



Fachinformation. Schon heute hat der Elektromotor gegenüber dem Verbrenner in vielen Aspekten die Nase vorn. Er dürfte sich letztlich auch dank strengerer Umweltauflagen durchsetzen. **Antonio Suárez**

Der grosse Vergleich

Ein Verbrennungsmotor besteht aus rund 2500 Bauteilen, ein Elektromotor bloss aus etwa einem Fünftel davon. Er braucht weder Kupplung noch Schaltgetriebe oder Kraftstoff- und Partikelfilter. Tank, Zündkerzen und Zahnriemen sind ebenso wenig nötig wie Auspuff und Katalysator. All das macht ihn deutlich kompakter und wartungsärmer. «Weniger bewegliche Teile bedeuten im Regelfall weniger Komplexität und weniger Verschleiss», bestätigt Andreas Burgener, Direktor des Branchenverbands Auto-Schweiz. «Da ein Elektroauto einfacher konstruiert ist, schneidet es bei den reinen Unterhaltskosten besser ab.» Jörg Beckmann, Direktor der Mobilitätsakademie des TCS, ergänzt: «Ich muss nicht zum Ölwechsel, und die Teile gehen auch weniger oft kaputt.»

Nichtsdestotrotz hat der Verbrennungsmotor den grossen Vorteil, dass die Energiedichte des Treibstoffs um den Faktor

50 bis 100 höher liegt als jene von Akkuzellen. Es sei richtig, dass in einem Liter Diesel mehr Energie gespeichert sei als in einem Kilogramm Batterie, räumt Verkehrssoziologe und Raumplaner Beckmann ein. «Doch das ändert sich gerade. Heute hat man bereits deutlich höhere Energiedichten als noch vor zehn Jahren.» Ein weiterer Nachteil des elektrischen Fahrzeugs ist der höhere Kaufpreis. Burgener schätzt die Mehrkosten je nach Modell auf bis zu 15 000 Franken. Doch die Anschaffungskosten dürften weiter sinken, Beckmann geht von einer Preisparität bis spätestens 2024 aus.

Besserer Wirkungsgrad

Die Fortschritte sind enorm, inzwischen sind Batterien sehr leistungsfähig und effizient. Dazu trägt ihr hoher Wirkungsgrad bei: «Ein guter Elektromotor erzielt bis zu 94%, während der beste Dieselmotor auf maximal 38% kommt», sagt Au-

tomobilingenieur Burgener. Beim Elektromotor steht zudem von Anfang an das volle Drehmoment zur Verfügung. So kann ein Elektroauto ähnlich schnell beschleunigen wie ein hochtouriger Sportwagen mit Verbrennungsmotor. Bei der Reichweite hinkt das Elektrofahrzeug jedoch hinterher. Gemäss einheitlichen Testverfahren erreichen aktuelle Modelle je nach Batteriegrösse 200 bis 600 km. Die meisten lägen zwischen 380 und 430 km, unter realen Bedingungen aber teils bis zu 20% darunter, relativiert Burgener. Im Vergleich erziele ein Benziner bis zu 700 und ein Diesel bis zu 900 km. Die Reichweite kann zudem drastisch sinken. «Die Batterie braucht eine ideale Temperatur. Im Sommer muss sie systembedingt heruntergekühlt und im Winter beheizt werden», so Burgener. Dies gelte in geringerem Masse zwar auch für den Benzin- und Dieselmotor, vor allem bei Kaltwetter. Doch wirke sich schlechte Witterung beim E-Auto stärker aus. Dem hält Mobilitätsexperte Beckmann entgegen, dass Elektrofahrzeuge mittlerweile vollkommen alltagstauglich seien, auch wenn die Reichweite von Verbrennern noch nicht erreicht werde.

Startnachteil in der Umweltbilanz

Der CO₂-Ausstoss eines Verbrennungsmotors beträgt nach Angaben des ADAC und der Beratungsgesellschaft «co2online» bei einem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von 7,4 l pro 100 km rund 17 kg. Elektroautos emittieren dagegen beim Fahren keine Treibhausgase. Allerdings ist deren Ökobilanz nur dann besser, wenn der gesamte Lebenszyklus einbezogen wird, denn beim fabrikneuen Elektroauto ist der CO₂-Rucksack wegen der energieintensiven Akkufertigung grösser. Gemäss einer Aufstellung der Zeitschrift «Automobilwoche» gehen die meisten Studien von 100 bis 200 kg CO₂-Emissionen pro kWh Batteriekapazität aus. Dieser Startnachteil wird erst nach einer gewissen Fahrleistung wettgemacht. Wie viele Kilometer ein E-Auto fahren muss, bis es gegenüber einem mit fossiler Antriebstechnik einen Emissionsvor-

teil hat, ist strittig. Der Faktencheck der «Automobilwoche» gibt je nach Strommix der Ladequelle eine Spannweite von 50 000 bis 150 000 km an, während eine Auswertung der «WirtschaftsWoche» einen Mittelwert von bloss 45 000 km ermittelt hat. In der Schweiz dürfte dieser Wert wegen des hohen Anteils von erneuerbarem Strom noch tiefer liegen. Gemäss einer Markttrendstudie des Bundesamts für Energie kompensiert ein Elektroauto bereits nach 30 000 km den Emissionsüberschuss aus der Produktion. Über die gesamte Lebensdauer würden so insgesamt 34 Tonnen CO₂ eingespart, womit das E-Auto doppelt so gut abschneidet wie ein Verbrenner.

Ist die Zeit der Verbrenner vorbei?

Der Pfad zur Elektrifizierung des Fahrzeugparks scheint vorgezeichnet. Ist die Zeit des Verbrenners damit vorbei? Jörg Beckmann sieht im Wettbewerb der Technologien die Batterieelektrik klar vorne. Den Ausschlag dafür gibt seiner Meinung nach der regulatorische Rahmen: Kalifornien hat beschlossen, den Verkauf von Verbrennungsmotoren bis 2035 zu verbieten, Grossbritannien hat kürzlich nachgezogen. Schweden ist mit Stichjahr 2030 noch ambitionierter. Auch die EU denkt über ein Verkaufsverbot nach. «Der gesellschaftliche Konsens hinsichtlich Nachhaltigkeit hat dazu geführt, dass man die Umweltfolgen der Mobilität in den Griff kriegen muss», so Beckmann. «Und das ist es, was es so deutlich macht, dass die Zeit des Verbrenners vorbei ist.» Weniger kategorisch ist Andreas Burgener, der den Verbrennungsmotor noch nicht abschreibt. Ausserdem spricht er sich dezidiert gegen politischen Dirigismus aus: «Wenn wir uns biogene oder synthetische Treibstoffe vorstellen können, die man mit Sicherheit in der Flugindustrie, wahrscheinlich auch bei den Baumaschinen und möglicherweise bei den Nutzfahrzeugen einsetzen wird, dann sollte man es tunlichst vermeiden, Technikverbote zu propagieren.» ■