



# Elektromobilität & Erdgasfahrzeuge

Alternativen zu Benzin und Diesel

Quelle: stock.adobe.com © Petair

# Elektromobilität

Unter Elektromobilität wird der Antrieb von Fahrzeugen im Personen- und Güterverkehr durch elektrische Energie verstanden. Im Hinblick auf eine zukünftige Unabhängigkeit von Erdöl als Energielieferant kann sie zu einem entscheidenden Baustein werden und so einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Alltagstauglichkeit elektrisch betriebener Fahrzeuge wurde durch zahlreiche Serienfahrzeuge verschiedener Automobilhersteller in den vergangenen Jahrzehnten nachgewiesen. Elektrofahrzeuge sind leise, haben einen geringen Energieverbrauch und erzeugen während des Fahrens keine Emissionen. Zudem ist es möglich, die Bremsenergie zu nutzen, um den Stromspeicher während der Fahrt aufzuladen. Dies minimiert nicht nur den Verschleiß der Bremsbeläge, es führt auch zu deutlichen Effizienzsteigerungen bei häufigem Anfahren und Abbremsen.

Im Bereich der Stromspeicher dominieren derzeit Lithium-Ionen-Batterien den Markt. Wenn diese durch Kopplung mit dem Stromnetz aufgeladen werden können, spricht man von Akkumulatoren. Diese werden sowohl in Mobilgeräten, als auch in Mobilitäts-Anwendungen verwendet. Unter anderem liegt der Erfolg dieses Speichertyps darin, dass er bezüglich Lebensdauer, Energiedichte und Zuverlässigkeit anderen Zelltechnologien weit voraus ist. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Kosten für Lithium-Ionen Akkus in den kommenden Jahren weiter sinken. Parallel wird der Preis für konventionelle Fahrzeuge unter anderem durch europäische Emissionsvorgaben zunehmend steigen. Diese Entwicklungen werden die Wettbewerbsfähigkeit positiv beeinflussen.



Quelle: fotolia, © CLIPAREA

Auch die Ladeinfrastruktur wird stetig ausgebaut. Derzeit gibt es allein in Deutschland etwa 50.000 öffentliche Ladepunkte (Stand Juni 2021). Ungefähr ein Siebtel hiervon sind Schnellladepunkte, die Elektrofahrzeuge besonders schnell aufladen können. Es ist aber auch möglich, sein Fahrzeug ganz bequem zuhause oder am Arbeitsplatz über eine Heimladestation, eine sogenannte Wallbox, aufzuladen. Diese sollte aber unbedingt von einem Fachmann installiert werden.

Bei der Elektromobilität besteht aktuell noch ein sehr dynamischer Markt: So besitzen beispielsweise neue Fahrzeugmodelle Reichweiten von mehreren hundert Kilometern, es werden Konzepte zur Entlastung des Stromnetzes mit Hilfe großer Fahrzeugflotten ausgearbeitet und Hybridfahrzeuge vorgestellt, die Vorteile verschiedener Antriebsformen miteinander kombinieren.

# Vorteile gegenüber Verbrennungsmotoren

Elektrofahrzeuge haben viele Vorteile gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren:

## *Elektroautos fahren emissionsfrei*

Elektroautos erzeugen im Betrieb im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren keine Abgase. Um diesen Vorteil in vollem Umfang auszuspielen zu können, ist es wichtig, dass Elektrofahrzeuge nach Möglichkeit mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen werden.

## *Niedrige Steuerlast und Versicherungsbeiträge*

Elektrofahrzeuge werden aufgrund ihres geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes staatlich gefördert. Dies erfolgt durch eine steuerliche Vergünstigung. Bei reinen Elektrofahrzeugen entfällt im Falle einer Erstzulassung für das Fahrzeug für einen Zeitraum von zehn Jahren die Kfz-Steuer.

## *Elektromotoren sind weniger wartungsintensiv als Verbrennungsmotoren*

Die Werkstattkosten von Elektrofahrzeugen liegen bis zu 35 Prozent unter denen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Geringerer Bremsverschleiß, kein Austausch von Auspuffanlage und Kupplung, keine Lichtmaschine, Luftfilter, kein Keilriemen, Katalysator und Vergaser, dazu eine sehr lange Motor-Lebensdauer sowie der Wegfall von Ölwechseln führen zu enormen Einsparungen bei den Wartungskosten.

## *Nutzung von Bremsenergie mittels Rekuperation*

Wird das Elektrofahrzeug während der Fahrt abgebremst, kann die entstehende Bremsenergie genutzt werden, um den Akkumulator wieder aufzuladen. Dies verringert den Energieverbrauch und erhöht gleichzeitig die Lebensdauer der Bremsbeläge.

## *Maximales Drehmoment ab den ersten Umdrehungen*

Elektromotoren können bereits aus dem Stand ihr maximales Drehmoment abrufen. Dadurch lassen sich Elektrofahrzeuge überdurchschnittlich schnell beschleunigen. Darüber hinaus wird ein Fahrbetrieb mit hohem Komfort ermöglicht, der Kuppeln und Schalten unnötig macht.

### Weitere Vorteile von E-Fahrzeugen

Beitrag zum intelligenten Stromnetz durch Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien

Geringere Verbrauchskosten während des Fahrens im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren

Hoher Wirkungsgrad des Elektromotors

Einfacher Aufbau des Fahrzeugs

Elektromotoren sind nahezu verschleiß- und wartungsfrei

Auf dem Markt existieren auch Elektrofahrräder (Pedelecs), die den Fahrer elektrisch unterstützen, sowie E-Bikes, die elektrisch angetrieben werden, ohne dass der Fahrer zusätzlich treten muss.

# Welche Herausforderungen gibt es für die E-Mobilität?

## *Geringere Reichweite*

Viele derzeit auf dem Markt etablierte reine Elektroautos besitzen je nach Fahrzeugtyp derzeit noch eine Reichweite, die nicht der von vergleichbaren Verbrennern entspricht. Für den Stadtverkehr ist dies allerdings mehr als ausreichend und die Reichweiten von neu auf den Markt kommenden Modellen nehmen stetig zu. Hinzu kommt, dass die Fahrzeuge an immer mehr Punkten in Deutschland und weltweit schnell und einfach geladen werden können.



## *Lange Ladezeiten*

Abhängig von der Kapazität und Leistung einer Fahrzeugbatterie kann ein Ladevorgang bis zu 8 Stunden dauern. Relativ neu auf dem Markt sind sogenannte Schnellladestationen, die die Ladezeit erheblich verkürzen ohne dabei den Akku anzugreifen.

## *Geringe Verkaufszahlen*

In den vergangenen Jahren sind die Absatzzahlen von Elektrofahrzeugen enorm angestiegen und in Deutschland werden momentan bereits mehr Elektroautos verkauft als Dieselfahrzeuge. Dies liegt zum einen an staatlicher Förderung, zum anderen aber daran, dass Automobilhersteller immer strengere Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß ihrer Gesamtflotte einhalten müssen. Seit dem Jahr 2021 beträgt dieser 95 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer, was mit „normalen“ Verbrennungsmotoren kaum zu erreichen ist. Bei Nichteinhaltung drohen hohe Geldbußen.

## *Hohe Anschaffungskosten*

Die Herstellung von leistungsfähigen Batterien ist derzeit noch sehr kostenintensiv. Die Fahrzeughersteller haben jedoch für dieses Problem unter anderem das Batterieleasing als neues Vertriebsmodell entwickelt: Das Fahrzeug wird verkauft, die Batterie jedoch nur verleast.

## *Zu wenig Lademöglichkeiten*

Vor allem für Autofahrer, die keinen eigenen Garagenstellplatz mit integrierter Lademöglichkeit besitzen, stellt der Betrieb eines Elektrofahrzeugs ein Problem dar. Diese sind auf das Laden des Fahrzeugs beim Arbeitgeber oder an öffentlicher Ladeinfrastruktur angewiesen und dementsprechend daran interessiert, die Ladezeiten in Zeitfenster zu legen, wo das Fahrzeug sowieso steht, beispielsweise beim Einkaufen oder während der Arbeitszeit.

# Elektrofahrzeug laden: Welche Möglichkeiten gibt es in Deutschland?

## *Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge*

Die Anzahl der Elektrotankstellen in Deutschland ist in den letzten Jahren stark gestiegen, nicht zuletzt aufgrund der steigenden Nachfrage nach Elektrofahrzeugen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einer konventionellen Ladung, einer Schnellladung sowie – in Deutschland kaum verbreitet – dem Fahrzeugbatteriewechsel.

Bei einem konventionellen Ladevorgang kann das Fahrzeug theoretisch zu Hause an einer Steckdose aufgeladen werden. Dies sollte aber nach Möglichkeit vermieden werden, da Haushaltsteckdosen nicht dafür ausgelegt sind, über einen langen Zeitraum hohe Leistungen zur Verfügung zu stellen. Bei niedrigen Temperaturen sollte der Ladevorgang möglichst unmittelbar nach Fahrzeugstillstand durchgeführt werden, da bei niedrigen Batterietemperaturen der Ladevorgang nicht mehr akkuschonend erfolgt.

Seit Anfang 2013 ist in Europa der Typ2-Stecker als Standard an Normalladestationen und in Fahrzeugen vorgesehen. Dieser kann sowohl stations- als auch fahrzeugseitig zum Schutz gegen unbefugtes Entfernen und Diebstahl verriegelt werden und ist anders als herkömmliche Haushaltssteckdosen (Schuko) für dauerhaft hohe Ströme ausgelegt. Er wird für Ladeleistungen bis 22 kW eingesetzt. Alle Ladesäulen, die noch schnellere Leistungen realisieren, werden Schnellladesäulen genannt. Diese besitzen standardmäßig einen sogenannten CCS-Stecker: hierbei handelt es sich um einen Typ2-Stecker, der um zwei zusätzliche Gleichstrom-Steckerpolen erweitert worden ist. Schnellladesäulen machen derzeit etwa 15 Prozent der Lademöglichkeiten in Deutschland aus, ihre Verbreitung nimmt aber stetig zu. Über die Hälfte der derzeit verbauten Ladesäulen stellt Ladeleistungen von 22 kW zur Verfügung. Bei den restlichen 35 Prozent lassen sich momentan nur 11 kW oder sogar weniger realisieren.

## *Die Zukunft der Ladesäulen*

Die nächste Generation von sogenannten Ultra-Schnellladesäulen soll eine Ladeleistung von 150 bis 350 kW unterstützen. Damit können auch große Akkus innerhalb von 15 Minuten fast vollständig geladen werden. Bei längeren Stillstandzeiten empfiehlt es sich allerdings, das Fahrzeug konventionell aufzuladen, da so zwischen den einzelnen Batteriezellen ein Spannungsausgleich gewährleistet ist. Hierdurch wird die nutzbare Kapazität der Batterie nicht verringert.

## *Wallboxen – Schnelleres Laden im privaten Bereich*

Etwa 90 Prozent aller Ladevorgänge bei Elektrofahrzeugen erfolgen derzeit noch zu Hause oder am Arbeitsplatz. Hier können Wandladestationen, sogenannte Wallboxen, installiert werden, um höhere Ladeleistungen zu ermöglichen, als dies durch normale Haushaltssteckdosen realisiert werden könnte. Verschiedene Förderprogramme auf Bundes- oder Länderebene unterstützen den Kauf.



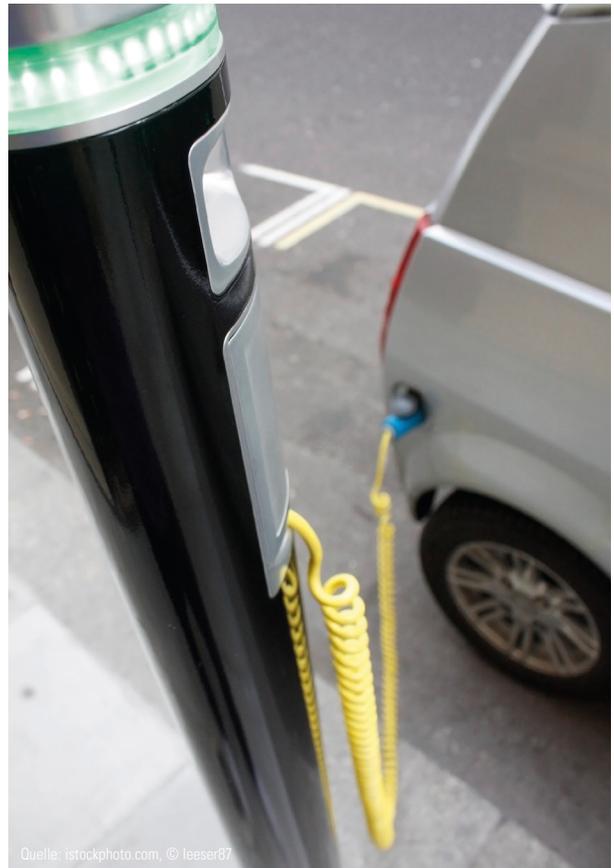
Typ2-Stecker, Quelle: fotolia, © Bernhard Schmerl

### Hersteller von Ladesäulen

Mit der Ladesäulenverordnung hat die Bundesregierung den Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur in Deutschland vorangetrieben. Dennoch empfiehlt es sich, vor Anschaffung einer Ladesäule eine eingehende Bewertung des verfügbaren Angebots vorzunehmen. Es bestehen teilweise große Qualitätsunterschiede. Minderwertig verarbeitete Ladesäulen etwa beginnen bereits nach kurzer Zeit zu rosten, Wackelkontakte an Steckverbindungen sowie fehlende Fehlerstromschutzschalter führen zu Problemen beim Ladevorgang. Der Preis sollte ein, jedoch nicht das einzige Kriterium bei der Anschaffung einer eigenen Ladesäule sein.

### Bezahlen an öffentlichen Ladesäulen

Die vor wenigen Jahren noch stark heterogenen Bezahlssysteme für Ladevorgänge in Deutschland wurden in den vergangenen Jahren zunehmend optimiert. Wo früher noch viele Regionen und Bezirke über jeweils eigene Bezahl- und Abrechnungssysteme verfügten, werden europaweit immer mehr vereinheitlichte Plattformen über sogenannte Roaming-Anbieter angeboten. Hier schließen sich verschiedene Ladesäulen-Betreiber zusammen, wodurch Kunden mit einer einzigen Karte oder App an Ladesäulen vieler verschiedener Betreiber zahlen können. Alternativ kann auch spontan als sogenannte Ad-hoc-Ladung bezahlt werden, indem sich der Nutzer für die Ladesäule vor Ort über sein



Quelle: istockphoto.com, © leeser87

Smartphone freischaltet und z.B. über Paypal oder per Kreditkarte bezahlt.

Die Registrierung an der Ladesäule läuft häufig über eine App oder RFID-Kennung. Bei letztgenanntem identifiziert sich der Nutzer durch einfaches Vorhalten seiner Mitgliedskarte an der Ladesäule. Hierdurch wird der Zugang freigeschaltet und der Ladevorgang kann starten. Das System erfasst, wie viel Strom der Nutzer über welchen Zeitraum bezieht und leitet diese Daten an den entsprechenden Ladesäulenbetreiber weiter. Über diesen oder den entsprechenden Roaming-Verbund, dem dieser angehört, erfolgt schließlich auch die Abrechnung unbearbeitet und ohne zusätzliche Registrierungsverfahren.

Über Internet-Plattformen können zusätzlich weitere sinnvolle Informationen online übermittelt werden. So kann der Nutzer bereits vor seiner Anfahrt zur Ladesäule sehen, ob diese besetzt ist, welche Einschränkungen bezüglich der Öffnungszeiten oder Wartungen bestehen und eventuell welcher Preis pro Kilowattstunde gezahlt werden muss. Auch die Vorab-Buchung eines Zeitfensters für die Ladung ist bei einigen Anbietern möglich.

### Weitere Merkmale von Elektrofahrzeugen

Kraftstoffpreis	ca. 31 Cent/kWh
Verbrauch	Ein viersitziges Elektroauto verbraucht in der Regel zwischen 15 und 25 kWh pro 100 Kilometer.
Reichweite	Variiert sehr stark zwischen unter 100 und über 500 Kilometer bei neuesten Modellen.
Kfz-Steuer	Entfällt für reine Elektroautos
Öffentliche Lademöglichkeiten in Deutschland (Stand Oktober 2021)	Derzeit über 23.000 öffentlich zugängliche Stromtankstellen mit etwa 50.000 Ladepunkten.

# Elektromobilität: Fahrzeugtypen im Überblick

Grundsätzlich werden bei Elektrofahrzeugen fünf verschiedene Fahrzeugtypen unterschieden:

**Reine Elektrofahrzeuge (BEV: Battery Electric Vehicles)** werden einzig über einen Elektromotor angetrieben und besitzen einen aufladbaren Akku als einzigen Energiespeicher. Neueste Modelle kommen auf Reichweiten von über 500 km.

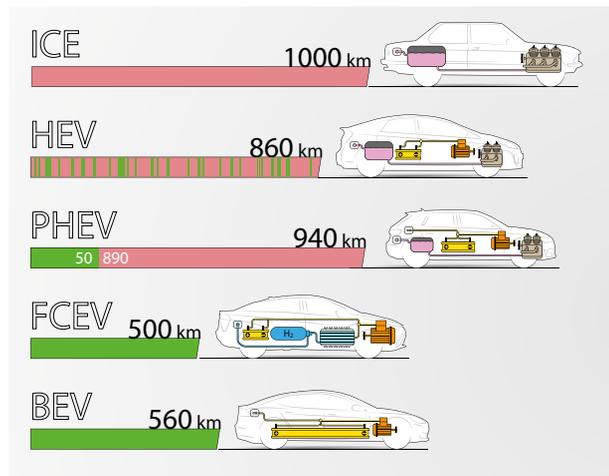
**Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerung (REEV: Range Extended Electric Vehicles)** besitzen neben dem Elektromotor und einem Akku ebenfalls einen Verbrennungsmotor oder eine Brennstoffzelle zur mobilen Aufladung des Akkus während der Fahrt, um dessen Reichweite zu vergrößern. Eine Ladung über das Netz ist hier aber ebenfalls möglich.

**Hybridfahrzeuge (HEV: Hybrid Electric Vehicle)** besitzen ebenfalls einen Verbrennungs- sowie einen Elektromotor. Allerdings liegt hier der Fokus klar auf dem Verbrennungsmotor. Die Hybridbauweise wirkt sich negativ auf das Gewicht, den Fahrzeugraum sowie auf Leistung und Verbrauch des Fahrzeugs aus. Gleichzeitig sollen hier aber auch die Vorteile der beiden Technologien miteinander kombiniert werden.

Zusätzlich existieren auf dem Markt ebenfalls **Plug-In-Hybride (PHEV: Plug-In Hybrid Electric Vehicle)**. Hierbei werden in der Regel größere Akkus eingesetzt als bei ande-

ren Hybridfahrzeugen, die nicht mehr nur fahrzeugintern, sondern auch extern geladen werden können.

Den letzten elektrisch betriebenen Fahrzeugtyp bilden **Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicles)**. Auf diesen Typ gehen wir später ausführlich ein.

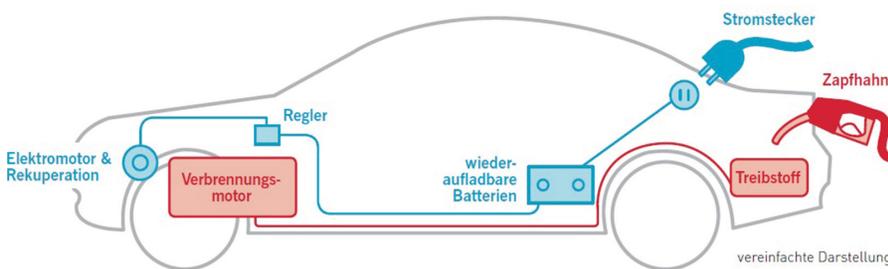


Reichweiten elektr mobiler Antriebskonzepte, Quelle: WWU/MEET

Der Abbildung lässt sich entnehmen, welche Reichweiten sich mit den verschiedenen Antriebskonzepten realisieren lassen. Mit ICE (Internal Combustion Engine) sind konventionelle Verbrennungsantriebe gemeint.

## Aufbau von E-Autos und herkömmlichen Fahrzeugen

- Elektroauto
- Fahrzeug mit Verbrennungsmotor



Quelle: ÖÖ Energiesparverband

# Weitere Alternativen: Erdgas- und Autogasfahrzeuge

Auto- oder Erdgasfahrzeuge sind weitere Alternativen zu konventionellen Antrieben. So fahren (Stand 01.10.2021) fast 440.000 Gasfahrzeuge auf deutschen Straßen.

Im Hinblick auf den Klimaschutz sind erd- und autogasangetriebene Fahrzeuge wichtige Bestandteile nachhaltiger Umweltkonzepte. Sie erzeugen deutlich geringere Emissionen an Kohlendioxid, Ruß und Stickoxiden. Sie werden daher auch hinsichtlich der Kraftfahrzeugsteuer günstiger eingestuft als Benzin- und Diesel.



Grundsätzlich gilt es bei Gasfahrzeugen, zwischen den Kraftstoffen Erdgas (Compressed Natural Gas – CNG) und Autogas (Liquid Petrol Gas – LPG) zu unterscheiden. Die wesentlichen Unterschiede: Erdgas besteht hauptsächlich aus Methan, das aus fossilen Lagerstätten gewonnen wird.

Autogas hingegen ist ein Gemisch aus Butan und Propan, das als Abfallprodukt bei der Benzinherstellung gewonnen wird. Ein Erdgasfahrzeug kann nicht mit Autogas betrieben werden und umgekehrt. Aus diesem Grund sind die Tankanschlüsse auch unterschiedlich.

## Weitere Merkmale von Erdgas- und Autogasfahrzeugen

	Erdgas	Autogas
Kraftstoffpreis (Oktober 2021)	ca. 1,56 Euro/kg	ca. 0,69 Euro/Liter
Reichweite	Serienmäßige Fahrzeuge mit Unterflurtanks können bis zu 400 km im Erdgasbetrieb zurücklegen. Bei zusätzlicher Anwendung eines Benzintanks kommen weitere 600 km dazu.	Im Gasbetrieb kann eine Strecke von bis zu 500 Kilometern zurückgelegt werden.
Umrüstung	2.000 bis 3.500 Euro (Nur bei Benzinern sinnvoll)	1.200 bis 2.600 Euro (Nur bei Benzinern sinnvoll)
Kfz-Steuer	Reduzierter Steuersatz bis Ende 2026	Reduzierter Steuersatz bis Ende 2022
Tankstellen in Deutschland (Stand Oktober 2021)	ca. 820	ca. 7.000

# Motorbetrieb von Gasfahrzeugen

Technisch betrachtet erfolgt der Antrieb eines Gasfahrzeugs mittels eines herkömmlichen Ottomotors. Hierbei wird bei einer Erdgasanwendung dem Motor anstelle eines Benzin-Luftgemisches ein auf 200 bar komprimiertes Erdgas-Luftgemisch (CNG) mit dem Hauptbestandteil Methangas zugeführt. Dieser Druck ist enorm hoch und entsprechend aufwendig zu erzeugen. Folglich kostet die Aufbereitung und Lagerung des Gases etwa 15 Prozent des ursprünglichen Energiegehalts des Naturgases.

Auto- oder Flüssiggas (LPG) ist ein Kohlenwasserstoff, der sich unter relativ geringem Druck (10 bar) verflüssigt. Ein Verdampfer wandelt den aus dem Tank zugeleiteten flüssigen Kraftstoff in einen gasförmigen Zustand um und leitet diesen zum Motor weiter.

Grundsätzlich unterscheidet man:

## Bivalente Fahrzeuge

Hierbei ist jeweils Gas und Benzin als Kraftstoff möglich. Ein Wechsel zwischen den beiden Kraftstoffarten kann jederzeit mittels eines Umschaltknopfs vorgenommen werden. Dies hat den Vorteil, dass bei einem leeren Gastank die Fahrt trotzdem weitergehen kann. Die Reichweite des Fahrzeugs wird damit erhöht.

## Monovalente Fahrzeuge

Das Fahrzeug wird hauptsächlich mit Erd- oder Autogas betrieben. Ein zusätzlicher Benzintank ist nur für Kurzstrecken bzw. Notfälle vorgesehen.



Quelle: Opel, CNG-Motor

Gasfahrzeuge sind genauso sicher wie Benzin- oder Dieselfahrzeuge. Bei einem Unfall kommt es weder zu einer Explosion des Gastanks noch zu einem gefährlichen, unkontrollierten Brand. Autogasanlagen verfügen über spezielle Sicherungssysteme, die derartige Gefahren vermeiden.

Bei Erdgasfahrzeugen sind im Gegensatz zu Benzinfahrzeugen folgende zusätzliche Bauteile erforderlich: Druckgasbehälter, Druckregler, Einspritz- und Rückschlagventile sowie eine angepasste elektronische Motorsteuerung, um den Zylindern ein Erdgas-Luft-Gemisch zuführen zu können, welches verdichtet, gezündet und verbrannt wird.

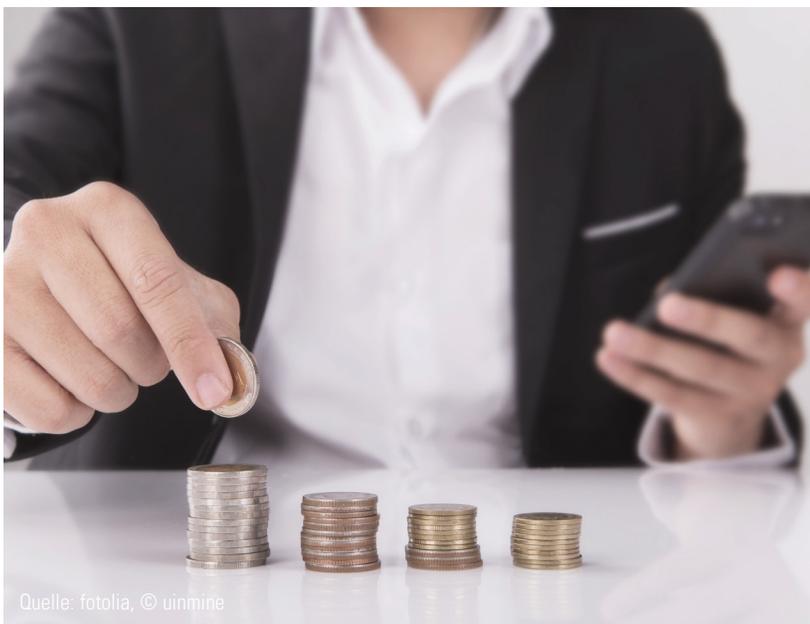
# Einsparungen gegenüber konventionellen Fahrzeugen

Die Anschaffungskosten für Gasfahrzeuge liegen im Vergleich zu Dieselfahrzeugen um durchschnittlich 500 bis 1.000 Euro höher. Bei benzinbetriebenen Fahrzeugen beträgt die Differenz 1.500 bis 3.500 Euro. Im Gegenzug sind aber die Kraftstoffkosten geringer als bei Benzin- oder Dieselmotoren. Eine Investition in ein neues Gasfahrzeug bzw. eine Umrüstung kann sich somit vor allem langfristig lohnen.

Eine Maßnahme, mit der der Schadstoffausstoß im Straßenverkehr deutlich verringert werden soll, ist die seit dem 01.07.2009 an Emissionen gekoppelte Kfz-Steuer. Diese setzt sich aus einem Sockelbetrag – abhängig von Antriebsart und Hubraumgröße – sowie einer vom CO<sub>2</sub>-Ausstoß abhängigen Komponente zusammen. Da Gasfahrzeuge niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen, fällt die Kfz-Steuer deutlich günstiger aus als für konventionelle Verbrennungsmotoren.

## Umrüsten – aber wie?

Grundsätzlich lässt sich jeder serienmäßige Benzin- oder Dieselmotor auf Gasantrieb umrüsten. Hierfür müssen ein Gastank samt Zuleitung sowie eine



elektronische Steuerung im Fahrzeug eingebaut werden. Der Tank kann entweder in der Reserveradmulde installiert werden oder aber direkt im Kofferraum (bis zu 200 Liter). Eine weitere Variante ist ein Unterflurtank. Der Vorteil hierbei ist, dass dieser außerhalb des Innen- oder Kofferraums liegt und somit kein Ladevolumenverlust eintritt bzw. der Verzicht auf ein Reserverad nicht nötig ist. Die Umrüstungskosten können je nach Fahrzeugmodell und Kraftstoffart zwischen 2.500 und 5.000 Euro betragen.

Zu beachten ist, dass der Umbau einen Eingriff in die Fahrzeugtechnik darstellt und dadurch das ursprünglich dokumentierte Abgasverhalten nicht mehr gültig ist. Aufgrund einer möglichen Änderung von Haftungs- und Garantiebedingungen ist es daher empfehlenswert, die Umrüstung von einem zertifizierten

Nachrüstunternehmen durchführen zu lassen. Auch ist zu beachten, dass für die Umrüstung eine gesonderte TÜV-Abnahme erfolgen muss.

### Tipp

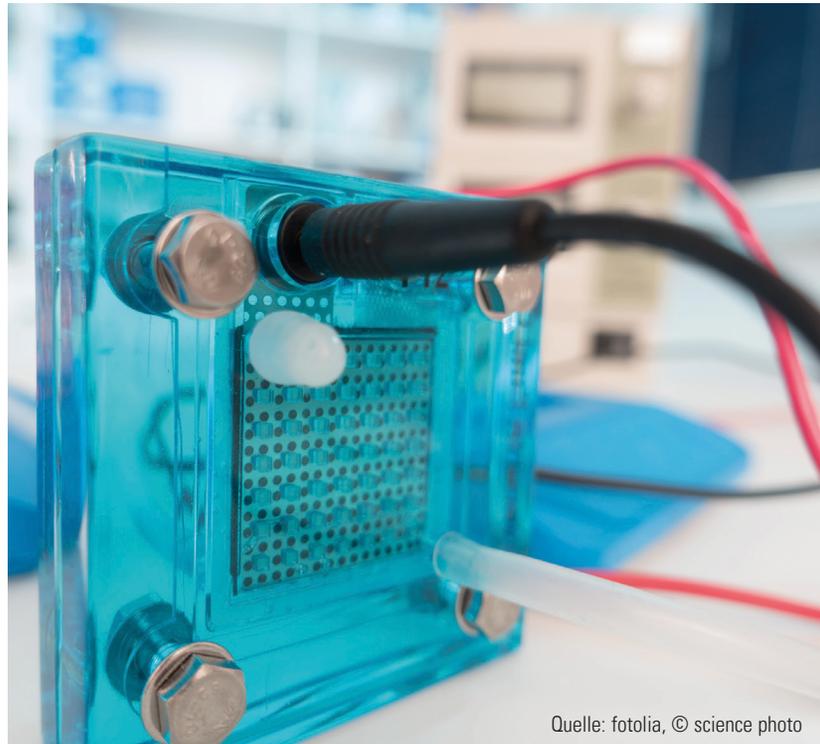
Fossile Energieträger sind endlich! Die Kraftstoffpreise werden also künftig anziehen. Deshalb lohnt sich die Umrüstung eines Alt- oder die Neuanschaffung eines E-Fahrzeugs langfristig betrachtet schon heute.

# Brennstoffzellen: Antrieb der Zukunft?

In einer Brennstoffzelle wird die chemisch gespeicherte Energie des eigentlichen Energieträgers in elektrische Energie umgewandelt. Die verbreitetste Form der Brennstoffzelle arbeitet mit Wasserstoff als Energieträger. Dieses wird in Form eines Speichers mitgeführt und reagiert innerhalb der Brennstoffzelle mit dem in der Atmosphäre gebundenen Sauerstoff zu reinem Wasser und Abwärme. Abgase wie bei Verbrennungsmotoren entstehen bei der Brennstoffzelle nicht, sie gilt daher ebenso wie reine Elektrofahrzeuge als lokal emissionsfrei. Die elektrische Energie, die in der Brennstoffzelle freigesetzt wird, kann in Verbindung mit einem Elektromotor als Fahrzeugantrieb genutzt werden. So lässt sich das Prinzip der Brennstoffzelle sehr gut als Reichweitenverlängerung in akkubetriebene Elektrofahrzeuge integrieren. Durch die Kombination von Akku und Wasserstofftank lassen sich somit schnell Reichweiten von über 500 Kilometer realisieren. Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen weisen Wirkungsgrade zwischen 50 und 60 Prozent auf.

Reine Brennstoffzellenfahrzeuge werden bislang lediglich in Kleinserien gefertigt. Vor allem das nicht hinreichend ausgebaut Tankstellennetz stellt hier einen limitierenden Faktor dar: Stand Juli 2021 existierten insgesamt 91 öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen in Deutschland, 15 weitere befanden sich im Bau.

Die Brennstoffzelle benötigt eine Betriebstemperatur von 60 bis 90 °C, was eine kurze Aufheizphase vor dem Start notwendig macht, die indes nur wenige Sekunden beträgt.



Quelle: fotolia, © science photo

Derzeit etablieren sich im PKW-Bereich Hochdrucktanks, in denen Wasserstoff mit bis zu 700 bar gespeichert werden kann. Für größere Fahrzeuge wie Busse und LKW sind geringere Drücke von 350 bar ausreichend, weil hier in der Regel mehr Bauraum zur Verfügung steht und die Tanks dementsprechend größer dimensioniert werden können.

Elementarer Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren gewonnen werden. Eine Möglichkeit stellt die Elektrolyse von Wasserstoff dar, wobei Wasser mit Hilfe von Gleichstrom in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird. Bei dieser Reaktion sind derzeit Wirkungsgrade von etwa 60 Prozent Standard. Zukünftig könnten sich diese aber mit Hilfe der Hochtemperaturelektrolyse auf 90 Prozent erhöhen. Dies wäre ein wichtiger Schritt für nachhaltige Mobilitätskonzepte, die auf der Nutzung von Brennstoffzellen aufbauen.

# Wir beraten Sie gern – nachhaltig und effizient!

Der effiziente Einsatz von Energie und Wasser hat für Sie mehrfachen Nutzen: Sie tun etwas für die Umwelt und fördern den Klimaschutz. Und auch wirtschaftlich gibt es nur Vorteile: Denn wer Energie und Wasser spart, spart gleichzeitig bares Geld.

Sie haben noch Fragen? Dann sind Sie bei uns an der richtigen Adresse: Mit speziellen Dienstleistungs- und Serviceangeboten, wirkungsvollen Anregungen und praktischen Tipps zum Energiesparen helfen wir Ihnen gerne weiter.

Ihr Kontakt zu unserem Kundenservice:

Tel.: 03843 288-500

E-Mail: [kundenberatung@stwg.de](mailto:kundenberatung@stwg.de)

[www.stadtwerke-guestrow.de](http://www.stadtwerke-guestrow.de)



**Herausgeber/ Copyright:**

ASEW GbR | Eupener Straße 74 | 50933 Köln | E-Mail: [info@asew.de](mailto:info@asew.de) | Web: [www.asew.de](http://www.asew.de)  
Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit ausdrücklicher Genehmigung der ASEW GbR

**Quellenvermerk:**

Titelbild & Fotos S. 02/04/10 & 11: fotolia, © danr13/CLIPAREA/Bobo/Bernhard Schmerl/Gerhard Seybert/uinmine/science photo | Fotos S. 06 & 08: istockphoto.com, © leaser87/eROMAZe | Abb. S. 07: WWW/MEET, ÖÖ Energiesparverband | Foto S. 09: Opel

© ASEW GbR | Oktober 2021

**ASEW** DAS EFFIZIENZ-NETZWERK  
FÜR STADTWERKE

