoffe auch in Zukunft an der Tankstelle mindestens zwei- bis dreimal teurer sein werden als Benzin und Diesel.

Unsere Bewertung

Synthetische Kraftstoffe spielen bis auf weiteres keine Rolle. Die Produktion ist energieaufwändig und teuer, die in Zukunft zur Verfügung stehenden Mengen werden begrenzt sein. Darum sind synthetische Kraftstoffe nur in den Bereichen sinnvoll, in denen die direkte Stromnutzung nicht möglich ist, wie zum Beispiel in der Stahlindustrie oder dem Chemiesektor. Im Verkehrsbereich würden lediglich der Flug- und Schiffsverkehr in Frage kommen. Bei Pkw hingegen ist der batterieelektrische Antrieb eindeutig kostengünstiger, effizienter und klimaschonender.

Voll-Hybrid

Toyota brachte vor über 20 Jahren mit dem Prius die Hybridtechnologie auf den Markt. Weltweit wurde er mehr als eine Millionen Mal verkauft. Benzin-Hybride verfügen über Benzinmotor und Tank sowie Elektromotor und eine kleine Batterie. Im Gegensatz zu Plug-In-Hybriden wird die Batterie nicht extern, sondern durch einen Generator während der Fahrt und durch die Rückgewinnung von Bremsenergie aufgeladen. Man unterscheidet zwischen Voll-Hybriden und Mild-Hybriden. Bei Voll-Hybriden legt ein automatisches Energiemanagementsystem fest, welche Motoren zum Einsatz kommen. Voll-Hybride können sowohl beim Anfahren auf kurzen Strecken bis 50 km/h rein elektrisch fahren als auch bei höheren Geschwindigkeiten den Verbrenner unterstützen. Im Gegensatz dazu unterstützt der Elektromotor bei Mild-Hybriden den Verbrennungsmotor

lediglich beim Beschleunigen, während der Verbrennungsmotor bei Normalfahrt alleine arbeitet.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Voll-Hybride sind vor allem im Stadtverkehr sehr sparsam und stoßen weniger Schadstoffe und CO₂ als reine Verbrenner aus. Durch das häufigere Beschleunigen und Bremsen im urbanen Umfeld wird anteilig mehr Energie zurückgewonnen und genutzt als bei einer Fahrt auf der Autobahn. Damit sind sie gegenüber einem vergleichbaren Benzin- und Diesel wesentlich effizienter und umweltschonender. Mild-Hybride weisen geringere Verbrauchsvorteile auf, da lediglich der Verbrennungsmotor unterstützt wird.

Kosten

Voll-Hybride sind in der Anschaffung etwas teurer als Benzin-er, aber wesentlich günstiger als Plug-In-Hybride. Toyota bietet seine Modelle günstiger als die Dieselvariante an. Bei entsprechender Fahrweise verbrauchen Hybride wenig Sprit und sparen so Kosten an der Tankstelle. So sind Kraftstoffeinsparungen von ca. 15 bis 25 Prozent – je nach Auslegung des Systems – im Vergleich zu einem herkömmlichen Benzinfahrzeug gleicher Größenordnung möglich. Aufgrund der niedrigen CO₂-Werte sind Hybride auch bei der Kfz-Steuer begünstigt. Taxifahrer schätzen Hybride neben dem geringeren Verbrauch auch aufgrund des geringeren Bremsverschleiß. Durch die Motorbremse beim Gaswegnehmen halten die Bremsbeläge deutlich länger. Das gilt auch für E-Autos¹¹.

Modelle

Toyota ist nach wie vor Marktführer bei den Voll-Hybriden und bietet inzwischen in fast jeder Modellreihe einen Hybriden an - vom Klein- und Kompaktwagen bis zum Siebensitzer. Teilweise liegt der Hybridanteil bei den Neuzulassungen bei über 70 Prozent, insgesamt ist mehr als jeder zweite Neuwagen bei Toyota mit dem Doppelantrieb unterwegs. Neben Toyota haben auch Kia und Hyundai Voll-Hybrid-Modelle im Angebot. Deutsche Hersteller setzen hingegen lediglich auf die Mildvariante.

¹¹ <https://www.taxi-times.com/hybrid-und-e-taxis-fahren-ohne-bremsverschleiss/>

Unsere Bewertung

Voll-Hybride sind vor allem im Stadtverkehr sehr sparsam. Sie sind insgesamt die bessere Lösung gegenüber reinen Verbrennern und den meisten Plug-In-Hybriden. Da sie nicht CO₂-neutral fahren und zum Erreichen langfristiger Klimaziele nicht ausreichen, sind sie lediglich eine Übergangslösung zum rein elektrischen Einsatz.

Erdgas

Erdgas als Kraftstoff ist schon lange eine Alternative zu Benzin und Diesel. Um eine höhere Speicherdichte zu erzeugen, wird das Gas unter Druck komprimiert. Darum wird Erdgas für Autos auch als Compressed Natural Gas (CNG) bezeichnet. Nicht zu verwechseln ist Erdgas mit Autogas oder LPG. Erdgas wird in einem optimierten Benzinmotor verbrannt. In der Regel besitzen die Autos neben dem Erdgastank auch noch einen zusätzlichen Benzintank, sodass zwischen beiden Kraftstoffen gewechselt werden kann (bivalente Fahrzeuge). Bei monovalenten Fahrzeugen dient der Benzintank nur als Reserve und ist entsprechend kleiner.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Verglichen mit Benzin und Diesel verbrennt Erdgas sauberer. Vorteile bestehen insbesondere gegenüber Benzinern beim CO₂-Ausstoß. Bei vergleichbaren Modellen emittiert ein Erdgasauto während der Fahrt bis zu 25 Prozent weniger CO₂. Allerdings müssen auch die Emissionen bei der Kraftstoffproduktion betrachtet werden. So werden etwa während der Gewinnung, Lagerung und dem Transport von Erdgas große Mengen an Methan und Lachgas emittiert, die einen um das Vielfache höheren Treibhauseffekt als CO₂ haben. Je nach Erdgasquelle kann so die Gesamtbilanz auch negativ ausfallen.

Erdgas kommt auch in Lkw zum Einsatz. Für eine höhere Speicherdichte wird es bei Minus 160 Grad verflüssigt und als LNG (Liquified Natural Gas) getankt. Eine Studie des Umweltbundesamts zeigt, dass mit LNG betriebene Lkw gegenüber einem herkömmlichen Diesel-Truck kaum klimafreundlicher sind¹².

¹² <https://www.umweltbundesamt.de/themen/fluessigerdgas-lkw-haben-kaum-einen-klimavorteil>

Mit Biogas aus Gülle, Abfall- und Reststoffen besteht zwar sowohl für CNG als auch LNG eine regenerative Alternative. Allerdings ist das Mengenpotenzial begrenzt und es ist wesentlich effizienter, das Biogas direkt für die Stromproduktion einzusetzen.

Kosten

Sparen können Erdgasfahrer*innen vor allem an der Tankstelle. Erdgas als Kraftstoff profitiert noch bis 2024 von einem geringeren Energiesteuersatz. Ab dann läuft die Ermäßigung bis 2026 schrittweise aus. Wichtig für den Preisvergleich: Erdgas wird an Tankstellen nicht in Litern, sondern in Kilogramm abgegeben. Ein Kilogramm entspricht dabei dem Energiegehalt von 1,5 Litern Benzin bzw. 1,3 Liter Diesel. Je nach Höhe der Spritpreise ist die gleiche Energiemenge gegenüber Benzin bis zur Hälfte günstiger.

In der Anschaffung sind Erdgasfahrzeuge etwas teurer als Benzinere. Erdgasfahrzeuge rechnen sich i.d.R. bei höheren Jahresfahrleistungen. Mitunter gibt es auch regionale Förderungen der Energieversorger, entweder in Form eines Kaufzuschusses oder eines Tankgutscheins.

Modellangebot

Erdgasmodelle werden derzeit vor allem von den verschiedenen Marken des VW-Konzerns angeboten: vom Kleinwagen bis hin zum Mittelklasse-Kombi. VW hat jedoch beschlossen, künftig die Produktion von Erdgasfahrzeugen auslaufen zu lassen und den Fokus ausschließlich auf den Elektroantrieb zu setzen. Neben VW hat derzeit nur noch Fiat Erdgas-Modelle im Portfolio.

Infrastruktur und Tanken

In Deutschland gibt es gegenwärtig rund 900 CNG-Tankstellen. Diese befinden sich überwiegend in Ballungsräumen. Über eine interaktive Karte unter <https://www.erdgas.info> lassen sich aktuelle Informationen zu den Tankstellen abrufen und mittels einer App können auch längere Reisen geplant werden. LNG ist derzeit nur an wenigen Tankstellen in Deutschland erhältlich. Weitere Tankstellen sind im Bau.

Unsere Bewertung

Erdgasfahrzeuge waren lange eine umweltschonende und kostengünstige Alternative zu Benzin und Diesel. Trotz einer passablen Tankstelleninfrastruktur, einem guten Modellangebot und geringeren Kosten konnte sich der Antrieb nicht durchsetzen. Seit Jahren liegt der Bestand bei unter 100.000 Fahrzeugen. Somit ist der Antrieb inzwischen nur noch eine beschränkte Alternative und aufgrund der begrenzten Möglichkeiten für die Biogasproduktion keine Option für eine klimaschonende Mobilität. Bei Lkw macht der Einsatz von LNG umweltseitig keinen Sinn, entsprechend sollte der Einsatz nicht mehr gefördert werden.

Biokraftstoffe

Biokraftstoffe versprechen, den Straßenverkehr weniger abhängig von fossilen Kraftstoffen zu machen und gleichzeitig das Klima zu schützen, da sie aus nachwachsenden Rohstoffen stammen – vorrangig aus Raps, Mais, Getreide, Zuckerrohr, Soja und Ölpalmen. Zu den bekanntesten Biokraftstoffen gehören Rapsölmethylester (Biodiesel) sowie Bioethanol, die standardmäßig konventionellen Diesel und Benzin beigemischt werden. Diesel enthält im Schnitt rund sieben Prozent Biodiesel, Benzin zwischen fünf und zehn Prozent Bioethanol. Darüber hinaus wird in geringeren Mengen Biomethan aus Mais, Gülle und Abfällen produziert, das an einigen Erdgastankstellen getankt werden kann. Derzeit liegt der Biospritanteil am Gesamtkraftstoffabsatz in Deutschland bezogen auf den Energiegehalt bei etwas weniger als fünf Prozent.

Der Faktencheck

Umwelt und Klima

Beim Verbrennen von Biosprit wird zwar nur so viel CO₂ freigesetzt, wie die Pflanze zuvor beim Wachstum aufgenommen hat. Aber zusätzliche Emissionen entstehen beim Anbau der Energiepflanzen. Diese werden i.d.R. großflächig angebaut – meist in Monokulturen. Dies fördert in einigen Teilen der Erde das Abholzen von Waldflächen und die Trockenlegung und Verödung von Böden. Besonders problematisch ist die Verwendung von Palmöl als Grundlage von Biodiesel. Über die Hälfte des Palmöls, das in die EU importiert wird, wird im Pkw-Verkehr eingesetzt¹³.

¹³ <https://www.dnr.de/eu-koordination/eu-umweltnews/2019-verkehr/immer-mehr-palmoel-in-biokraftstoffen/> ; <https://www.transportenvironment.org/press/eu-labels-palm-oil-diesel-unsustainable>

Palmölplantagen verdrängen Anbauflächen für Nahrungs- und Futtermittel, für die wiederum wertvoller Regenwald gerodet wird - mit desaströsen Folgen für Klima und Diversität. Diese sogenannten indirekten Landnutzungseffekte (ILUC) führen dazu, dass viele Biokraftstoffe insgesamt einen deutlich schlechteren Klimabilanz aufweisen als herkömmliche fossile Kraftstoffe, die sie eigentlich ersetzen sollen.

Die EU will nun Kraftstoffe aus Anbaubiomasse deckeln und den Einsatz von Palmöl bis 2030 beenden. Stattdessen sollen vor allem sogenannte fortschrittliche Biokraftstoffe aus Rest- und Abfallstoffen zum Einsatz kommen. Doch auch bei fortschrittlichen Biokraftstoffen bestehen Gefahren für Umwelt und Klima: Biomasse aus Rest- und Abfallstoffen ist nur vermeintlich „Abfall“. Forstbestand aus dem Wald zu entfernen, bedeutet einen starken Eingriff in die bestehende Artenvielfalt. Gleichzeitig wird verhindert, dass Kohlenstoff im Boden gebunden werden kann. Viele Speiseölrreste basieren auf Palmöl und es besteht die Gefahr, dass sich ggf. ein indirekter Markt etabliert, der den Einsatz von Palmöl aus Profitinteressen und damit erneut die Abholzung von Regenwäldern forciert. Zudem bestehen für viele Reststoffe etablierte Wege für die stoffliche Verwertung. Entsprechend ist das Potenzial zur Nutzung für die Kraftstoffproduktion gering.

Infrastruktur und Kosten

Biokraftstoffe sind konventionellem Benzin und Diesel beigemischt. Entsprechend kann auf die gesamte bestehende Infrastruktur an Tankstellen zurückgegriffen werden. In Reinform können Pflanzenöle in Pkw nicht getankt werden. Benzin mit einem Ethanolgehalt von bis zu zehn Prozent (E10) ist an der Tankstelle wenige Cent günstiger als Benzin mit einem Anteil von bis zu fünf Prozent.

Unsere Bewertung

Biokraftstoffe, die besonders nachhaltig erzeugt wurden, können einen Beitrag zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Verkehr leisten, ihr Potenzial ist allerdings begrenzt. Aufgrund der negativen Umwelt- und Klimafolgen von Biokraftstoffen aus Nahrungs- und Futtermitteln im Zusammenhang mit indirekten Landnutzungsänderungen sowie den begrenzten Mengenpotentialen für Abfall- und Reststoffe stellen Biokraftstoffe keine Option zur Dekarbonisierung des Verkehrs dar.

VCD-Faktencheck: Die wichtigsten Ergebnisse

- Im Gesamtvergleich aller Antriebstechniken ist das Elektro-Auto mit Batterie aus Umwelt- und Verbrauchersicht mittel- und langfristig die beste Wahl. Für den Einsatz in Flotten und im Stadtverkehr sind sie schon heute preislich und umweltseitig überlegen.
- Die Kombination aus Verbrennungs- und Elektromotor ist derzeit nur bei Voll-Hybriden ohne externe Aufladung sinnvoll. Plug-In-Hybride sind eine Mogelpackung, da sie zu selten elektrisch gefahren werden und im Verbrennermodus ineffizient sind. Mittelfristig sind Hybride keine Klimalösung.
- Erdgas ist allenfalls noch für kurze Zeit eine sinnvolle Option, und auch nur für Vielfahrer.
- Biokraftstoffe sind keine Alternative. Ihr Umweltnutzen ist deutlich niedriger als behauptet und das Mengenpotenzial ist zu gering, wenn man strenge Nachhaltigkeitsanforderungen berücksichtigt.
- Brennstoffzelle und E-Fuels sind teuer, technisch noch nicht ausgereift und bleiben auf absehbare Zeit Zukunftsmusik. Die Umweltbilanz steht und fällt mit der Art der Wasserstoffproduktion.

Impressum



Verkehrsclub Deutschland e. V.

Wallstraße 58 | 10179 Berlin
www.vcd.org

Bei Rückfragen:

Michael Müller-Görnert | Fon 030 / 280351-19
michael.mueller-goernert@vcd.org

Titelbild: Robert Lehmann/ubitricity.com

© VCD e. V. / 11/2020

In Kooperation mit dem Umweldachverband Deutscher
Naturschutzring



DNR
DEUTSCHER
NATURSCHUTZRING

