

# Stromfresser und Stromsparer

Auf dem Papier sind alle Elektroautos effizient. Aber im Alltag sind die Verbrauchsunterschiede groß. Das fängt schon beim Laden an

VON PETER ILG

Offizielle versus reale Verbrauchswerte – eine scheinbar endlose Geschichte. Auch unter den Elektroautos hat der ADAC etliche Modelle ausgemacht, deren Verbrauch stark von den Herstellerangaben abweicht. Ein neues Phänomen, das es bei Verbrennern nicht gibt: Beim Laden des Akkus entstehen teilweise erhebliche Stromverluste. Das ist, als würden beim Tanken einige Liter Sprit daneben gehen.

Die Automobilhersteller messen die Verbräuche ihrer elektrischen Fahrzeuge in demselben Normzyklus, der auch für Verbrenner gilt. Dieser offizielle Wert liegt beim Hyundai Ioniq Elektro Style bei 13,8 kWh elektrische Energie je 100 Kilometer. Im Praxis-näheren ADAC-Test verbrauchte dieses Modell 16,3 kWh/100 km und wurde zum sparsamsten Elektroauto unter 36 gemessenen Fahrzeugen. Mit 16,7 kWh folgt der Hyundai Kona auf Platz zwei vor dem Fiat 500e (17,4 kWh). Im Mittelfeld mit Verbräuchen zwischen 19 und 22 kWh/100 km liegen das Tesla Model 3 Standard Range Plus (19,5 kWh), Opel Mokka-e (20,3 kWh) und Skoda Enyaq (21,9 kWh). Der schlimmste Stromschluckler ist der Polestar 2 mit einem Verbrauch von 29,2 kWh/100 km. Damit liegt der tatsächliche Verbrauch um die Hälfte höher als die Herstellerangabe. Auf den vorletzten Platz hat es den Volvo XC 40 verschlagen, davor rangiert der Nissan e-NV200. Beide liegen fast auf dem Niveau des Polestar 2 aus China.

Da Autos mit schlechten Verbrauchswerten größere und damit teurere Akkus für die gleiche Reichweite brauchen, zahlt man doppelt: Beim Autokauf und bei den Betriebskosten. Bei einem durchschnittlichen Strompreis von aktuell etwa 40 Cent pro kWh kosten 100 Kilometer im Ioniq 5,5 Euro, im Model 3 sind es 7,8 Euro und im Polestar 11,7 Euro. Im Ioniq kommt man also für denselben Preis mehr als doppelt so weit wie im Polestar. Die Diskrepanz beim Verbrauch wirkt sich genauso deutlich auf die Reichweite aus wie die Größe des Akkus: Der Polestar muss doppelt so oft an die Zapfsäule wie der Ioniq, was nicht nur Geld, sondern auch Zeit kostet.

Der Energieverbrauch eines Elektroautos hängt ab vom Gewicht des Fahrzeugs, seiner Leistung und der gefahrenen Geschwindigkeit. Schwere und leistungsstarke Fahrzeuge verbrauchen mehr Strom als leichte und schwächere Autos. Entscheidender als Gewicht und Leistung ist jedoch das gefahrene Tempo: „Bei Geschwindigkeiten um die 160 km/h wird der Stromverbrauch zu über 70 Prozent vom Luftwiderstand verursacht“, sagt Christian Klöffler vom Institut für nachhaltige Energiesysteme an der Hochschule Offenburg. Mit seinem rechten Fuß am Strompedal bestimmt der Fahrer somit maßgeblich, wie weit er kommt. Nicht ohne Grund sieht man seit Jahren immer wieder Tesla-Modelle mit 500 PS gemächlich auf der rechten Autobahnspur dahinzuckeln.

In Elektroautos werden drei unterschiedliche Motorentypen verbaut. Der Wirkungsgrad des permanenterregten Synchronmotors ist mit fast 99 Prozent im idealen Betriebszustand am effizientesten. Der Asynchronmotor hat mit 97 Prozent den geringsten Wirkungsgrad im Trio, dazwischen liegt der fremderregte Synchronmotor. „Bei gleicher Energiemenge ist die Reichweite im Permanenterregten somit am größten“, sagt Klöffler. Er hat zudem beim Rekuperieren den höchsten Wirkungsgrad. Wegen seiner hohen Effizienz wird dieser Motortyp am häufigsten von der Automobilindustrie verwendet. Die Verbrauchsunterschiede der Motortypen sind jedoch nur gering.

Die Stromkosten eines Elektroautos pro Kilometer liegen ungefähr bei einem Drittel des Spritpreises eines ähnlich starken Verbrenners. Im Betrieb sind Stromer damit günstiger, in der Anschaffung aber auch spürbar teurer. Und sie verlieren beim Stromtanken Energie. Dieser Ladeverlust fällt nach Messungen des ADAC teilweise erheblich aus: Beim Tesla Model 3 mit einer Batteriekapazität von 53 kWh verschwindet beim Laden Strom für 2 Euro 80 einfach so. Aber wohin?

Strom fließt nur mit Widerstand, wodurch Wärme entsteht. Diese thermische Energie wird als Ladeverlust bezeichnet. Wie groß dieser ist, hängt davon ab, ob schnell oder langsam geladen wird. Langsames Laden wird als AC-Laden bezeichnet, dabei fließt Wechselstrom. Beim Schnellladen, dem DC-Laden, fließt Gleichstrom. „Weil Akkus fürs Speichern der Energie Gleichstrom brauchen, wird beim AC-Laden die Spannung gewandelt“, sagt Nejila Parspour, Leiterin des Instituts für Elektrische Energiewandlung an der Universität Stuttgart. Das macht ein Ladegerät, das als Teil der Leistungselektronik für diese Art des langsamen Ladens im Auto verbaut ist. Die Lader haben je nach Modell einen Wirkungsgrad zwischen 94 und 96 Prozent. „Die Ladeverluste, bis der Strom im Akku ankommt, betragen somit bei den besten etwa vier und bei den schlechtesten um die sechs Prozent“, sagt Parspour. Die Verluste in den kurzen Ladekabeln sind nur gering.

Beim Schnellladen wird kein Ladegerät im Auto gebraucht, weil die Ladesäulen Gleichspannung liefern, die direkt die Batterie lädt. Dabei fließt mehr Strom in derselben Zeit als beim AC-Laden. Die Verluste beim DC-Laden entstehen dagegen überwiegend in der Batterie und nicht in der Leistungselektronik. Das Verlustprinzip in den Zellen ist dasselbe wie in der Leistungselektronik: Erwärmung schluckt Energie.

Die Verluste beim Laden betragen zwischen drei bis sechs Prozent. Die Streuung der Ladeverluste liegt an der Stromstärke. „Je höher der Strom, umso größer sind die Verluste“, sagt Olaf Böse, Leiter des Fachgebiets Akkumulatoren im Batterietestzentrum des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg.

Ein weiterer wesentlicher Grund für die Höhe der Ladeverluste ist der Aufbau der Batterie: Welche Art von Zellen werden eingesetzt, wie sind sie verschaltet und wie gut ist ihre elektrische Kontaktierung für den Stromfluss? „Um niedrige Ladeverluste zu erreichen, sind eine gute technische Auslegung und kontrollierte Serienfertigung von Batteriesystemen notwendig“, sagt Böse. Wie in der Leistungselektronik können auch im Akku die Widerstände verringert und damit die Verluste reduziert werden. Allerdings steigen damit auch die Kosten aufgrund der dafür nötigen hochwertigeren Materialien.

Rechnet man alle Faktoren zusammen, entstehen beim langsamen Laden Verluste zwischen sieben und zwölf Prozent. Beim Schnellladen mit Gleichstrom sind die Verluste nur halb so groß. Absolut aber sind sie deutlich höher, weil viel mehr Strom pro Minute fließt. Schnellladen ist zudem deutlich teurer als langsames Laden, was den Vorteil der geringeren Verluste beim Stromtanken locker überkompensiert. Wer seinen Stromer an der Autobahn mit bis zu 350 kW druckbetankt, zahlt bei Ionity 79 Cent pro Kilowattstunde. So viel billiger als Sprit tanken ist das auch nicht mehr.