

Kompakt

## **Der Audi A7 Sportback h-tron quattro**

**Er legt mit einer Tankfüllung mehr als 500 Kilometer zurück – und aus dem Auspuff kommen nur ein paar Tropfen Wasser: Der A7 Sportback h-tron quattro nutzt einen starken, sportlichen Elektroantrieb mit einer Brennstoffzelle als Energielieferanten, kombiniert mit einer Hybridbatterie und einem zusätzlichen Elektromotor im Heck. Seine Antriebsauslegung macht den emissionsfreien und 170 Kilowatt starken Audi A7 Sportback h-tron quattro zum echten quattro – ein Novum bei Brennstoffzellenautos. Vorder- und Hinterachse sind dabei nicht mechanisch verbunden. Als e-quattro verfügt der A7 Sportback h-tron quattro über eine voll elektronische Steuerung der Momentenverteilung.**

Im Rahmen der Los Angeles Motorshow 2014 lädt Audi internationale Motorjournalisten ein, erste Testkilometer mit dem Technologieträger auf öffentlichen Straßen selbst zu erleben.

„Der A7 Sportback h-tron quattro ist ein echter Audi – sportlich und effizient zugleich. Als e-quattro konzipiert, treibt er mit zwei Elektromotoren alle vier Räder an“, erklärt Prof. Dr. Ulrich Hackenberg, Audi-Vorstand für Technische Entwicklung. „Mit dem Concept Car h-tron zeigen wir, dass wir auch die Brennstoffzellentechnologie beherrschen. Sobald Markt und Infrastruktur es rechtfertigen, können wir in den Serienprozess einsteigen.“

Im Brennstoffzellen-Betrieb benötigt der A7 Sportback h-tron quattro nur rund ein Kilogramm Wasserstoff auf 100 Kilometer Fahrstrecke – der Energieinhalt entspricht dem von 3,7 Liter Benzin. Das Tankvolumen macht eine Reichweite von mehr als 500 Kilometern möglich.

Ein Betankungsvorgang dauert – wie bei einem Auto mit Verbrennungsmotor – nur rund drei Minuten. Zusätzliche Reichweite von bis zu 50 Kilometern ermöglicht eine 8,8 Kilowattstunden fassende Batterie, die sich über Rekuperation, alternativ auch an der Steckdose aufladen lässt. Als Plug-in-Hybrid verschafft sich der A7 Sportback h-tron quattro damit künftig eine wichtige Reichweiten-Reserve.

## **Der Audi A7 Sportback h-tron quattro**

**In 7,9 Sekunden spurtet er von 0 auf 100 km/h und erreicht 180 km/h Spitze. Er legt mit einer Tankfüllung mehr als 500 Kilometer zurück – und aus dem Auspuff kommen nur ein paar Tropfen Wasser: Der A7 Sportback h-tron quattro, den Audi auf der Los Angeles Auto Show 2014 vorstellt, nutzt einen starken, sportlichen Elektroantrieb mit einer Brennstoffzelle als Energielieferanten, der mit einer Hybridbatterie und einem zusätzlichen Elektromotor im Heck kombiniert ist. Übertragen wird die elektrische Gesamtsystemleistung von 170 kW sowohl an die Vorder- als auch an die Hinterräder. Diese Antriebsauslegung macht den emissionsfreien Audi A7 Sportback\* zum echten quattro – ein Novum bei Brennstoffzellenautos.**

„Der A7 Sportback h-tron quattro ist ein echter Audi – sportlich und effizient zugleich. Als e-quattro konzipiert, treibt er mit zwei Elektromotoren alle vier Räder an“, erklärt Prof. Dr. Ulrich Hackenberg, Audi-Vorstand für Technische Entwicklung. „Mit dem Concept Car h-tron zeigen wir, dass wir die Brennstoffzellentechnologie beherrschen. Sobald Markt und Infrastruktur es rechtfertigen, können wir in den Serienprozess einsteigen.“

Das „h“ im Namens Kürzel h-tron steht dabei für das Element Wasserstoff. Optisch entsprechen die Technologieträger, die Audi zur Los Angeles Auto Show mitgebracht hat, den Serienmodellen. Wie die Beklebung mit dem Signet h-tron zeigt, reiht sich dieses Concept Car in die alternativ angetriebenen Audi-Modelle e-tron und g-tron ein. Im Exterieur weist kein zusätzliches Merkmal auf die Brennstoffzelle hin, die den Strom onboard aus Wasserstoff erzeugt.

### **Die Brennstoffzelle**

Die entscheidenden Unterschiede finden sich unter der Motorhaube des A7 Sportback: Die Brennstoffzelle im Audi-Technologieträger ist wie beim konventionellen A7 Sportback mit Verbrennungsmotor im Vorderwagen montiert. Da die Abgasanlage ausschließlich Wasserdampf leitet, besteht sie aus gewichtssparendem Kunststoff.

Die Brennstoffzelle selbst besteht aus mehr als 300 Zellen, die gemeinsam einen Stapel ("Stack") bilden. Kern einer jeden Einzelzelle ist eine Membran aus einem Polymer-Kunststoff. An beiden Seiten der Membran befindet sich ein Platin-basierter Katalysator.

Die Funktionsweise der Brennstoffzelle: An der Anode wird Wasserstoff zugeführt, der in Protonen und Elektronen zerlegt wird. Die Protonen wandern durch die Membran zur Kathode, wo sie mit dem Sauerstoff aus der Luft zu Wasserdampf reagieren. Die Elektronen wiederum liefern außerhalb des Stacks den elektrischen Strom – je nach Lastpunkt beträgt die Einzelzellenspannung 0,6 bis 0,8 Volt.

Die gesamte Brennstoffzelle arbeitet im Spannungsbereich von 230 bis 360 Volt. Zu den wichtigsten Nebenaggregaten zählen

- ein Turboverdichter, der die Luft in die Zellen presst,
- das sogenannte Rezirkulationsgebläse – es führt unverbrauchten Wasserstoff zurück zur Anode und steigert damit die Effizienz
- sowie eine Kühlmittelpumpe.

Diese Komponenten haben einen elektrischen Antrieb auf Hochvolt-Basis, und werden aus der Brennstoffzelle versorgt.

Zur notwendigen Kühlung der Brennstoffzelle dient ein eigener Kühlkreislauf. Ein Wärmetauscher sowie ein thermoelektrisches, selbst regelndes Zuheiz-Element sorgen für angenehme Temperaturen im Fahrgastraum.

Die Brennstoffzelle, die in einem Temperaturfenster um 80 Grad Celsius arbeitet, stellt höhere Ansprüche an die Fahrzeugkühlung als ein vergleichbarer Verbrennungsmotor, erzielt jedoch einen überlegenen Wirkungsgrad von bis zu 60 Prozent. Das ist nahezu doppelt so hoch wie ein gängiger Verbrennungsmotor. Ihre Kaltstartfähigkeit ist bis -28 Grad Celsius sichergestellt.

## Plug-in-Hybrid

Eine Besonderheit des A7 Sportback h-tron quattro ist sein Konzept als Plug-in-Hybrid – eine konsequente Weiterentwicklung der Audi A2 H2- und Q5 HFC-Versuchsautos. Er hat eine per Kabel an der Steckdose aufladbare Lithium-Ionen-Batterie an Bord, deren 8,8 kWh Energiekapazität aus dem A3 Sportback e-tron\* stammt. Sie sitzt unterhalb des Gepäckraums, ihr Thermomanagement läuft über einen eigenen Kühlkreislauf.

Diese leistungsfähige Batterie bildet den idealen Partner für die Brennstoffzelle. Sie kann beim Bremsen die Rekuperationsenergie speichern und beim Vollast-Boosten eine erhebliche Leistung beisteuern. Dies ermöglicht eine eindrucksvolle Beschleunigung – und so wird der A7 Sportback h-tron quattro zum echten quattro. Vorder- und Hinterachse kommen dabei ohne mechanische Kraftübertragung aus. Das jeweilige Drehmoment für beide angetriebene Achsen lässt sich bei Schlupf elektronisch regeln und stufenlos variieren.

Mit Batteriestrom legt der Audi A7 Sportback h-tron quattro bis zu 50 Kilometer zurück. Die Batterie im Heck des Plug-in-Hybriden lässt sich per Kabel aufladen. Je nach Spannung und Stromstärke dauert eine volle Ladung zwischen zwei (Industriesteckdose/360V) und vier Stunden (Haushaltssteckdose mit 230 Volt).

Die Batterie arbeitet auf einem anderen Spannungsniveau als die Brennstoffzelle. Deshalb ist ein Gleichstromwandler (DC/DC) zwischen beide Bauteile geschaltet. Der sogenannte Triport-Wandler ist hinter dem Stack untergebracht. In vielen Betriebszuständen gleicht er die Spannung aus, so dass die Elektromotoren mit ihrem maximalen Wirkungsgrad von 95 Prozent arbeiten.

Die Leistungselektronik in Vorder- und Hinterwagen wandelt den Gleichstrom aus der Brennstoffzelle und aus der Batterie in Wechselstrom für die E-Maschinen um, die die Vorder- und die Hinterachse separat antreiben.

Bei den beiden Elektromotoren, die zusammen mit den Spannungswandlern von einem Niedertemperatur-Kreislauf gekühlt werden, handelt es sich um permanent erregte Synchronmaschinen. Jede von ihnen leistet 85 kW oder sogar 114 kW, wenn die Spannung kurzfristig angehoben wird. Das maximale Drehmoment beträgt 270 Newtonmeter pro Elektromotor.

In die Gehäuse der Elektromotoren sind Planetenradgetriebe mit einer einstufigen Übersetzung von 7,6:1 integriert. Eine mechanische Parksperre und eine Differenzialfunktion vervollständigen das System.

### **Faszination e-quattro**

Das Fahren im Audi A7 Sportback h-tron quattro bietet die volle Faszination des elektrischen Antriebs in Verbindung mit dem neuen e-quattro. Der lautlose Schub steht vom Anfahren an voll zur Verfügung, die Brennstoffzelle erreicht bei Volllast ihre Maximalleistung innerhalb einer Sekunde – dynamischer als ein Verbrennungsmotor, weil der ganze Antrieb nur wenige mechanische Bauteile enthält.

Mit der Durchzugskraft von 540 Nm sprintet der Audi A7 Sportback h-tron quattro, der nur rund 1.950 Kilogramm wiegt, in 7,9 Sekunden aus dem Stand auf 100 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 180 km/h – ein Spitzenwert im Wettbewerbsumfeld. Das e-quattro-Konzept bedingt eine präzise Abstimmung der Elektromotoren aufeinander – der Technikträger fährt sich vergleichbar sportlich, stabil und traktionsstark wie ein Serienauto mit mechanischem quattro-Antrieb.

Ein Powermeter – anstelle des Drehzahlmessers im Kombiinstrument – informiert den Fahrer über den aktuellen Leistungsfluss. In den äußeren Bereichen sind der Füllzustand der Wasserstofftanks und der Ladezustand der Batterie zu sehen. Grafiken im MMI-Monitor visualisieren den Energiefluss. Wenn der Fahrer die EV-Taste drückt, fährt der Technikträger ausschließlich mit Batteriestrom.

Beim Wechsel vom Modus D auf S des Automatikgetriebes wird die Rekuperation beim Verzögern stärker, um die Batterie bei der sportlichen Fahrt wirkungsvoll zu laden. Auch das Bremsen erfolgt nahezu immer rein elektrisch: Die Elektromotoren fungieren dann als Generator und wandeln die kinetische Energie des Autos in elektrischen Strom um, der in der Batterie gespeichert wird. Erst bei energischen Verzögerungen oder Notbremsungen werden die vier Scheibenbremsen zusätzlich aktiv.

Im rechten Seitenteil des fünftürigen Coupés befindet sich die Tankklappe, darunter ein Füllstutzen für den Wasserstoff. Eine Vollbetankung mit H<sub>2</sub> dauert wie bei einem konventionellen Auto etwa drei Minuten. Dabei kommunizieren die Tanks per Infrarotschnittstelle mit der Tankanlage und gleichen die jeweiligen Druck- und Temperaturniveaus ab.

## **Null Emissionen**

Die vier Wasserstofftanks des Audi A7 Sportback h-tron quattro sind unter dem Gepäckraumboden, vor der Hinterachse und im Kardantunnel untergebracht. Eine Außenhaut aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) umgibt die innere Schale aus Aluminium. Die Tanks können etwa fünf Kilogramm Wasserstoff unter 700 bar Druck speichern – genug für mehr als 500 Kilometer Reichweite. Nach dem NEFZ-Zyklus beträgt der Verbrauch etwa ein Kilogramm Wasserstoff pro 100 Kilometer – eine Menge, in der so viel Energie steckt, wie in 3,7 Liter Benzin.

Lokal fährt der A7 Sportback h-tron quattro bereits heute immer emissionsfrei. Zusätzlich kann er jedoch bei der Nutzung von regenerativ gewonnenem Wasserstoff auch global als Null-Emissionsfahrzeug genutzt werden: Audi betreibt seit 2013 in Niedersachsen eine Pilotanlage, in der regenerativ gewonnener Windstrom zur Erzeugung von Wasserstoff per Elektrolyse genutzt wird. Aktuell wird dieser Wasserstoff noch zur zusätzlichen Produktion von synthetischem Methan (Audi e-gas) weiter verarbeitet. Speist man den Wasserstoff in ein künftiges Wasserstoff-Leitungs- und Tankstellen-Netz ein, kann man Brennstoffzellenfahrzeuge damit betanken. Dies ist eine konkrete Option für nachhaltige Mobilität ohne Emissionen.

## **Verbrauchsangaben der genannten Modelle:**

### **Audi A7 Sportback:**

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 9,5 – 4,7\*\*;

CO<sub>2</sub>-Emission kombiniert in g/km: 221 – 122\*\*

### **Audi A3 Sportback e-tron:**

Kraftstoffverbrauch nach ECE-Norm in l/100 km: 1,7 – 1,5;

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 12,4 – 11,4

CO<sub>2</sub>-Emission kombiniert in g/km: 39 – 35

\*\*Der Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeugs variieren aufgrund der Räder- beziehungsweise Reifenwahl und hängen nicht nur von der effizienten Ausnutzung des Kraftstoffs durch das Fahrzeug ab, sondern werden auch vom Fahrverhalten und anderen nichttechnischen Faktoren beeinflusst.