



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
ENERGIE, ERNÄHRUNG  
UND FORSTEN

# FRAGEN UND ANTWORTEN ZU ELEKTROMOBILITÄT UND UMWELT



---

**In der öffentlichen Diskussion über Dieselfahrzeuge gibt es viele Fragen und Annahmen zum Beitrag der Elektromobilität zur Luftreinhaltung und Umweltfreundlichkeit, auf die im Folgenden eingegangen wird.**

## **SIND ELEKTRO-PKW BEIM CO<sub>2</sub>-AUSSTOSS GÜNSTIGER ODER UNGÜNSTIGER ALS HERKÖMMLICHE BENZIN- ODER DIESEL-PKW?**

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Elektro-PKW im Fahrbetrieb ist bereits jetzt deutlich geringer als der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Diesel- oder Benzin PKW. Dies gilt erst recht, wenn der Strom für die Elektro-PKW aus erneuerbaren Quellen stammt. Soweit Photovoltaik, Wind oder Biogas den Strom liefern, verursacht ein Elektrofahrzeug im Betrieb so gut wie keine CO<sub>2</sub> Emissionen.

Aber selbst dann, wenn der Strom aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen wird und damit der im öffentlichen Strommix gegenwärtig vorhandene Anteil an Steinkohle- und Braunkohlestrom mit eingerechnet wird, ist die CO<sub>2</sub> Bilanz günstiger als beim Betrieb eines Diesel-PKW oder eines Benzin-PKW. Dies verdeutlicht folgende Rechnung: Im deutschen Strommix verursacht nach der letzten Berichterstattung des Umweltbundesamtes die Produktion einer Kilowattstunde Strom unter Einrechnung der Steinkohle- und Braunkohle einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von durchschnittlich 534 kg pro Kilowattstunde. Ein gängiges Elektrofahrzeug, zum Beispiel ein BMW i3 oder ein Renault ZOE, verbraucht auf 100km maximal 15 kWh. Dies bedeutet pro 100 km einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 8010g, pro Kilometer also 80g.

Ein solcher Wert ist mit einem Diesel oder Benzinfahrzeug nur erreichbar, wenn der Verbrauch bei unter 3 ½ Litern pro 100km liegt. Dies bedeutet, dass selbst mit sparsamen Dieselmotoren der Wert für Elektrofahrzeuge von rund 80g CO<sub>2</sub> pro Kilometer nicht erreicht werden kann.

## **IST DER ENERGIEVERBRAUCH BEI ELEKTROFAHRZEUGEN GERINGER ALS BEI VERGLEICHBAREN DIESEL- ODER BENZINBETRIEBENEN FAHRZEUGEN?**

Ja, der Verbrauch ist eindeutig geringer, weil Elektromotoren einen sehr viel höheren Wirkungsgrad haben. Während bei diesel- oder benzinbetriebenen Motoren ein Wirkungsgrad von maximal 35 Prozent erreichbar ist, liegt der

Wirkungsgrad bei Elektromotoren bei 90 bis 95 Prozent. Dies ist auch an den Verbrauchszahlen ablesbar.

Elektrobetriebene Fahrzeuge, z.B. BMW i3 oder ein Renault ZOE verbrauchen nach Praxisberichten zwischen 13kWh und 14 kWh pro 100 km. Da der Energiegehalt bei Diesel oder Benzin in der Weise zu errechnen ist, dass ein Liter Treibstoff etwa 10 kWh entsprechen, liegt der Energiebedarf bei einem mit diesel- oder benzinbetriebenen Fahrzeug bei einem angenommenen Verbrauch von 5l – 6l pro 100km bei etwa 50kWh – 60 kWh pro 100km.

Der Energiebedarf für die Strecke von 100km liegt damit bei einem diesel- oder benzinbetriebenen Fahrzeug etwa viermal so hoch wie bei einem Elektrofahrzeug.

## **REICHT UNSER STROMNETZ EIGENTLICH AUS, WENN ES VIELE ELEKTRO-PKW GIBT UND ALLE FAHRZEUGBESITZER IHRE FAHRZEUGE ZU HAUSE TANKEN UND DABEI DAS HERKÖMMLICHE 220 VOLT STROMNETZ NUTZEN?**

Ja, soweit die Ladung durch das bisherige Stromnetz (220 Volt Haushaltsspannung) erfolgt, ist ein Ausbau des Stromnetzes nicht erforderlich. Lediglich für die Schnellladestationen ist eine solche Verstärkung des Stromnetzes notwendig. Wird die Ladung etwa in der häuslichen Garage unter Nutzung des 220 Volt-Stromnetzes vorgenommen, so wird dies mit den zur Zeit auf den Markt befindlichen Elektro-PKW mit einer Ladedauer von 2kWh pro Stunde erfolgen. Dies bedeutet, dass eine elektrische Leistung von 2kW notwendig ist. 2kW entsprechen der Leistungsaufnahme eines handelsüblichen Föhns. Selbst wenn also in einem Wohnviertel alle Garageninhaber ihr Auto gleichzeitig zur Ladung an das 220 Volt-Stromnetz anschließen, bedeutet dies nur, dass alle gleichzeitig einen Föhn anschließen. Eine Verstärkung des Stromnetzes ist bei dieser Art des Ladens nicht erforderlich.

Richtig ist allerdings, dass diese Art des Ladens längere Zeit in Anspruch nimmt. Um eine Reichweite von 100km zu erreichen, sind demnach acht Stunden Ladezeit erforderlich.

---

Anders ist es hingegen, wenn Schnellladestationen genutzt werden, in denen der PKW innerhalb von 20 Minuten aufgeladen werden soll. Für solche Schnellladestationen sind in der Tat Stromnetzverstärkungen erforderlich.

## **IST ES SINNVOLL, ELEKTRO-PKW ÜBER DAS HÄUSLICHE ODER BETRIEBLICHE 220 VOLT-STROMNETZ ZU LADEN?**

Ja, dies ist sinnvoll, soweit für die Ladung ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Dies ist immer dann der Fall, wenn der PKW regelmäßig, z.B. arbeitstäglich, für überschaubare regelmäßig wiederkehrende Strecken genutzt wird und genügend Zeit nach Ende des Arbeitstages zur Verfügung steht, den PKW aus dem Solarspeicher wieder aufzuladen.

Ideal ist es, wenn der Strom für die Aufladung durch eine eigene Solaranlage auf dem Haus- oder Garagendach erzeugt und in einem häuslichen Speicher gespeichert wird, um sodann – nach Feierabend – über die nächtliche Standzeit zur Aufladung des PKW genutzt zu werden.

Schnellladestationen sind hingegen für die Fahrten notwendig, die über größere Entfernungen durchgeführt werden oder für die abweichend vom regulären Tagesablauf keine ausreichenden Ladezeiten eingeplant werden können.

## **WIE SIEHT DIE LADEINFRASTRUKTUR DER ZUKUNFT AUS?**

Die Ladeinfrastruktur der Zukunft wird dadurch gekennzeichnet sein, dass die Mehrzahl der Ladevorgänge, insbesondere bei täglich wiederkehrendem Nutzungsablauf und ausreichender Ladezeit nach Ende der Arbeitszeit), durch häusliche oder eigenbetriebliche Ladevorgänge abgedeckt sein wird. Hinzu kommen werde Ladevorgänge während der Standzeiten am Arbeitsplatz oder bei sonstigen Aktivitäten, bei denen der PKW länger steht (z.B. Einkaufen). Schnellladestationen werden hingegen dort gebraucht, wo es darum geht, Fahrten über längere Strecken von mehreren 100 Kilometern durchzuführen oder für die Fälle, in denen keine ausreichende Ladezeit zur Verfügung steht.

## WELCHE TREIBSTOFFKOSTEN ENTSTEHEN BEI ELEKTRO-PKW IM VERGLEICH ZU DIESEL- ODER BENZIN-PKW?

Die Höhe der Treibstoffkosten hängt maßgeblich davon ab, ob der Strom mit der eigenen Solaranlage erzeugt und gespeichert worden ist, aus dem öffentlichen 220 Volt-Stromnetz bezogen worden ist, oder durch Schnellladestationen aufgeladen wurde.

Wird aus dem öffentlichen Stromnetz mit Haushaltsstrom aufgeladen, wird dabei der übliche Haushaltsstrompreis, den der jeweilige Versorger berechnet, fällig. Dieser beträgt im Bundesdurchschnitt knapp 30 Cent/kWh. Bei einem Verbrauch von 15kWh pro 100km heißt dies, dass 100km Fahrstrecke (15 kWh x 0,30 kWh) 4,50 Euro kosten.

Demgegenüber kosten 100km mit einem sparsamen Diesel-Fahrzeug, das 5l pro 100km verbraucht und einem Dieselpreis von 1,10 Euro eine Kostenbelastung von 5,50 Euro pro 100km, also 22 Prozent teurer.

Noch günstiger wird die Elektromobilität, wenn eine häusliche Solaranlage mit einem häuslichen Solarspeicher zur Betankung genutzt wird. Rechnet man die Anschaffungskosten einer solchen Kombination aus Solaranlage und Speicher auf die Kilowattstunde um, ergeben sich Kosten von 0,20 Euro pro Kilowattstunde. Für 100 km sind das Kosten von 3 Euro, also nur etwas mehr als die Hälfte gegenüber einem sparsamen Diesel.

## STEHT AUSREICHEND ÖKOSTROM ZUR VERFÜGUNG, UM EINE VIELZAHL VON ELEKTRO-PKW ZU BETREIBEN?

Richtig ist, dass der Ausbau der Elektromobilität mit dem Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung einhergehen muss, denn nur Elektromobilität auf der Basis von Ökostrom macht ökologisch Sinn.

Selbst wenn alle in Deutschland fahrenden PKW auf Elektroantrieb umgestellt würden, was kurzfristig ohnehin nicht der Fall sein würde, würde der Stromverbrauch in Deutschland nur um etwa 15 Prozent steigen.

In Zahlen ausgedrückt sieht dies so aus: Im Moment werden in Deutschland rund 595 Milliarden kWh Strom verbraucht.

Die Stromerzeugung liegt sogar noch ein Stück darüber und beträgt rund 650 Milliarden kWh pro Jahr. Der Überschuss von über 50 Milliarden kWh pro Jahr wird zur Zeit exportiert.

Von dem gesamten Stromverbrauch stammen inzwischen mehr als 200 Milliarden kWh (rund 35 Prozent) aus erneuerbaren Quellen.

Der Betrieb von 1 Million PKW mit reinem Elektroantrieb würde zu einem zusätzlichen Stromverbrauch von 2,25 Milliarden kWh führen, was eine Erhöhung des Stromverbrauchs von lediglich 0,4 Prozent zur Folge hätte.

Würden alle in Deutschland fahrenden 40 Millionen PKW auf Elektroantrieb umgestellt, würde dies, ausgehend von einer jährlichen durchschnittlichen Fahrleistung von 14.000km pro Jahr (39 km pro Tag), einen Verbrauch von 15kWh pro 100km zu einem zusätzlichen Stromverbrauch von rund 84 Milliarden kWh (Steigerung um rund 15 Prozent) führen.

## **WIE SOLL DER ZUKÜNFTIGE ZUSÄTZLICHE STROMVERBRAUCH FÜR DIE ELEKTROMOBILITÄT ERZEUGT WERDEN UND AUS WELCHEN ERNEUERBAREN QUELLEN SOLL ER STAMMEN?**

Der errechnete zusätzliche Strombedarf von 84 Milliarden kWh wird zu großen Teilen aus dem Ausbau der Solarenergie folgen. Es ist davon auszugehen, dass jedes Auto einen Stellplatz benötigt, ggf. sogar mehrere Stellplätze hat, nämlich die häusliche Garage, den häuslichen Parkplatz, den Parkplatz während der Arbeitszeit auf dem Betriebsgelände, zusätzlich Parkplätze auf oder an Einkaufsmärkten, Baumärkten, Freizeitanlagen, Stadien etc.

Die Fläche, die für einen Stellplatz benötigt wird, nämlich 25-30m<sup>2</sup>, reicht aus, um eine Solaranlage von 2,5 - 3 kW peak Leistung dort zu installieren, die ausreichend Strom für den Jahresbedarf des betreffenden PKW produziert. Denn dies reicht aus, um im Jahr 2.500kWh - 3000kWh Strom zu erzeugen, die verbunden mit einem inzwischen günstig zu erwerbenden Solarspeicher bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden können. Bei einem Verbrauch von 15kWh pro 100km reicht das für eine Fahrleistung von 16.000km - 20.000km aus, also mehr als der gegenwärtigen jährlichen Fahrleistung von 14.000 km.

Als Faustformel lässt sich daher festhalten, dass sich auf jedem Stellplatz genug Strom mittels Solarenergie erzeugen lässt, um den Jahresbedarf zu decken.

## **WIE VIEL ENERGIE WIRD BEI DER HERSTELLUNG DER NOTWENDIGEN BATTERIEN VERBRAUCHT?**

In Diskussionen wird zum Teil geltend gemacht, die Batterieproduktion verschlinge einen großen Teil zusätzlicher Energie. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass die Produktion herkömmlicher Antriebsteile für einen Diesel- oder Benzin-PKW noch sehr viel energieaufwendiger ist, insbesondere wenn es um Getriebe, Zahnräder, den konventionellen Motorblock und weitere nur mit hohem Energieaufwand herstellbare Teile geht.

## **IST DAS RECYCLING DER BATTERIEN EIN PROBLEM?**

Das Recycling der Autobatterien ist dank des technischen Fortschritts inzwischen kein gravierendes Problem mehr. Kennzeichnend für die modernen Lithiumbatterien ist, dass bei einem Leistungsabfall nicht die gesamte Batterie getauscht werden muss, sondern immer nur die jeweiligen Module, die leistungsschwächer werden. Auf diese Art und Weise wird einerseits eine längere Lebensdauer garantiert und andererseits gewährleistet, dass bei einem Leistungsabfall nicht die ganze Batterie ausgetauscht werden muss, sondern immer nur die jeweils schwächer werdenden einzelnen Batteriemodule.

Diese können anschließend mit den inzwischen vorliegenden technischen Verfahren befriedigend recycelt werden, insbesondere kann das darin enthaltene Kupfer sehr gut wiederverwendet werden.



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
ENERGIE, ERNÄHRUNG  
UND FORSTEN

Kaiser-Friedrich-Straße 1  
55116 Mainz

Poststelle@mueef.rlp.de  
www.mueef.rlp.de

Twitter: <http://twitter.com/Umwelt.RLP>

Facebook: <http://www.facebook.com/UmweltRLP>

Foto: Energieagentur Rheinland-Pfalz/Markus Hoffmann