

---

## Batterie

Die Batterie im elektrifizierten Fahrzeugantrieb ist ein hochkomplexes System. Die Lithium-Ionen-Technik bietet Chancen und Herausforderungen, die sich auf zahlreiche Bereiche erstrecken – auf das Gewicht, die Energie, das Package, die Sicherheit, die Lebensdauer und nicht zuletzt die Kosten.

---

Lithium-Ionen-Batterien liefern eine weitgehend konstante Spannung und verhalten sich thermisch in weiten Bereichen stabil. Sie weisen eine geringe Selbstentladung auf und unterliegen keinem Memory-Effekt. Die Entwicklungsarbeit verläuft unter Hochdruck. Allein für die Bestandteile der Zellen – die Anode, die Kathode, den Separator und den Elektrolyt – stehen jeweils bis zu 40 Werkstoffe zur Wahl. Audi unterscheidet generell zwischen zwei Grundtypen von Lithium-Ionen-Batterien. Die Hochleistungsbatterien eignen sich für den Einsatz in Hybridfahrzeugen. Die Hochenergiebatterien hingegen sind für Fahrzeuge konzipiert, die längere Strecken elektrisch fahren.

Die Energie, die eine Batterie speichern kann, wird in Kilowattstunden (kWh) angegeben. Setzt man sie in Relation zur Masse des Akkus, erhält man die Energiedichte. Derzeit kommen Lithium-Ionen-Batterien im Automobilbereich hier auf etwa 0,14 kWh pro Kilogramm. Angesichts der Entwicklung ist für das Jahr 2020 eine Energiedichte von 2,5 kWh pro kg zu erwarten. Zum Vergleich: In einem Kilogramm Benzin (etwa 1,33 Liter) stecken zirka 12 kWh Energie.

Die Lebensdauer einer Li-Ion-Batterie im Fahrzeug ist mit zehn Jahren oder mehr zu veranschlagen, wenn der Akku stets gut temperiert wird. Ähnlich wichtig wie der kalendarische Faktor sind das Lastprofil und die Intensität der Lade- und Entladehübe – regelmäßiges Schnellladen mit Starkstrom verkürzt die Lebensdauer ebenso wie häufige Tiefentladungen. Hochleistungsbatterien werden meist bis etwa 50 Prozent ihres Energieinhalts (state of charge, SOC) entladen, bei Hochenergiebatterien gelten rund 20 Prozent als Untergrenze. Wenn diese Limits eingehalten werden, absolvieren die Akkus mehrere 1.000 Lade- und Entladezyklen, bevor ihre Leistung nennenswert abfällt.

Über- oder Tiefentladungen sind auch deshalb zu vermeiden, weil sie die Zellen zerstören können. Umfangreiche Sicherheitsvorkehrungen minimieren dieses Risiko – die Temperatur wird durch Sensoren überwacht; elektrische Sicherungen und Überdruckventile in den Zellen unterbinden Kettenreaktionen im System.

Weil der Fluss der Ströme erheblich Wärme erzeugt, ist eine Kühlung erforderlich, die den

Akku im geeigneten Fenster von etwa 25 bis 45 Grad Celsius hält. Höhere und niedrige Temperaturen verkürzen die Lebensdauer – höhere auch dann, wenn die Batterie nicht belastet wird. Die Kühlung, die mit Luft oder Flüssigkeit erfolgen kann, hat auch die Aufgabe, die Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Zellen weitgehend auszugleichen.

Audi und weitere Fahrzeughersteller arbeiten mit dem Verband der Deutschen Automobilindustrie an einheitlichen Standards für die Batteriezellen. Die prismatischen Zellen, die hier im Blickpunkt stehen, leisten zwischen 500 Watt für Hybrid-

fahrzeuge und mehr als 1.500 Watt für starke Elektrofahrzeuge. Ihr Volumen beginnt bei etwa 130 cm<sup>3</sup> und endet bei knapp 900 cm<sup>3</sup>. Gegenüber runden Zellen haben Flachzellen in Relation zum Volumen eine große Oberfläche, wodurch sie die Wärme gut abführen können. Zudem lassen sie sich raumsparend nebeneinander packen.

Weitere Bauteile komplettieren das Batteriesystem – die Hochvolt- und Serviceanschlüsse, das elektronische Batteriemangement, die elektromechanischen Bauteile, das Gehäuse sowie die Sensoren und Aktoren. All diese Komponenten und ihr Zusammenbau sorgen dafür, dass das Kostenniveau derzeit noch hoch liegt: Pro Kilowattstunde kosten Lithium-Ionen-Batterien mehrere 100 Euro. Audi geht davon aus, dass sich der Preis in den nächsten zehn Jahren halbieren wird.

Stand: 2011