

AUDI AG
Kommunikation Produkt und Technologie
D-85045 Ingolstadt
Telefon (0841) 89-32100
Telefax (0841) 89-32817

November 2015

Audi future performance days 2015

Allgemeine Strategie: Elektrifizierung bei Audi	2
Audi Elektrifizierungstechnologien	5
Audi Batterietechnologien	9
Audi e-tron Systemangebot	12
Audi Ladekonzepte	14
Audi Brennstoffzellentechnologie	17
Audi e-fuels	19
Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro	23
Audi A4 g-tron	28
Audi A7 h-tron quattro	31
Audi e-tron quattro concept	35
Audi TT clubsport turbo concept	38
Audi RS 5 TDI competition concept	41
Audi R18 e-tron quattro	43

Die angegebenen Ausstattungen und Daten beziehen sich auf das in Deutschland angebotene Modellprogramm. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Für jedes Modell die beste Lösung: Audi treibt die Elektrifizierung voran

Audi stellt in der Elektromobilität den Fuß auf das rechte Pedal. Für jedes Fahrzeug- und Antriebskonzept entwickelt das Unternehmen die beste Form der Elektrifizierung – mit Blick auf Kundenerwartungen, Marktbedingungen, Kosten, Komplexität und Begeisterungspotenzial. Neue Dienstleistungen wie das schnelle Gleichstromladen komplettieren die Premium-Elektromobilität von Audi.

Audi verfügt in der Elektromobilität über breit gelagerte Kompetenzen. Schon 1989 präsentierte die Marke ihr erstes Plug-in-Hybridmodell, im neuen Jahrtausend begann sie sich mit dem Brennstoffzellenantrieb zu beschäftigen. Gemeinsam mit Partnern engagiert sich Audi in verschiedenen Zukunftstechnologien. Eines der Resultate ist die dynamische Technikstudie Audi A7 h-tron quattro mit Brennstoffzellenantrieb und 228 kW Peak-Leistung. Audi kann bei der Brennstoffzelle in die Serienproduktion einsteigen, sobald der Markt und die öffentliche Infrastruktur es rechtfertigen.

Maximale Flexibilität: Batterien im Modulprinzip

In seinem Hochvolt-Kompetenzzentrum nahe Ingolstadt entwickelt das Unternehmen komplette Batteriesysteme, die – unabhängig vom Format der einzelnen Zelle – einem modularen Grundprinzip folgen. Mit dieser Strategie sichert sich Audi die Flexibilität, schnell auf die Entwicklungen in Markt zu reagieren. Wenn die Batterie nach 160.000 Fahrkilometern beim Kunden noch etwa 75 Prozent ihrer Kapazität besitzt, kann sie ein zweites Leben als stationärer Energiespeicher beginnen. Dieses Konzept, das sich gerade in der Erprobung befindet, unterstreicht den ganzheitlichen Denkansatz der Marke mit den Vier Ringen.

Auch bei den Modellen gibt die Marke mit den Vier Ringen Starkstrom: Zum A3 e-tron Sportback* kommt in Kürze der starke Q7 e-tron 3.0 TDI quattro*, ebenfalls mit Plug-in-Hybridantrieb. Zu seinen technischen Highlights gehört eine Wärmepumpe, die den Innenraum hocheffizient klimatisiert und dadurch die elektrische Reichweite verlängert.

Der Prädiktive Effizienzassistent wertet Informationen aus dem nahen Umfeld des Autos aus und ermöglicht damit eine vorausschauende Hybridstrategie.

2018 folgt ein rein elektrisch angetriebener Sport-SUV – sein Vorläufer, die Studie Audi e-tron quattro concept von der IAA 2015, hat bereits gezeigt, wie begeisternd die E-Mobilität bei Audi wird. Die drei Elektromotoren leisten bis zu 370 kW, sie ermöglichen einen e-quattro-Antrieb und ein elektrisches Torque Vectoring für maximale Dynamik und Stabilität. Die 95 kWh-Batterie, in idealer Schwerpunktlage zwischen den Achsen platziert, macht mehr als 500 Kilometer Reichweite möglich.

CharIN: Gleichstromladen mit 150 kW Leistung

Rein elektrisch angetriebene Autos müssen auch unterwegs Strom laden können – deshalb engagiert sich Audi zusammen mit anderen Herstellern und Partnern in der Initiative CharIN (Charging Interface Initiative e. V.). Hier geht es um CCS (Combined Charging System) als einheitliche Ladeschnittstelle und um den Aufbau eines Netzes von schnellen Gleichstrom-Schnellladesäulen an den Autobahnen. Künftige Elektroautos von Audi werden ihre Route intelligent planen können; bei einer längeren Fahrt informieren sie den Fahrer stets aktuell über freie Schnellladesäulen.

Mit 150 kW Leistung lässt sich die große Batterie des Audi e-tron quattro concept in einer halben Stunde zu 80 Prozent vollladen – genug für 400 Kilometer Reichweite. Eine 100 Prozent-Ladung nimmt etwa 50 Minuten in Anspruch. Auch für seine Plug-in-Hybridmodelle führt Audi 2017 eine komfortable Lösung ein, in diesem Fall für die heimische Garage: Das kontaktlose Wechselstrom-Laden per Induktion trägt die Bezeichnung AWC (Audi wireless charging).

Neue Technologien: Das 48-Volt-Teilbordnetz kommt

Auch unterhalb der neuen Hochvolt-Elektroautos treibt Audi die Elektrifizierung seiner Modellpalette mit Hochdruck voran. Das bestehende 12-Volt-Bordnetz und vor allem das neue 48-Volt-Teilbordnetz bieten viele Möglichkeiten, das Fahren noch sportlicher, komfortabler und effizienter zu machen. Neue Mild-Hybride mit kräftigen Riemen-Starter-Generatoren und neue Fahrspaß-Lösungen werden bald auf breiter Front in das Audi-Modellprogramm einziehen.

In etwa zehn Jahren wird die Marke außerhalb der e-tron-Palette kein neues Modell mehr ohne diese Technologie anbieten.

Besonders attraktiv ist hier der elektrisch angetriebene Verdichter (EAV) – er unterstützt den Turbolader des Motors immer dann, wenn dieser zu wenig Abgas-Energie für raschen Drehmomentaufbau zur Verfügung hat. Mit dem elektrischen Zusatz-Boost baut der Motor spontan satte Kraft auf. Der EAV debütiert bald in einem neuen Modell, zusammen mit der elektromechanischen aktiven Wankstabilisierung (EAWS). Hier integrieren die Stabilisatoren Elektromotoren, die sie je nach Bedarf voneinander entkoppeln oder zueinander verdrehen. Das eröffnet beim Fahrverhalten neue Spielräume – von hochkomfortabel bis sportlich-straft. Das System kann auch rekuperieren, indem es Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt.

Grüner Strom – ein wichtiger Faktor für die Mobilität der Zukunft

Generell betrachtet Audi umweltfreundlich erzeugten Strom als zentralen Faktor für die Mobilität der Zukunft. Strom aus Windkraft treibt auch die Audi e-gas-Anlage in Werlte (Emsland) an – mit ihm produziert sie nach dem Power-to-Gas-Prinzip aus Wasser und CO₂ synthetisches Methan, das Audi e-gas. Es dient als Kraftstoff für den Audi A3 Sportback g-tron* und den neuen A4 Avant g-tron*, der 2016 auf den Markt kommt. Auch bei anderen Audi e-fuels – den Zukunfts-Kraftstoffen, die Audi in Kooperationen entwickelt – dient grüner Strom als treibende Kraft.

Technik im Extrem: Der Audi R18 e-tron quattro

Audi treibt den Wettbewerb an und wird vom Wettbewerbsgedanken angetrieben. Das härteste Prüffeld für die Serie ist der Motorsport, speziell das 24-Stunden-Rennen von Le Mans und die World Endurance Championship. Hier hat der Audi R18 e-tron quattro in den letzten Jahren große Erfolge gefeiert. Sein Konzept trennt die Antriebe achsweise – der Verbrennungsmotor treibt permanent die hinteren, die E-Maschine immer wieder für einige Sekunden die vorderen Räder an. Die quattro-Technologie und der elektrische Antrieb gehen hier eine ganz besondere Verbindung ein.

Der Elektrifizierungsbaukasten: Neue Technologien mit 12 und 48 Volt

Audi treibt die Elektrifizierung seiner Autos konsequent voran – auch unterhalb der neuen Hochvolt-Modelle. Die neuen Mild-Hybride werden auf breiter Front in die Modellpalette einziehen – in zehn Jahren wird Audi außerhalb der e-tron-Palette alle neuen Modelle mit dieser Technologie anbieten. Das aktuelle 12-Volt-Bordnetz und vor allem das neue 48-Volt-Netz bieten viele Möglichkeiten, das Fahren noch sportlicher, komfortabler und effizienter zu machen.

Mild-Hybrid für Einsteiger: Hohe Antriebseffizienz auf 12-Volt-Basis

Audi bietet für jedes neue, elektrifizierte Modell eine maßgeschneiderte Lösung. Schon mit dem bestehenden 12-Volt-Bordnetz lässt sich ein sehr effizienter Mild-Hybrid realisieren. Seine wichtigsten Bausteine sind eine Lithium-Ionen-Batterie mit 11 Ah Kapazität und ein Riemen-Starter-Generator, der zugleich als Anlasser dient.

Der Riemen-Starter-Generator macht neue Funktionen möglich. Die Start-Stopp-Phase kann schon bei etwa 15 km/h Restgeschwindigkeit beginnen. Wenn der Fahrer bei höherem Tempo vom Gas geht, segelt das Auto für kurze Zeit mit deaktiviertem Motor. Mit maximal 5 kW ist die Rekuperationsleistung erheblich – zusätzlich kann der Generator den Verbrennungsmotor mit bis zu 1 kW unterstützen. Dadurch lässt sich der TDI oder TFSI näher an seinem idealen Lastpunkt betreiben. Dementsprechend hat der Riemen-Starter-Generator auf 12-Volt-Basis das Potenzial, den Verbrauch bis zu 0,4 Liter pro 100 Kilometer zu senken.

Mehr Power, mehr Rekuperation: Das 48-Volt-Bordnetz

Noch attraktiver wird diese Technologie mit dem neuen 48-Volt-Teilbordnetz, das bei Audi unmittelbar vor dem Serienstart steht. Die Lithium-Ionen-Batterie hält hier 10 Ah Stromkapazität bereit, der Riemen-Starter-Generator leistet jedoch 12 kW, die Verbrauchseinsparung kann dabei bis zu 0,7 Liter pro 100 Kilometer betragen. Mit 48 Volt lassen sich die gleichen Mild-Hybrid-Funktionen darstellen wie mit 12 Volt, aber in erhöhtem Umfang – die Segelphase mit ausgeschaltetem Verbrennungsmotor beispielsweise kann bis zu 30 Sekunden dauern.

Über die Hybridisierung hinaus bietet das 48-Volt-Netz, das Audi innerhalb des Volkswagen-Konzerns federführend entwickelt, weitere zahlreiche Vorteile. Seine höhere Spannung lässt viel geringere Leitungsquerschnitte zu, was das Gewicht des Kabelsatzes ebenso verringert wie die Verlustleistung. Vor allem aber kann es viermal so viel Leistung bereitstellen wie das 12-Volt-Netz, damit macht es völlig neue, attraktive Technologien für Antrieb und Fahrwerk möglich.

Fahrspaß-Technologie: Der elektrisch angetriebene Verdichter

Eine dieser neuen Lösungen ist der elektrisch angetriebene Verdichter (EAV); Audi hat ihn bereits in verschiedenen Technikstudien vorgestellt. Der EAV sitzt in einem Bypass in der Ansaugstrecke hinter dem Ladeluftkühler und wird über eine Klappe aktiviert. Er ist seriell hinter den Abgasturbolader geschaltet und unterstützt ihn immer dann, wenn ihm das Abgas zu wenig Energie für einen spontanen Drehmomentaufbau bereitstellt.

Statt des Turbinenrads integriert der elektrisch angetriebene Verdichter eine kleine E-Maschine, die das Verdichterrad in etwa 250 Millisekunden mit zirka 7 kW Leistung auf sehr hohe Drehzahlen beschleunigt. Der Motor baut seine Kraft stets ohne wahrnehmbare Verzögerung auf, ob beim Anfahren oder beim Gas geben bei niedrigen Drehzahlen. Der EAV erspart viele Rückschaltungen und hält dadurch das Drehzahlniveau niedrig. Sportliche Fahrer werden die Überhol-Power und die spontane Kraftentfaltung am Kurvenausgang schätzen.

Der EAV eignet sich für viele Modellreihen von Audi, für Diesel- wie Benzin-Aggregate gleichermaßen. Auf dem TDI-Sektor wird er in naher Zukunft in die Serie einziehen. Hier und auch bei den TFSI-Aggregaten wird Audi den Einsatz des EAV auf die Sechs- und Achtzylinder konzentrieren.

Ganz neue Lösungen: 48-Volt-Systeme im Fahrwerk

Auch beim Fahrwerk macht die neue Spannungslage attraktive Technologien möglich. In Kürze bringt Audi die erste von ihnen in die Serie – die elektromechanische aktive Wankstabilisierung (eAWS). Hier trennt eine kompakte E-Maschine mit einem dreistufigen Planetenradgetriebe die beiden Hälften des Stabilisators voneinander.

Bei ruhiger Fahrt sind sie voneinander entkoppelt, das erlaubt exzellenten Abrollkomfort. Wenn die Gangart sportlicher wird, werden die Rohre zusammengeschaltet und gegeneinander verdreht. Mit je 1,5 kW Peakleistung bringen die E-Maschinen stufenlos bis zu 1.200 Nm Moment auf. Der Effekt ist ein straffes, sportliches Handling: Das Auto rollt in den Kurven weniger, die Tendenz zum Untersteuern geht weiter zurück, die Querschleunigung steigt. Der vordere und der hintere Stabilisator lassen sich voneinander unabhängig regeln. Dadurch kann das Steuergerät das Handling auf Wunsch noch sportlicher machen.

Eine weitere Stärke des Systems ist die Rekuperation. Wenn die Räder einer Achse auf Unebenheiten unterschiedlich stark einfedern, regen sie den Stabilisator an – jetzt arbeitet sein Motor als Generator und wandelt den Impuls in elektrische Energie um. Dank dieses Effekts muss die eAWS nur wenig Leistung aufbringen. Bei verhaltener Gangart auf einer sehr holprigen Piste kann der Bedarf sogar gegen null gehen.

Im Vergleich mit konventionellen hydraulisch geschalteten Stabilisatoren bietet das 48-Volt-basierte System von Audi große Vorteile. Es kann mehr Kraft aufbringen, es arbeitet schneller und effizienter, und es wird schon bei niedrigem Tempo aktiv. Mangel Öl ist die eAWS zudem wartungsfrei und umweltfreundlich.

eROT: Elektromechanische Dämpfer gewinnen Energie zurück

Ein zweites 48-Volt-Projekt, mit dem Audi im Fahrwerk Energie zurückgewinnt, befindet sich noch im Prototypen-Stadium. Es trägt den Arbeitstitel eROT – ein elektromechanischer Rotationsdämpfer ersetzt den heutigen hydraulischen Dämpfer.

Im Grundprinzip ist eROT mit dem eAWS verwandt: Ein starker Hebelarm nimmt die Kräfte auf, die bei sportlicher Fahrweise und auf Unebenheiten am Radträger wirken. Über ein Getriebe überträgt er sie auf eine E-Maschine, die sie in Strom umwandelt. Die Rekuperationsleistung beträgt auf deutschen Straßen im Schnitt 150 Watt – von 3 Watt auf einer frisch asphaltierten Autobahn bis 613 Watt auf einer Kreisstraße in schlechtem Zustand. Das entspricht einer CO₂-Ersparnis von drei Gramm pro Kilometer im Kundenfahrbetrieb.

Das eROT-System spricht schnell und mit geringen Trägheiten an. Es dient der Energierückgewinnung und fungiert als aktiv regelbarer Stoßdämpfer. Dabei löst es die wechselseitige Abhängigkeit von Zug- und Druckstufe auf, die die heutigen hydraulischen Dämpfer in ihrer Wirkung einschränkt. Mit eROT kann Audi die Druckstufe komfortabel-weich auslegen, ohne Abstriche bei der gewünschten Zugstufendämpfung machen zu müssen. Ein weiterer Vorteil ist die horizontale Lage des Systems – der Entfall der aufrecht stehenden Dämpfer macht neuen Bauraum nutzbar.

Stufenplan: Der Elektrifizierungsbaukasten von Audi

In etwa zehn Jahren wird Audi alle neuen Modelle – mit Ausnahme der e-tron-Palette auf Hochvolt-Basis – mit den neuen Mild-Hybridisierungsumfängen ausrüsten. Für den Weg dorthin gilt ein Stufenplan. 2016 startet das 48-Volt-Teilbordnetz in einem neuen Modell, das auch den elektrisch angetriebenen Verdichter sowie die elektromechanisch aktive Wankstabilisierung an Bord haben wird. Die erhöhte Spannungslage dient vor allem Dynamik und Fahrspaß. Der Generator arbeitet noch auf 12-Volt-Basis, ein DC/DC-Wandler verbindet das 12-Volt-Netz und das 48-Volt-Teilbordnetz miteinander.

Die nächste Ausbaustufe ist für 2017 geplant, wenn der Mild-Hybrid auf 48-Volt-Basis eingeführt wird. Das 12-Volt-Netz ist nun über einen leistungsfähigen DC/DC-Wandler an das 48-Volt-Netz angekoppelt, das jetzt zum Haupt-Bordnetz avanciert und von einem 48-Volt-Riemen-Starter-Generator gespeist wird. Der dafür notwendige Lithium-Ionen-Akku ist in etwa so groß wie eine große Bleibatterie. Für das Thermomanagement genügt eine Luftkühlung. Etwa gleichzeitig folgt der Mild-Hybrid auf 12-Volt-Basis.

Mittelfristig will Audi Nebenaggregate wie Pumpen und Kompressoren für Motor, Getriebe und Klimaanlage auf 48 Volt umstellen. Heute werden sie hydraulisch oder vom Verbrennungsmotor angetrieben – betreibt man sie jedoch elektrisch, lassen sie sich noch besser nach Bedarf steuern und würden zudem leichter sowie kompakter ausfallen. Das Gleiche gilt für große statische Komfort-Verbraucher wie Scheibenheizungen oder Soundanlagen. Kleine Verbraucher wie Steuergeräte oder Leuchten bleiben hingegen auch langfristig im 12-Volt-Netz.

Die Batterietechnologie

Bei der Entwicklung von Hochvoltbatterien für seine Plug-in-Hybridmodelle und Elektroautos deckt Audi alle wichtigen Felder ab. Die Kompetenz reicht dabei von der Zellentwicklung, über die Zusammensetzung der Zellen in Module und die Betriebsstrategien im Fahrbetrieb, bis hin zum Einsatz der Batterie nach ihrer Anwendung im Auto. Im Mittelpunkt stehen Lithium-Ionen-Batteriesysteme – ihr Aufbau verläuft nach einem flexiblen, modularen Konzept.

Im Kompetenzzentrum für Hochvolt-Batterietechnologie vor den Toren des Stammwerks Ingolstadt in Gaimersheim arbeiten Spezialisten von Audi an den Traktionsbatterien für die Elektromobilität der Zukunft. Ob für ein Plug-in-Hybridauto (PHEV, Plug-in-Electric Vehicle) oder ein reines Elektroauto – in ihrem Aufbau folgen die Batterien allesamt einem einheitlichen Modulkonzept. Das verschafft dem Unternehmen Flexibilität, um schnell auf künftige Anforderungen im Markt zu reagieren. Die Baukastenstrategie erlaubt darüber hinaus einen modell- und markenübergreifenden Einsatz der Batterien im gesamten Volkswagen-Konzern.

Das Modul als zentraler Faktor

Der entscheidende Faktor für Audi ist das Batteriemodul – ein quaderförmiges, stabiles Aluminium-Gehäuse, etwas kleiner als ein Schuhkarton. Das Modul wiegt rund 13 Kilogramm und sitzt im Batteriesystem auf einer mit Flüssigkeit durchspülten Kühlplatte. Es kann drei Typen von Zellen aufnehmen: Rundzellen wie beim R8 e tron 2.0*, prismatische Zellen – jede davon etwa halb so groß wie ein Taschenbuch – oder lange, flache Pouch-Zellen.

Die prismatischen Zellen verfügen über eigene Gehäuse aus Aluminium und sind dadurch stabiler als Pouch-Zellen. Ihre Außenhaut besteht aus Aluminium-beschichtetem Kunststoff, was wiederum Gewichtsvorteile mit sich bringt. Bei der Performance des Batteriesystems gleichen sich die jeweiligen Stärken und Schwächen beider Konzepte aus. Die beiden Lieferanten, mit denen Audi zusammenarbeitet, haben sich auf jeweils eine Bauform spezialisiert.

Die gemeinsame Stärke der prismatischen und der Pouch-Zellen ist das dichte Packaging. Beide nutzen das vorhandene Volumen zu 75 Prozent aus, erheblich mehr als bei Rundzellen (50 Prozent), die zudem bei der Kontaktierung höhere Ansprüche stellen. Rundzellen eignen sich generell nur für reine Elektrofahrzeuge – verglichen mit den anderen Bauformen können sie zwar viel Energie speichern, geben jedoch vergleichsweise wenig Leistung ab.

Pouch-Zellen und prismatische Zellen sind vielseitiger. Sie lassen sich – mit geringen Änderungen an den Außenabmessungen – gezielt auf Leistung, Energie oder auf eine Kombination von beidem auslegen, die für ein Plug-in-Hybridfahrzeug optimal ist. Das Kriterium dabei ist die Schichtdicke der Elektroden – je dünner sie sind, desto größer wird die Kontaktfläche zwischen Elektrolyt und Aktivmaterial; der hohe Ladungstransfer, der sich daraus ergibt, sorgt für die entsprechende Leistungsdichte. Umgekehrt führen große Schichtdicken der Elektroden zu hoher Energiedichte.

Weltweit schreitet die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterietechnologie mit hoher Geschwindigkeit voran. In den vergangenen drei Jahren konnte Audi die Stromkapazität der prismatischen Zellen um 50 Prozent steigern – von 25 Ampérestunden pro Zelle auf 37 Ah. In ähnlichem Maße hat die Energiedichte zugelegt. Pouch-Zellen erreichen heute bis zu 550 Wattstunden pro Liter Volumen, für 2025 erwartet Audi etwa 750 Wh/l. Ein wichtiger Nebeneffekt: In den vergangenen fünf Jahren sind die Batteriekosten um etwa die Hälfte gesunken – Elektromobilität wird somit für immer mehr Kunden erschwinglich.

Entwicklung im Kompetenzzentrum

Audi treibt den Fortschritt akribisch mit voran. Zusammen mit der Volkswagen-Konzernforschung engagiert sich die Marke mit den Vier Ringen auch in langfristigen Projekten, bei denen es um eine neuartige Zellchemie geht. Im eigenen Hochvolt-Kompetenzzentrum nahe Ingolstadt steht die Entwicklung der kompletten Systeme im Fokus – Packaging, Kühlung, Absicherung und – in Kooperation mit der Karosserieentwicklung – die Integration ins Auto. Dabei geht es vor allem um die Steifigkeit des Batteriesystems und um das Verhalten im Crashfall – Audi testet hier mit Belastungen bis zur 150-fachen Erdbeschleunigung.

Gerade für die künftigen Elektroautos eröffnen sich beim Design neue, interessante Spielräume. Einen Vorgeschmack präsentierte Audi auf der Internationalen Automobil-Ausstellung 2015 in Frankfurt am Main. Bei der Konzeptstudie Audi e-tron quattro concept liegt die 95 kWh-Batterie als flacher, großer Block unter dem Fahrgastraum, in idealer Schwerpunktlage zwischen den Achsen. Einen Mitteltunnel gibt es in der Karosserie nicht mehr. Das Modell weist den Weg – als Vorbote des rein elektrisch angetriebenen Sport-SUV von Audi.

Zweites Leben für gebrauchte Batterien

Audi legt seine Batterien auf hohe Laufleistungen von mehr als 150.000 Kilometer und mindestens acht Jahre Betriebsdauer aus. Danach besitzen die Akkus noch immer einen Großteil ihrer Kapazität – zu viel, um sie zu recyceln. Daher arbeitet das Unternehmen gerade an einem Konzept, das gemäß dem Motto „Von der Straße ins Netz“ die Alt-Batterien in stationäre Energiespeicher umwandelt.

Ein erster Versuchsträger ist in der Nähe von Ingolstadt bereits ans Netz gegangen. Ein Container für vier Traktionsbatterien unterschiedlicher Größe arbeitet hier mit einer Photovoltaikanlage zusammen, die an sonnigen Tagen bis zu 20 kW Leistung aufbringt. Ein zweiter Container birgt die Anschluss- und Regeltechnik: Seine Leistungselektroniken wandeln den Gleichstrom der Batterien in Wechselstrom von einheitlich 400 Volt Spannung um. Wenn die Batterien auf zehn Prozent Kapazität heruntergefahren sind, gehen sie ins Recycling.

Die innovativen Speicherplattformen von Audi eignen sich als Stromquelle für Schnellladestationen mit mehr als 250 kW Leistung. Alternativ können sie als Puffer für erneuerbare Energien wie Wind- und Solarenergie dienen – im öffentlichen Netz oder auch beim Kunden zuhause. Audi hat bereits größere Anlagen mit rund 500 kWh Kapazität projektiert.

Das Systemangebot für elektrisches Fahren

Von der e-tron connect-App bis zum künftigen Schnellladen – Audi bietet seinen Kunden einen komfortablen Einstieg in die elektrische Mobilität. Die Marke mit den Vier Ringen baut dafür ihr e-tron-Systemangebot Zug um Zug aus.

Eines der Angebote, die bereits auf dem Markt sind, ist die Audi A3 e-tron connect-App. Mit ihr können die Kunden über ihr Smartphone oder über das Audi-Webportal Daten zum Fahrzeugstatus – etwa Ladestand, elektrische Reichweite und Standort – sowie statistische Informationen über vergangene Fahrten abrufen.

Mit dem Paket „Audi connect Fahrzeugsteuerung“ und den speziellen Audi connect e-tron-Diensten lassen sich weitere wichtige Fahrzeugfunktionen über die Audi MMI connect-App fernsteuern. Zu ihnen gehören das Ver- und Entriegeln, die optionalen Standheizung und das Laden. Beim Q7 e-tron 3.0 TDI quattro* sind diese Dienste in die Audi MMI connect-App integriert.

Auf Wunsch können deutsche e-tron-Kunden bei der Stromversorgung in der heimischen Garage auf nachhaltige Energie umsteigen. Audi bietet diesen Strom in Kooperation mit dem Energieanbieter Lichtblick an. Er stammt hier zu 100 Prozent aus Wasserkraftwerken in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Nach laden mit Grünstrom fahren die Plug-in-Hybridmodelle im elektrischen Betrieb emissionsfrei. Auf vielen Auslandsmärkten gibt es vergleichbare Angebote in Zusammenarbeit mit lokalen Partnern.

Auf Wunsch offeriert Audi einen individuellen Installationsservice: Ein Techniker überprüft die Hauselektrik, nimmt eventuell Anpassungen vor und montiert eine Industriesteckdose, die das Laden mit der maximalen Ladeleistung des Autos gewährt. Optional erhält der Kunde auch ein Ladedock montiert. Diese Box wird an der Wand befestigt und ermöglicht die komfortable Aufbewahrung des Ladesteckers. Das Vollladen dauert sowohl beim A3 Sportback e-tron* als auch beim Q7 e-tron 3.0 TDI quattro etwa zweieinhalb Stunden. Beim SUV ist die Batterie mit 17,3 kWh doppelt so groß wie beim Premium-Kompakten, dafür liegt seine Ladeleistung mit 7,2 kW doppelt so hoch.

Unterwegs können Kunden von Audi und Volkswagen Pkw mit der „Charge&Fuel Card“ seit Januar 2015 in ganz Deutschland Strom und Kraftstoff tanken. Diese erlaubt den Zugriff auf bundesweit mehr als 10.800 Tankstellen und 1.200 öffentliche Stationen der Ladesäulenbetreiber Ladenetz, RWE und EnBW – dieses Netz soll 2016 stark wachsen. Die Karte wird von der Audi Financial Services ausgegeben und ist bei jedem e-tron Audi-Partner erhältlich.

Sowohl Privat- als auch Geschäftskunden profitieren von der einfachen Abrechnung aus einer Hand und attraktiven, transparenten Tarifen. Bis Ende 2015 laden die Kunden völlig kostenlos, danach kostet eine Kilowattstunde Energie für den A3 Sportback e-tron circa 26,4 Cent (95 Cent pro Stunde Ladezeit bei 3,6 kW Leistung). Kartengebühren fallen nicht an.

Das schnelle, komfortable und saubere Laden wird auch künftig im Mittelpunkt des e-tron-Systemangebots stehen. Audi treibt hier den Fortschritt auf allen Gebieten voran – beim geplanten kabellosen Wechselstrom-Laden per Induktion (Audi Wireless Charging, AWC), beim Wechselstromladen bis 22 kW Leistung und beim schnellen Gleichstromladen.

Schnellladen und Audi wireless charging

Der Fortschritt bei der Ladetechnologie ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg der Elektromobilität. Ob Laden mit Gleichstrom oder Wechselstrom – die neuen Lösungen von Audi für reine Elektroautos oder Plug-in-Hybridmodelle werden für den Kunden hochkomfortabel sein. Dabei wird es auch kabellose Möglichkeiten geben. Von 2017 an kommen sie auf den Markt.

Bis 150 kW Leistung – das Schnellladen mit Gleichstrom

Gleichstromladen mit 150 kW Leistung ist der nächste Schritt. Ein sportlicher SUV wie die Studie Audi e-tron quattro concept könnte seine große 95 kWh-Batterie damit in weniger als einer halben Stunde zu 80 Prozent laden, genug für ca. 400 Kilometer Reichweite. Eine Vollladung, ausreichend für mehr als 500 Kilometer, würde etwa 50 Minuten dauern.

Gemeinsam mit anderen deutschen Herstellern setzt Audi auf das so genannte Combined Charging System (CCS). Es ermöglicht das Laden von Elektroautos mit Gleichstrom (DC) und Wechselstrom (AC) über den einheitlichen Stecker Combo 2.

Die offizielle Ladelösung der Europäischen Union, die auf den CCS-Standards beruht, ist bereits verabschiedet. Um diese Standards weltweit weiter zu promoten, hat Audi im Mai 2015 die Charging Interface Initiative (CharIN) mitgegründet, gemeinsam mit BMW, Daimler, Opel, Porsche und Volkswagen, den Stecker-Herstellern Mennekes und PhoenixContact sowie dem TÜV SÜD. In China und Japan, wo bereits andere Standards existieren (GB/T beziehungsweise CHAdeMO), werden landesspezifische Anforderungen berücksichtigt. In Europa und den USA hat der Aufbau von CCS-Ladestationen bereits begonnen, der Großteil der heute am Markt verfügbaren Stationen unterstützt eine Gleichstromladeleistung von 50 kW.

Mit einer Hochleistungs-Schnellladeinfrastruktur entlang der Verkehrsachsen werden reine Elektrofahrzeuge universell einsatzfähig. Aktuelle Bestrebungen gehen dahin, den Aufbau und Betrieb von einer Schnellladeinfrastruktur mit mindestens 150 kW Ladeleistung zu Markteinführung des ersten rein elektrisch angetriebenen Sport-SUV von Audi sicherzustellen.

Die CCS-Ladeschnittstelle hat der auf der IAA in Frankfurt vorgestellte Audi e-tron quattro concept bereits an Bord. Bis zu 350 kW Ladeleistung sind in den neuen Standards möglich.

Audi legt größten Wert darauf, den Kunden seiner rein elektrisch angetriebenen Modelle eine rundum komfortable und leistungsfähige Ladetechnologie zu bieten. Das erfordert auch eine Kühlung der Ladestecker an der Ladesäule – nur so lässt sich die volle Leistung dauerhaft übertragen, ohne die Pins thermisch zu überlasten. Im realen Fahrbetrieb stellt das schnelle Gleichstromladen vor allem für Langstreckenfahrten einen deutlichen Mehrwert für den Kunden dar.

Audi wireless charging – kontaktloses Wechselstrom-Laden

In der privaten Infrastruktur ist DC-Schnellladen aufgrund der limitierten Netzleistung kaum möglich. Mit der AWC-Technologie (Audi wireless charging), dem induktiven Wechselstrom-Laden, entwickelt Audi eine Alternative, die auch das heimische Laden hochkomfortabel macht. Das Unternehmen will AWC in 2017 auf den Markt bringen.

Die Energie wird dabei über eine Bodenladeplatte, die ans Stromnetz angeschlossen ist, übertragen. Sie integriert eine Primärspule und einen Inverter (AC/AC-Wandler). In der ersten Generation bringt sie an einem einphasigen Anschluss mit 16 Ampere Stromstärke 3,6 kW Ladeleistung auf, im nächsten Schritt sind höhere Leistungen bis zu 11 kW darstellbar.

Wenn sich der Kunde mit seinem Audi e-tron der Bodenplatte auf wenige Meter nähert, nimmt diese per Funk Kontakt mit dem Auto auf. Der Fahrer erhält die genaue Lage der Bodenplatte im Display angezeigt. Nach richtiger Positionierung kann der Ladevorgang sofort oder zeitlich gesteuert beginnen. Bei den Audi-Systemen für pilotiertes Parken, die Audi aktuell für den Serieneinsatz entwickelt, übernimmt das Auto die Positionierung selbst – der Fahrer kann vorher aussteigen und den Parkvorgang funkbasiert via Smartphone auslösen.

Vor dem Ladevorgang hebt ein integrierter Elektromotor in der Bodenladeplatte die Primärspule an. Dadurch kann die Distanz zur Sekundärspule, die im vorderen Unterbodenbereich des Audi e-tron integriert ist, unabhängig vom Fahrzeugtyp auf ein Minimum reduziert werden. Über den Luftspalt hinweg induziert das elektromagnetische Wechselfeld der Bodenplatte eine Wechselfeldspannung in der Sekundärspule des Autos. Sie wird über einen AC/DC-Wandler gleichgerichtet und ins Hochvolt-Bordnetz eingespeist. Dort lädt sie die Batterie und versorgt bei Bedarf gleichzeitig Verbraucher wie Heizung oder Klimaanlage. Der Fahrer kann den Ladevorgang jederzeit abbrechen; sobald die Batterie voll ist, endet er automatisch.

Weil sich das Wechselfeld nur dann aufbaut, wenn ein Auto über der Fläche steht und die Spule aktiv ist, stellt es keinerlei Gefahr für Menschen oder Tiere dar. Der kleine Luftspalt verhindert, dass das Magnetfeld elektronische Geräte stört.

Im ersten Ausbauschnitt eignet sich die AWC-Technologie ideal für die heimische Garage oder das Büro-Parkhaus. In einer späteren Ausbaustufe ließe sie sich in modifizierter Form auch in die öffentliche Infrastruktur integrieren, so zum Beispiel in den Asphalt von Straßen und Parkplätzen.

Die Brennstoffzellentechnologie

Emotional, hocheffizient und sauber – Audi verfolgt in der Brennstoffzellentechnologie einen ganz eigenen, für die Marke typischen Weg. Auch hier basiert die Energiekette auf umweltfreundlich erzeugtem Strom.

Audi nutzt im niedersächsischen Werlte Strom aus Windenergie, um in einer Power-to-Gas-Anlage Wasser per Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff zu zerlegen. Der reine Wasserstoff genügt, um Autos wie den Audi A7 Sportback h-tron quattro anzutreiben.

Der Technikträger A7 Sportback h-tron quattro macht deutlich, wie emotional Audi die Brennstoffzellentechnologie auf die Straße bringt. Er ist das erste Brennstoffzellenauto mit quattro-Antrieb – mit einem entscheidenden Plus an Traktion, Stabilität und Dynamik gegenüber den zweiradgetriebenen Wettbewerbern. Je eine E-Maschine treibt die Vorder- und Hinterachse an. Der e-quattro-Antrieb ermöglicht mit 170 kW Spitzenleistung und 540 Nm Maximaldrehmoment sportliche Fahrleistungen mit einer Spitzengeschwindigkeit von 200 km/h.

Außerdem gibt die Lithium-Ionen-Batterie des Audi A7 Sportback h-tron quattro beim Bremsen gespeicherte Rekuperationsenergie als Extra-Boost ab, wenn der Fahrer das rechte Pedal kräftig tritt. Die Batterie hält 8,8 kWh bereit und lässt sich an der Steckdose aufladen. Auch das Rezirkulationsgebläse in der Brennstoffzelle steigert die Effizienz des Technikträgers, indem es unverbrauchten Wasserstoff zur Anode zurückführt.

Bei der weiteren Entwicklung der Brennstoffzellen-Technologie hat Audi Anfang 2015 von dem kanadischen Unternehmen Ballard Power Systems Inc. ein Paket wichtiger Patente erworben, die die Basis für die Entwicklung der nächsten Brennstoffzellen-Generation bilden. Dieses Know-how kommt allen Marken im Volkswagen-Konzern zugute. Der Konzern wird seine Zusammenarbeit mit Ballard fortsetzen.

Gemeinsam mit Volkswagen und weiteren Partnern beschäftigt sich Audi darüber hinaus im Projekt „HyMotion 5“ mit der Zukunft der Brennstoffzelle. Im Fokus stehen neue Materialien für die so genannten Bipolar-Platten, die die einzelnen Zellen im Stack voneinander trennen. Mit ihnen wird die Brennstoffzelle erheblich leichter, kleiner, robuster und leistungsstärker.

Weitere Stärken sind das problemlose Kaltstartverhalten, die hohe Lebensdauer, das spontane Ansprechverhalten und der geringe Wasserstoffverbrauch. Auch der Preis dürfte sinken, weil der Anteil an kostspieligen Komponenten wie zum Beispiel Platin in der Brennstoffzelle zurückgeht.

Audi beschäftigt sich seit mehr als zehn Jahren mit Brennstoffzellen-Konzepten. Als erster Versuchsträger entstand 2004 der kompakte A2H2, der bereits eine Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEM) nutzte – den Königsweg in der Technologie. Seine E-Maschine leistete bereits 110 kW, eine Nickelmetallhydrid-Batterie diente als Puffer. 2009 folgte der Audi Q5 HFC (Hybrid Fuel Cell). Seine PEM-Brennstoffzelle leistete 90 kW, eine kompakte Lithium-Ionen-Batterie unterstützte sie.

Die Audi e-fuels

Audi konzipiert eine Mobilität der Zukunft, in der umweltfreundlich produzierter Strom eine Schlüsselrolle spielt. Er kann nicht nur die Elektromotoren in den e-tron-Modellen versorgen, er ist auch die treibende Kraft hinter einigen der sogenannten Audi e-fuels: klimaschonenden Alternativ-Kraftstoffen für Verbrennungsmotoren. Audi produziert Erdöl-unabhängige Kraftstoffe, die bei ihrer Herstellung ebenso viel CO₂ binden, wie sie bei der Verbrennung wieder abgeben. Sie heißen Audi e-gas, Audi e-diesel, Audi e-benzin und Audi e-ethanol. Mit Audi e-gas bietet Audi den Kunden des A3 g-tron* bereits heute klimaneutrale Mobilität.

Im Jahr 2013 ist die Audi e-gas-Anlage in Werlte (Emsland) in Betrieb gegangen. Mithilfe von Windstrom wird aus Wasser und Kohlendioxid das Audi e-gas produziert, ein synthetisches Methan. Der Prozess läuft in zwei großen Schritten ab, der Elektrolyse und der Methanisierung. Im ersten Schritt nutzt die Anlage den regenerativen Strom, um Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zu spalten. Der Wasserstoff kann mittelfristig auch als Treibstoff für Brennstoffzellenautos wie den Audi A7 Sportback h-tron quattro dienen.

Da derzeit noch eine flächendeckende Wasserstoff-Infrastruktur fehlt, liegt der Fokus zurzeit auf dem zweiten Verfahrensschritt: Durch die Reaktion des Wasserstoffs mit CO₂, das aus dem Abgasstrom einer benachbarten Abfallbiogasanlage kommt, entsteht synthetisches Methan, das Audi e-gas. Es ist chemisch mit fossilem Erdgas fast identisch, somit lässt es sich durch das deutsche Erdgasnetz an die CNG-Tankstellen verteilen und in Audi g-tron Modelle tanken.

Neues CNG-Modell: Der Audi A4 Avant g-tron

Pro Jahr produziert die Audi e-gas-Anlage bis zu 1.000 Tonnen e-gas, dabei bindet sie bis zu 2.800 Tonnen CO₂. Mit dieser Menge können 1.500 Audi g-tron-Modelle jeweils 15.000 Kilometer im Jahr CO₂-neutral zurücklegen. Als Zahlungsmittel stellt das Unternehmen die Audi e-gas-Tankkarte zur Verfügung. Diese Tankkarte dient auch als Bilanzierungsinstrument – Audi speist die von den Kunden getankte Gasmenge als e-gas wieder ins Erdgasnetz ein.

Zum Audi A3 Sportback g-tron*, der Anfang 2014 in den Markt gestartet ist, kommt Ende 2016 der neue A4 Avant g-tron* hinzu. Zudem ist der Einsatz von e-gas in weiteren Märkten in Arbeit.

Die Audi e-gas-Anlage in Werlte zeigt, wie gut das Konzept „Power to Gas“ – die Umwandlung von Strom in Treibstoff – funktioniert. Mittlerweile hat sie in der deutschen Energiewirtschaft bereits mehrere Nachahmer gefunden. So betreiben weitere große Player eigene Power-to-Gas-Anlagen. Diese machen die immer häufiger anfallenden Überschüsse an erneuerbarer Energie speicherbar und leisten damit einen wertvollen Beitrag zur Energiewende.

Zugleich trägt die Audi e-gas-Anlage dazu bei, das öffentliche Stromnetz in Norddeutschland, das zum großen Teil mit Windenergie gespeist wird, zu stabilisieren. Wie eine Testreihe des Stromnetzbetreibers TenneT TSO GmbH ergab, ist sie in der Lage, sehr schnell und zuverlässig auf Schwankungen im Stromnetz ausgleichend zu reagieren. Dadurch hat sie sich für die Teilnahme am sogenannten Sekundärregelenergiemarkt qualifiziert, den die Netzbetreiber zur Stabilisierung des Stromnetzes betreiben.

Audi ist von dem Potential des Power-to-Gas-Prinzips überzeugt und kooperiert mit weiteren Partnern aus der Energiebranche, um den steigenden Treibstoffbedarf abzudecken. Einer dieser Kooperationspartner ist die Thüga-Gruppe, ein Netzwerk kommunaler Energiedienstleister. Sie betreibt in Frankfurt am Main ebenfalls eine Power-to-Gas-Anlage, die unter anderem die Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz testet.

e-gas auf biologischem Weg: Audi Partner Viessmann

Ein weiterer Partner von Audi ist die Viessmann GmbH. Der Heizspezialist aus dem hessischen Allendorf bringt seine Expertise aus dem Strom- und Gasbereich ein und betreibt die erste Power-to-Gas Anlage mit biologischer Methanisierung in Deutschland. Ein weiteres Beispiel ist das Cleantech-Unternehmen Electrochaea in Kopenhagen, das die biologische Methanisierung in die Megawatt-Klasse bringen will. Die Umwandlung des Wasserstoffs in Methan geschieht in beiden Fällen nicht wie in Werlte auf thermochemischem, katalytischem Weg, sondern in einem biologischen Verfahren: Spezielle Mikroorganismen ernähren sich von Wasserstoff und CO₂ und produzieren dabei das Audi e-gas.

Power-to-Liquid: Audi e-diesel

In Dresden-Reick hat Ende 2014 eine Anlage zur Herstellung von Audi e-diesel den Pilotbetrieb aufgenommen. Auch hier gilt die Audi e-fuels-Formel: Bei der Kraftstoffproduktion wird genau die Menge an CO₂ gebunden, die beim Betrieb des Autos wieder emittiert wird. Das örtliche Energietechnikunternehmen sunfire ist hier Projektpartner von Audi. Die Anlage arbeitet nach dem Power-to-Liquid-Prinzip (PtL) und nutzt Ökostrom als Primärenergie. Die Rohstoffe sind Wasser und Kohlendioxid, das eine Biogasanlage liefert. Ein Teil des CO₂ wird künftig per Direct-Air-Capturing – einer Technologie des Audi-Partners Climeworks aus Zürich – aus der Umgebungsluft gewonnen.

Der Wirkungsgrad des Gesamtprozesses liegt im Vergleich zu anderen Verfahren zur Herstellung synthetischer Flüssigkraftstoffe mit etwa 70 Prozent außerordentlich hoch. Im ersten Arbeitsschritt spaltet eine Hochtemperatur-Elektrolyse das zu Dampf erhitzte Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff auf. In zwei weiteren Schritten reagiert der Wasserstoff in Synthesereaktoren – erneut unter Druck und Temperatur – mit dem CO₂. Das Resultat ist das so genannte Blue Crude, das sich – ähnlich wie Rohöl – zum Endprodukt Audi e-diesel veredeln lässt. Der synthetische Kraftstoff ist frei von Schwefel und Aromaten, seine hohe Cetanzahl macht ihn sehr zündwillig.

Hochreiner Designerkraftstoff: Audi e-benzin

Audi entwickelt zurzeit das Audi e-benzin, einen weiteren CO₂-neutralen Zukunfts-Kraftstoff, auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Die Global Bioenergies S.A. betreibt in der Nähe von Reims (Frankreich) eine Pilotanlage zur Herstellung von Isobuten. Das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CPB) in Leuna (Sachsen-Anhalt) wandelt das gasförmige Isobuten mithilfe von Wasserstoff in flüssiges Isooktan um, einen hochwertigen Designer-Kraftstoff. Er ist schwefel- und benzolfrei und verbrennt deshalb sehr schadstoffarm.

Global Bioenergies errichtet derzeit in Leuna eine Demonstrationsanlage, die ab 2016 größere Mengen Isooktan produzieren soll. Mittelfristig wollen die Projektpartner den Prozess so modifizieren, dass er ohne Biomasse auskommt – dann genügen Wasser, regenerativ hergestellter Wasserstoff, CO₂ und Sonnenlicht.

Hoher Ertrag pro Quadratmeter: Audi e-ethanol

Ein weiteres Projekt läuft in Hobbs (New Mexico, USA). Hier betreibt Audi seit 2012 gemeinsam mit dem US-amerikanischen Biotechnikunternehmen Joule eine Forschungsanlage zur Herstellung von hochreinem e-ethanol und e-diesel. Spezielle Mikroorganismen nutzen Sonnenlicht, Kohlendioxid und Salz- oder Brauchwasser, um flüssige Kraftstoffe zu bilden. Am Ende dieser biotechnologisch optimierten Photosynthese stehen Alkane – wichtige Bestandteile von Dieselmotorkraftstoff oder auch Ethanol. Bereits heute sind die spezifischen Flächenerträge der Demonstrationsanlage achtmal höher als bei der Produktion des in den USA weitverbreiteten Bioethanol aus Weizen und immer noch dreimal höher als bei Bioethanol aus Zuckerrohr, wie es vor allem in Brasilien hergestellt wird. Weitere Steigerungen sind zu erwarten.

Große Klasse, geringe Emission – der Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro

Mit dem Q7 e-tron quattro* präsentiert Audi das weltweit erste Plug-in-Hybridmodell mit Sechszylinder-TDI und quattro-Antrieb. Dank der Power von 275 kW (373 PS) Systemleistung und 700 Nm Systemdrehmoment setzt der SUV Maßstäbe: Er sprintet in 6,2 Sekunden von 0 auf 100 km/h und verbraucht im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) nicht mehr als 1,8 Liter Kraftstoff auf 100 Kilometer – ein Bestwert in seinem Segment.

Der 3.0 TDI, ein hocheffizienter V6-Diesel der neuesten Generation, leistet 190 kW (258 PS) und stemmt 600 Nm Drehmoment.

Die E-Maschine erzeugt 94 kW Leistung und 350 Nm Drehmoment, zusammen mit einer Trennkupplung ist sie in die Achtstufen-tiptronic integriert. Das Automatikgetriebe überzeugt durch hohen Wirkungsgrad und geringes Gewicht. Der permanente Allradantrieb quattro arbeitet bei schneller Kurvenfahrt eng mit der radselektiven Momentensteuerung, einer intelligenten Software, zusammen. Diese bremst die kurveninneren Räder minimal an und steigert somit die Agilität und die Stabilität des Autos weiter.

56 Kilometer elektrische Reichweite: Bestwert im Segment

Die Lithium-Ionen-Batterie ist aus 168 prismatischen Zellen aufgebaut und flüssigkeitsgekühlt. Mit 17,3 kWh Kapazität ermöglicht sie im NEFZ bis zu 56 Kilometer Reichweite im elektrischen Betrieb – neben dem Kraftstoffverbrauch eine weitere Bestmarke im Segment. Die mögliche Gesamtreichweite mit dem TDI-Motor beträgt bis zu 1.320 Kilometer.

Die neue mehrphasige Ladetechnologie erlaubt das Laden mit 7,2 kW Leistung. Damit dauert eine Vollladung an einer Industriesteckdose weniger als zweieinhalb Stunden. Ergänzend bietet Audi ein Paket von speziellen e-tron-Serviceleistungen an – von der Umstellung auf Ökostrom (Audi Energie) bis zur „Audi Charge&Fuel Card“. Mit den e-tron-Diensten im Portfolio von Audi connect kann der Fahrer Funktionen wie Laden und Klimatisieren über das Smartphone steuern.

Maximale Effizienz: das Hybridmanagement

Das Hybridmanagement regelt die Betriebszustände des Audi Q7 e-tron quattro intelligent, flexibel und hocheffizient. Der Fahrer hat die Wahl zwischen drei Modi. Der Modus „EV“ räumt dem elektrischen Fahren Priorität ein, im Modus „hybrid“ entscheidet das Hybridmanagement weitgehend frei über die Art des Antriebs. Im Modus „battery hold“ spart es die vorhandene elektrische Energie für einen späteren Zeitpunkt auf.

Je nach Fahrsituation kann der SUV boosten, segeln und rekuperieren – im Alltag laufen die meisten Bremsvorgänge über die E-Maschine, die dann als Generator arbeitet. In aller Regel startet der Audi Q7 e-tron quattro rein elektrisch. Beim Wechsel in den hybrid-Modus und für das Boosten muss der Fahrer das aktive Fahrpedal, eine weitere Neuheit von Audi, über einen gewissen Widerstand hinaus durchtreten. Die Position des Druckpunktes ist je nach Ladezustand flexibel geregelt.

Nach der einschlägigen Norm für Plug-in-Hybride verbraucht der Audi Q7 e-tron quattro im NEFZ-Zyklus nur 1,8 Liter Kraftstoff (48 Gramm CO₂ pro km). Das Gesamtsystem leistet 275 kW (373 PS) und liefert ein Drehmoment von 700 Nm. Damit beschleunigt der SUV in 6,2 Sekunden von 0 auf 100 km/h und weiter bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 230 km/h.

Weltweite Innovation: die Wärmepumpe

Ein wichtiger Effizienzbaustein ist das speziell entwickelte Thermomanagement mit einer Wärmepumpe. Diese ermöglicht es, die Abwärme der elektrischen Antriebskomponenten dem Innenraum des Q7 e-tron quattro zur Verfügung zu stellen. Sie klimatisiert den Innenraum wirksam und schnell. Zugleich erhöht sie wegen ihres geringeren Energiebedarfs die elektrische Reichweite im Vergleich zu einer konventionellen elektrischen Heizung erheblich. Audi bringt die Wärmepumpen-Technologie als weltweit erster Hersteller in einem Plug-in-Hybridauto in Serie und setzt damit in den Bereichen Innenraumkomfort und Effizienz der Klimatisierung Maßstäbe.

Die ebenfalls serienmäßige MMI Navigation plus arbeitet beim Audi Q7-e-tron quattro eng mit dem Hybridmanagement zusammen. Das erlaubt, schon beim Start anhand der Navigationsdaten und der Echtzeit-Verkehrsinformationen eine ideale Fahrstrategie zu errechnen – auch auf längere Distanz.

Während der Fahrt unterstützt der Prädiktive Effizienzassistent den Fahrer beim Kraftstoffsparen, indem er präzise Nahumfeld-Informationen liefert. Aus den Navigations- und Kameradaten sowie den Informationen der Radarsensoren der optionalen adaptive cruise control (ACC) erstellt er bis zu drei Kilometer im Voraus ein detailliertes Bild der Strecke. Vor Tempolimits, Ortsschildern, Kurven, Kreisverkehren und Kreuzungen schlägt er dem Fahrer rechtzeitig per optischem Hinweis vor, vom Fahrpedal zu gehen. Zugleich pulst das aktive Fahrpedal einmal gegen seine Fußsohle.

Extrem vielseitig: das Fahrwerk

Als Allrounder für Freizeit, Familie, Sport und Business meistert der Audi Q7 e-tron quattro auch leichtes Gelände mühelos. Ein Bergabfahrassistent und ein Offroad-Modus für die Elektronische Stabilisierungskontrolle ESC sind serienmäßig an Bord. Mit der optionalen Luftfeder ist zusätzlich eine Neigungswinkelanzeige Serie.

Der Audi Q7 e-tron quattro vereint Komfort mit großen sportlichen Talenten. Die elektromechanische Servolenkung arbeitet feinfühlig und energiesparend. Die Fünflenker-Aufhängungen vorne und hinten bauen sehr leicht und tragen stark zur hohen Fahrdynamik bei. Eine wesentliche Rolle spielen hier auch der niedrige Schwerpunkt und das relativ geringe Leergewicht. Hier hat die Karosserie mit ihren zahlreichen Bauteilen aus warmumgeformtem Stahl und Aluminium entscheidenden Anteil.

Schon in der Basisversion rollt der geräumige Plug-in-Hybrid-SUV eindrucksvoll komfortabel ab. Optional liefert Audi die Luftfederung mit geregelter Dämpfung adaptive air suspension. Der Fahrer kann ihre Charakteristik über das serienmäßige Fahrdynamiksystem Audi drive select regeln. Es hält bis zu sieben Modi bereit und bindet unter anderem Motorsteuerung, Motorsound, Automatikgetriebe, Lenkunterstützung, Geschwindigkeitsregelanlage, adaptive cruise control (ACC), Matrix LED-Scheinwerfer und Ambientebeleuchtung ein.

Weltpremiere in einem Dieselmotor haben die aktiven Motorlager im Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro. Sie eliminieren Vibrationen weitgehend, indem sie mit ihren elektromagnetischen Schwingspulenaktuatoren phasenversetzte Gegenschwingungen erzeugen. Die Motorlager sind immer aktiv, wenn der Verbrennungsmotor läuft.

Spezifische Details: das Design

Das Design des 5,05 Meter langen Q7 e-tron quattro zeigt sich kraftvoll-maskulin und zugleich von elegantem Understatement. Die markante Radbetonung und die Kanten über den Rädern – die „quattro-Blister“ – verdeutlichen die Gene von Audi. Die Heckklappe umgreift die steil stehenden D-Säulen, typisch für die Q-Modelle der Marke. Der plastisch gestaltete Singleframe-Grill, die Lufteinlässe, der Diffusor und die 19- und 20-Zoll-Räder sind beim Hybridmodell speziell gezeichnet. Zusätzlich kann der Kunde beleuchtete Einstiegsleisten mit e-tron-Schriftzug bestellen.

Eleganz und Qualität: das Interieur

Der Audi Q7 e-tron quattro offeriert das größte Raumangebot in seinem Segment. Die Fondsitze mit ihren verstellbaren Lehnen lassen sich auf Wunsch in der Länge verschieben. Die Lithium-Ionen-Batterie beansprucht nur wenig Platz – der Gepäckraum hält 650 Liter Volumen bereit, maximal sind es 1.835 Liter. Eine elektrisch betätigte Heckklappe ist Serie, auf Wunsch gibt es eine Gestensteuerung dafür.

Im Innenraum unterstreichen Designelemente wie der Wrap-around, der große Bogen um Fahrer und Beifahrer, die Dekorleisten oder das Luftausströmer-Band die großzügige Weite. Die zweiteiligen Applikationsflächen ermöglichen viele individuelle Kombinationen, das Angebot an Bezügen entspricht der Luxusklasse. Die Verarbeitung ist gewohnt hochwertig.

Maßgeschneidert: Bedienung und Anzeige

Das Audi virtual cockpit ist im Q7 e-tron quattro Serie – das volldigitale Kombiinstrument mit seiner 12,3 Zoll Diagonale präsentiert alle wichtigen Informationen in Grafiken von Top-Qualität. Der Fahrer kann verschiedene Info-Ebenen aufrufen: Das Audi virtual cockpit zeigt das Powermeter, den Energiefluss, die Reichweite und den Ladezustand der Batterie an.

Das Infotainment hat Audi um wesentliche e-tron-Anzeigen ergänzt. So steht zum Beispiel eine Verbrauchsstatistik und eine graphische Anzeige der elektrischen Reichweite in der Navigations-Landkarte zur Verfügung. Weiterhin kann der Fahrer sowohl das Laden als auch die Vorklimatisierung zeitlich steuern und an seine Wünsche, wie zum Beispiel den Abfahrzeitpunkt, ressourcen- und kostensparend anpassen.

Ermöglicht wird das durch den Modularen Infotainmentbaukasten der zweiten Generation, der die hohe Rechenleistung des Tegra 30-Chips von Audi-Partner Nvidia nutzt – er macht die serienmäßige MMI Navigation plus extrem leistungsfähig. Die Bedienung erfolgt per Sprache, mit dem Multifunktionslenkrad oder dem völlig neu entwickelten MMI all-in-touch, dem Touchpad mit haptischer Rückmeldung.

Der Baustein Audi connect, ebenfalls Serie, verbindet den Q7 e-tron quattro auf dem schnellen LTE-Standard mit dem Internet. Mit der Audi MMI connect App lassen sich über das Smartphone der Ladevorgang und die Innenraumklimatisierung fernsteuern, der Batteriestatus abrufen und Daten zu den vergangenen Fahrten anzeigen. Die Beifahrer können per WLAN-Hotspot mit ihren mobilen Endgeräten surfen und mailen. Auch die ergänzenden Komponenten stehen für die Innovations-Power der Marke – das Audi tablet für das Rear Seat Entertainment, die Soundsysteme von Bang & Olufsen und Bose mit 3D-Klang sowie die Audi phone box, die das Mobiltelefon komfortabel mit dem Auto verbindet und es induktiv lädt.

Komfort und Sicherheit: Die Fahrerassistenzsysteme

Bei den Assistenzsystemen setzt der Audi Q7 e-tron quattro ebenfalls Maßstäbe. Besonders wertvoll für den Alltag sind hier neben dem Prädiktiven Effizienzassistent der Ausweichassistent, der Abbiegeassistent, der Querverkehrsassistent hinten und der Anhängerassistent. Die adaptive cruise control inklusive Stauassistent nimmt dem Fahrer auf gut ausgebauten Straßen bis 65 km/h Geschwindigkeit das Verzögern und Beschleunigen sowie die Lenkarbeit ab, solange der Verkehr nur zäh fließt.

Power aus Gas: Der neue Audi A4 Avant g-tron

Sportlich, vielseitig und auf Wunsch komplett CO₂-neutral: Der A4 Avant g-tron*, der Ende 2016 auf den Markt kommt, ist ein weiteres Angebot von Audi für die nachhaltige Mobilität der Zukunft. Nach dem A3 Sportback g-tron* ist er das zweite Modell der Marke, das Erdgas beziehungsweise das klimaschonende Audi e-gas nutzt.

Der A4 Avant g-tron fährt sportlich, effizient und höchst wirtschaftlich zugleich. Als Basis für den Motor dient der neue 2.0 TFSI mit dem von Audi weiterentwickelten, hoch effizienten Brennverfahren. Das Turbo-Aggregat leistet 125 kW (170 PS). Bei ca. 1.650 1/min steht das maximale Drehmoment von 270 Nm bereit. Die speziell für den Gasbetrieb angepassten Kolben und Ventile ermöglichen dabei eine optimale Verdichtung. Ein elektronischer Regler verringert den hohen Druck des vom Tank einströmenden Erdgases von bis zu 200 bar auf 5 bis 10 bar Arbeitsdruck im Motor. Diese Druckregelung erfolgt dynamisch und präzise, entsprechend der vom Fahrer angeforderten Kraft. So steht in der Gasleitung und in den Einblasventilen stets der richtige Druck bereit – niedrig für effizientes Fahren im unteren Drehzahlbereich, höher für mehr Leistung und Drehmoment.

Im NEFZ-Zyklus verbraucht der Audi A4 Avant g-tron pro 100 Kilometer weniger als vier Kilogramm CNG (Compressed Natural Gas) – das entspricht Kraftstoffkosten von nur etwa vier Euro (Stand: Oktober 2015). Die CO₂-Emission liegt bei weniger als 100 Gramm pro Kilometer. Das Tankvolumen von 19 Kilogramm Gas ermöglicht eine Reichweite von mehr als 500 Kilometern im NEFZ. Bei einer Restmenge von etwa 0,6 Kilogramm, analog 10 bar Restdruck, wechselt das Steuergerät auf Benzinbetrieb – in diesem Modus kann der bivalent ausgelegte A4 Avant g-tron weitere 450 Kilometer zurücklegen. Die mögliche Gesamtreichweite liegt im Bereich eines Autos mit TDI-Motor.

Die Einfüllstutzen für Gas und Benzin befinden sich unter einer gemeinsamen Tankklappe. Nach dem Tanken und bei großer Kälte startet der Motor zunächst mit Benzin und schaltet danach so rasch wie möglich auf Gasbetrieb um. Zwei Anzeigen im Kombiinstrument halten den Fahrer über die Füllstände der Tanks auf dem Laufenden. Das Fahrerinformationssystem zeigt den Verbrauch im jeweils aktuellen Betriebsmodus an.

Audi baut die vier zylindrischen CNG-Behälter als ein kompaktes Modul in den Hinterwagen des Avant. Sie sind optimal an die Raumverhältnisse angepasst und jeweils spezifisch dimensioniert. Schalen aus Stahlblech mit Spannbändern tragen die Behälter und schützen sie vor Beschädigungen, zum Beispiel an Bordsteinkanten. Das gesamte CNG-Tankmodul, das auch den 25 Liter-Benzintank integriert, wird bei der Produktion des A4 Avant in die Karosserie eingepasst. Die Reserveradmulde entfällt. Zusätzlich wandert die Batterie vom Gepäckraum in den Motorraum. Der Ladeboden liegt auf Höhe der Ladekante und bietet somit einen vollwertigen Kofferraum.

Die CNG-Behälter mit 200 bar Betriebsdruck bei 15 Grad Celsius folgen der Leichtbauphilosophie von Audi – dank ihres innovativen Layouts wiegen sie 56 Prozent weniger als vergleichbare Stahlflaschen. Eine Matrix aus gasdichtem Polyamid bildet die innere Lage. Die zweite Schicht aus einer Mischwicklung kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) und glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sorgt für höchste Festigkeit. Die dritte Schicht besteht rein aus GFK und dient vor allem zur optischen Prüfung – an beschädigten Stellen verfärbt sie sich milchig-weiß. Bei der Herstellung wird jeder Behälter mit 300 bar geprüft, bevor er ins Auto kommt. Der reale Bestdruck liegt nochmals weit höher und übertrifft die gesetzlichen Anforderungen deutlich.

Mit Audi e-gas ist der A4 Avant g-tron CO₂-neutral unterwegs. Beim e-gas handelt es sich um synthetisches Methan, das in mehreren Power-to-Gas-Anlagen mithilfe von Ökostrom aus Wasser und CO₂ entsteht. Audi betreibt in Werlte die weltweit erste Power-to-Gas-Anlage industriellen Maßstabs, bezieht das e-gas inzwischen aber auch aus weiteren Anlagen.

Durch die Power-to-Gas-Technologie macht die Marke mit den Vier Ringen Überschüsse an erneuerbarer Energie speicherbar und leistet somit einen wertvollen Beitrag zur Energiewende. Gemeinsam mit seinen Partnern treibt das Unternehmen die Entwicklung unterschiedlicher synthetischer Kraftstoffe, der Audi e-fuels, intensiv voran – auch mit neuen Herstellungsverfahren auf biologischem Weg.

Der Fahrer kann den Kraftstoff mit der vom Audi A3 Sportback g-tron* bekannten Audi e-gas-Tankkarte beziehen, die sowohl als Zahlungs- wie auch als Bilanzierungsinstrument dient. Auf Basis der beim Bezahlen übermittelten Informationen speist Audi die vom Kunden getankte Gasmenge in Form von e-gas wieder ins Erdgasnetz ein. So realisiert die Marke mit den Vier Ringen eine komplett CO₂-neutrale Mobilität.

Der Audi A7 Sportback h-tron quattro

Er spurtet in 7,9 Sekunden von 0 auf 100 km/h und erreicht 200 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 nutzt einen 170 kW starken Elektroantrieb mit einer Brennstoffzelle als Energielieferant. Jede der beiden E-Maschinen treibt die Räder einer Achse an – die Technikstudie von Audi ist ein echter quattro und damit ein Novum unter den Brennstoffzellenautos.

Der Audi A7 Sportback h-tron quattro reiht sich in die Palette der alternativ angetriebenen Audi-Modelle e-tron und g-tron ein und bringt eine weitere Zukunftstechnologie ins Spiel: Das „h“ in seinem Namens Kürzel steht für das Element Wasserstoff.

Die Brennstoffzelle des Audi-Technologieträgers ist, wie der Motor eines konventionellen A7 Sportback, im Vorderwagen montiert. Sie setzt sich aus mehr als 300 Zellen zusammen, die einen Stapel ("Stack") bilden. Der Kern jeder Einzelzelle ist eine Membran aus einem Polymer-Kunststoff. An beiden Seiten der Membran befindet sich ein Platin-basierter Katalysator. An der Anode wird Wasserstoff zugeführt, der in Protonen und Elektronen zerlegt wird. Die Protonen wandern durch die Membran zur Kathode, wo sie mit Sauerstoff aus der Luft zu Wasserdampf reagieren. Die Elektronen wiederum liefern außerhalb des Stacks den elektrischen Strom – je nach Lastpunkt beträgt die Einzelzellenspannung etwa 0,6 bis 0,8 Volt.

Die Brennstoffzelle arbeitet im Hochspannungsbereich. Zu den wichtigsten Nebenaggregaten zählen eine Kühlmittelpumpe und ein Turboverdichter, der die Luft in die Zellen presst, das sogenannte Rezirkulationsgebläse – es führt unverbrauchten Wasserstoff zurück zur Anode und steigert damit die Effizienz. Diese Komponenten besitzen einen elektrischen Antrieb auf Hochvolt-Basis und werden aus der Brennstoffzelle versorgt. Da die Abgasanlage ausschließlich Wasserdampf leitet, kann sie aus leichtem Kunststoff gefertigt werden.

Zur Kühlung der Brennstoffzelle dient ein eigener Kühlkreislauf. Das Aggregat, das 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 – fast doppelt so viel wie ein gängiger Verbrennungsmotor. Ein Kaltstart ist bis zu Temperaturen von -28 Grad Celsius sichergestellt. Ein Wärmetauscher sowie ein thermoelektrisches, selbst regelndes Zuheizelement sorgen für angenehme Temperaturen im Fahrgastraum.

Batterie unter dem Gepäckraum: Das Plug-in-Hybrid-Konzept

Eine Besonderheit des A7 Sportback h-tron quattro ist sein Konzept als Plug-in-Hybrid – eine konsequente Weiterentwicklung der Audi A2H2- und Q5 HFC-Versuchsautos. Der Technikträger hat eine Lithium-Ionen-Batterie mit 8,8 kWh Energiekapazität an Bord, die aus dem Audi A3 Sportback e-tron* stammt. Sie ist unter dem Gepäckraum angebracht, ihr Thermomanagement läuft über einen eigenen Kühlkreislauf.

Die leistungsfähige Batterie bildet den idealen Partner für die Brennstoffzelle. Sie kann beim Bremsen die Rekuperationsenergie speichern und beim Volllast-Boosten eine erhebliche Leistung beisteuern. Mit Batteriestrom legt der Audi A7 Sportback h-tron quattro bis zu 50 Kilometer zurück. Je nach Spannung und Stromstärke dauert das Vollladen zwischen zwei und vier Stunden.

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

Neuartige Faszination: quattro-Antrieb ohne mechanische Bauteile

Der Audi A7 Sportback h-tron quattro ist das erste Brennstoffzellenauto mit einem quattro-Antrieb – und zwar mit einem e-quattro, der ohne verbindende mechanische Bauteile auskommt. Der vordere Elektromotor treibt die Vorderräder an, das Aggregat im Heck die Hinterräder. Für beide Achsen lässt sich das Drehmoment bei Schlupf elektronisch regeln und stufenlos variieren.

Das e-quattro-Konzept bedingt eine präzise Abstimmung der Elektromotoren aufeinander – der Technikträger fährt sich sportlich, stabil und traktionsstark wie ein Serienauto mit mechanischem quattro-Antrieb.

Bei den 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 beziehungsweise 114 kW, wenn die Spannung kurzfristig angehoben wird. Das maximale Drehmoment beträgt jeweils 270 Nm. 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.

Das Fahren im Audi A7 Sportback h-tron quattro verbindet die Leistung des elektrischen Antriebs mit den Vorzügen des neuen e-quattro. Der lautlose Schub steht vom Anfahren an voll zur Verfügung. Bei Volllast erreicht die Brennstoffzelle ihre Maximalleistung innerhalb einer Sekunde – dynamischer als ein Verbrennungsmotor, da der ganze Antrieb nur wenige mechanische Bauteile enthält.

Mit der Durchzugskraft von 540 Nm sprintet der Audi A7 Sportback h-tron quattro mit seinem Gewicht von nur rund 1.950 Kilogramm, in 7,9 Sekunden aus dem Stand auf 100 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 200 km/h – ein Spitzenwert im Wettbewerbsumfeld. 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 zumeist rein elektrisch. Erst bei energischen Verzögerungen oder Notbremsungen werden die vier Scheibenbremsen zusätzlich aktiv.

Mehr als 500 Kilometer Reichweite: Die Wasserstofftanks

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.

Die Tankklappe des fünftürigen Coupés befindet sich im rechten Seitenteil, darunter ein Füllstutzen für den Wasserstoff. Eine Vollbetankung mit H₂ dauert wie bei einem konventionellen Auto etwa drei Minuten. Dabei kommunizieren die Tanks über eine Infrarotschnittstelle mit der Tankanlage und übertragen die jeweiligen Druck- und Temperaturniveaus für einen optimalen Betankungsvorgang.

Der Audi e-tron quattro concept

Strömungsoptimiertes Design mit einem cw-Wert von 0,25, ein rein elektrischer e-tron quattro-Antrieb mit bis zu 370 kW Leistung – der Audi e-tron quattro concept ist ein rein elektrisch angetriebener Sport-SUV der Oberklasse. Die Technikstudie gewährt einen konkreten Ausblick auf das 2018 folgende Serienmodell. Und sie setzt ein Statement für die Zukunft der Elektromobilität: Sie ist sportlich, effizient und alltagstauglich.

Leistung pur: Drei Elektromotoren

Der Audi e-tron quattro concept nutzt die Leistung von drei Elektromotoren – eine E-Maschine treibt die Vorderachse an, die beiden anderen wirken auf die Hinterachse. Gemeinsam leisten sie 320 kW, beim Boosten kann der Fahrer kurzzeitig sogar 370 kW und mehr als 800 Nm Drehmoment abrufen. Die Konzeptstudie bietet Fahrleistungen wie ein Sportwagen: Wenn der Fahrer das rechte Pedal voll durchtritt, sprintet der Audi e-tron quattro concept aus dem Stand in 4,6 Sekunden auf 100 km/h, die elektronisch begrenzte Spitze von 210 km/h ist rasch erreicht.

Das Konzept der drei E-Maschinen, das Audi erstmalig vorstellt, macht die Technikstudie zum e-tron quattro. Ein intelligentes Antriebsmanagement steuert das Zusammenspiel je nach Situation. Dabei entsteht ein Höchstmaß an Effizienz. Der Fahrer entscheidet über den Grad der Rekuperation, das Fahrprogramm S oder D und den Modus des Fahrdynamiksystems Audi drive select. Bei sportlicher Gangart auf einer kurvenreichen Straße verteilt der Torque Control Manager die Momente je nach Bedarf aktiv zwischen den Hinterrädern – dieses Torque Vectoring sorgt für maximale Dynamik und Stabilität.

Die große Lithium-Ionen-Batterie ist in den Boden der Fahrgastzelle integriert. Sie verleiht dem Audi e-tron quattro concept eine ausgewogene Achslastverteilung und einen tiefen Schwerpunkt – Voraussetzungen für dynamisches Handling. Die Energiekapazität der Batterie von 95 kWh ermöglicht mehr als 500 Kilometer Reichweite.

Das Combined Charging System (CCS) erlaubt das Laden mit Gleich- und Wechselstrom. Eine Vollladung mit Gleichstrom dauert an einer Ladesäule mit 150 kW Leistung nur rund 50 Minuten. Alternativ ist die Studie auf die Technologie Audi Wireless Charging (AWC) ausgelegt, das kontaktlose Laden per Induktion. Der Ladevorgang ist sehr komfortabel – der Audi e-tron quattro concept nutzt ein System für pilotiertes Parken, das ihn auf die richtige Position auf der Ladeplatte führt. Bei Sonnenschein steuert zudem ein großes Solardach Strom für die Antriebsbatterie bei.

Auch das Fahrwerk bringt den Hightech-Charakter der Konzeptstudie zum Ausdruck. Die adaptive air suspension sport, die Luftfederung mit geregelter Dämpfung, senkt die Karosserie bei höherem Tempo ab und verringert so den Luftwiderstand. Die Dynamik-Allradlenkung kombiniert eine Dynamiklenkung an der Vorderachse mit einer Lenkung für die Hinterräder.

Aerodynamisch: Das Exterieurdesign

Der Audi e-tron quattro concept verbindet das Design harmonisch mit der Aerodynamik und dem rein elektrischen Antrieb. Die fünftürige Technikstudie ist 4,88 Meter lang, 1,93 Meter breit und nur 1,54 Meter hoch. Ihre Silhouette mit dem extrem flachen, hinten stark eingezogenen Glashaus ist coupéhaft und wirkt dadurch sehr dynamisch. Der c_w -Wert von 0,25 ist eine neue Bestmarke für das SUV-Segment, in dem die c_w -Werte zumeist deutlich über 0,30 liegen.

Auf der Frontklappe, an den Flanken und am Heck steuern elektrisch bewegliche Aerodynamik-Elemente ab einer Geschwindigkeit von 80 km/h den Luftstrom je nach Bedarf. Sie verbessern so die Durch- und Umströmung. Die vertikalen Abrisskanten an den Seitenwänden und der völlig geschlossene Unterboden mit seinen neu konzipierten Mikrostrukturen tragen ebenfalls zur Reduzierung des Luftwiderstands bei. Kameras ersetzen die Außenspiegel. An Bord des Autos ist das Windgeräuschniveau niedrig, Motorgeräusche gibt es im Elektroauto ohnehin nicht – die Faszination des elektrischen Fahrens entfaltet sich in der Stille.

An der Front nutzen alle Hauptlichtfunktionen die Matrix-Laser-Technologie. Im unteren Bereich liegt eine neue, markante Signaturbeleuchtung aus fünf Leuchten-Elementen. Jedes von ihnen kombiniert einen LED-Leuchtkörper mit einem extrem flachen OLED-Element (organic light emitting diode).

Auch die Heckleuchten setzen sich aus zwei Bereichen zusammen. Die oberen Zonen integrieren je neun rote OLED-Einheiten für die Schlusslicht-Funktion, drei weitere liegen darunter.

Geräumig und komfortabel: Der Innenraum

Das Package des Audi e-tron quattro concept ermöglicht einen geräumigen, komfortablen Innenraum für vier Personen und 615 Liter Gepäck. Das Interieur wirkt leicht und licht, seine Architektur verschmilzt harmonisch mit dem Bedien- und Anzeigenkonzept. Alle Displays im Interieur sind in OLED-Technologie konzipiert – die hauchdünnen Folien lassen sich in beliebigen Formen zuschneiden.

Die Konzeptstudie hat alle Technologien an Bord, die Audi für das pilotierte Fahren entwickelt hat: Radarsensoren, eine Videokamera, Ultraschall-Sensoren und einen Laserscanner. Die Daten, die sie liefern, laufen im zentralen Fahrerassistenzsteuergerät (zFAS) im Gepäckraum zusammen. Es errechnet in Echtzeit ein vollständiges Umgebungsmodell des Autos und stellt die Informationen allen Assistenzsystemen und den Systemen für das pilotierte Fahren zur Verfügung. Auch diese Technologien stehen bei Audi kurz vor dem Serieneinsatz.

Der Audi TT clubsport turbo

Breite Anbauteile, ein mächtiger Heckflügel und eine Leistung von 441 kW (600 PS) – der Audi TT clubsport turbo imponiert durch seine Power und sein spektakuläres Design. Die Technikstudie, die ihr Debüt bei der Wörtherseetour 2015 gegeben hat, kombiniert erstmals einen kraftvollen TFSI-Motor mit einem elektrischen Biturbo. Damit lässt sie die Konkurrenz bereits auf den ersten Metern hinter sich.

Der Audi TT clubsport turbo ist vom erfolgreichen Rennwagen Audi 90 IMSA GTO der späten 1980er Jahre inspiriert und nutzt einen leistungsgesteigerten 2.5 TFSI-Motor. Aus 2.480 cm³ Hubraum holt der Fünfzylinder 441 kW (600 PS) Leistung sowie 650 Nm Drehmoment, von 3.000 bis 7.000 1/min stehen mehr als 600 Nm zur Verfügung. Pro Liter Hubraum erzielt der klangvolle 2.5 TFSI 176 kW (240 PS) und 260 Nm. Seine Abgasanlage ist auf minimalen Gegendruck ausgelegt, gleich nach dem Renn-Schalldämpfer mündet eine Sidepipe ins Freie.

Das Showcar Audi TT clubsport turbo hat ein Leergewicht von gerade einmal 1.396 Kilogramm. Es braucht für den Standardsprint von 0 auf 100 km/h nur 3,6 Sekunden, erst bei 310 km/h endet der Vortrieb. Seine große Stärke spielt der TT clubsport turbo auf den ersten Metern aus: Mithilfe seines elektrisch angetriebenen Verdichters (EAV) fährt er in den ersten 2,5 Sekunden vom Start weg sechs Meter weiter als ein vergleichbares Auto ohne diese neue Technologie.

Im unteren Drehzahlbereich steigert der elektrisch angetriebene Verdichter das Drehmoment um bis zu 130 Nm. Er dreht spontan und ansatzlos auf Maximaldrehzahl und erhöht immer dann den Ladedruck, wenn für den konventionellen Abgasturbolader zu wenig Antriebsenergie im Abgas zur Verfügung steht. Das erlaubt es, den herkömmlichen Lader stärker auf hohe Ladedrücke und damit hohe Motorleistung auszulegen. Der 2.5 TFSI baut seine immense Kraft ohne jede wahrnehmbare Verzögerung auf – sie steht beim Gas geben in jeder Situation zur Verfügung.

Energiespeicher: Das 48-Volt-Bordnetz

Für die Stromversorgung des elektrisch angetriebenen Verdichters sorgt ein eigenes 48-Volt-Teilbordnetz – eine weitere wichtige Zukunftstechnologie von Audi. Eine kompakte Lithium-Ionen-Batterie im Gepäckraum speichert die Energie, die im Schubbetrieb per Rekuperation gewonnen wird. Ein DC/DC-Wandler stellt den Anschluss zum 12-Volt-Bordnetz her.

Die Kraftübertragung erfolgt über ein manuelles Sechsganggetriebe und den permanenten Allradantrieb quattro. Dessen Lamellenkupplung sitzt wegen der besseren Gewichtsverteilung an der Hinterachse. Ein Gewindefahrwerk erlaubt es, die Trimmelage der Karosserie sowie die Zug- und Druckstufe der Dämpfer je nach Bedarf einzustellen. Eine elektrische Liftfunktion schützt die Technik vor Beschädigungen durch Bordsteinkanten. Die Elektronische Stabilisierungskontrolle ESC und die radselektive Momentensteuerung runden die dynamischen Qualitäten des Fahrwerks ab.

Die Räder haben das Format 9,5 J x 20. Ihr Sechs-Doppelspeichen-Design ist in Bicolor-Optik – glanzgedreht und Schwarz matt – gehalten, die Bereifung stammt aus der Serie 275/30. Hinter allen vier Rädern sitzen Bremsscheiben aus Kohlefaser-Keramik, die besonders leicht und abriebfest sind. Die vorderen Scheiben weisen 370 Millimeter Durchmesser auf.

Um 14 Zentimeter verbreitert: Charakteristische Anbauteile

Mit Spurweiten von 1.736 Millimeter vorn und 1.729 Millimeter hinten steht der kompakte Sportwagen satt auf der Straße. Bei 4,33 Meter Länge ist er inklusive der Seitenspiegel 1,97 Meter breit. Seine kantigen Kotflügel bilden eigene, additiv aufgesetzte Körper. Damit treiben sie das charakteristische Designmotiv des Audi TT ins Extrem und betonen zudem den quattro-Antrieb. Die Kotflügel sind vorn und hinten geöffnet, der Fahrtwind durchströmt sie und kühlt die Bremsen. Der Singleframe-Grill und die großen Lufteinlässe sind ebenfalls für maximalen Luftdurchsatz optimiert.

Beim manuell einstellbaren Heckflügel handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Rennwagens vom Audi Sport TT Cup. In der Breite hat der Flügel um 20 Zentimeter zugelegt, die seitlichen Flaps, die die Vier Ringe tragen, erhielten eine neue Geometrie.

Der Flügel besteht ebenso aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) wie alle anderen Anbauteile – die Lufteinlässe und der große Splitter an der Front, die Kotflügel und Seitenschwellerleisten sowie der voluminöse Diffusor am Heck. Ein Verbund aus ultrahochfesten Titan-Rohren macht die hintere Zone des Innenraums noch steifer und sicherer. Fahrer und Beifahrer sitzen auf leichten Rennschalen mit Vierpunktgurten. Das Anzeige- und Bedienkonzept mit dem digitalen Audi virtual cockpit fokussiert sich auf den Fahrer – er steuert an vier Satellitentasten des Multifunktionslenkrads alle wichtigen Fahr-Parameter.

Der Audi RS 5 TDI competition concept

Der Audi RS 5 TDI competition concept nutzt eine ähnliche Technologie wie der Audi TT clubsport concept: Ein elektrisch angetriebener Verdichter (EAV) sorgt für starken, spontanen Anschub schon bei niedrigen Drehzahlen. Er arbeitet mit einem 3,0-Liter-V6-Biturbo-TDI zusammen, der es auf 320 kW (435 PS) Leistung und 800 Nm Drehmoment bringt.

Im Sommer 2015 hat der Technologieträger auf dem Sachsenring eine neue Bestzeit für Autos mit Dieselmotor erzielt: In nur 1:35,35 Minuten umrundete der Audi RS 5 TDI competition concept den 3,6 Kilometer langen Rennkurs. Dabei unterbot der dänische Rennfahrer Nicki Thiim die frühere Rekordzeit für Diesel-Autos um 1,87 Sekunden. Bereits im Frühjahr 2015 hatte die Zeitschrift sport auto den Technikträger auf dem Hockenheimring getestet und dabei die beste Rundenzeit für ein Auto mit Dieselmotor in der Redaktionshistorie erzielt.

Der RS 5 TDI competition concept basiert auf einer Technikstudie, die Audi im Sommer 2014 zum 25-jährigen Jubiläum des TDI-Motors vorgestellt hat. Die umfangreiche Weiterentwicklung erlaubt es dem Sport-TDI, mit 320 kW (435 PS) Leistung und 800 Nm Drehmoment in 4,0 Sekunden auf 100 und in weniger als 16 Sekunden auf 200 km/h zu sprinten.

Als Schlüssel-Innovation kommt zusätzlich zu den beiden Abgasturboladern ein elektrisch angetriebener Verdichter (EAV) zum Einsatz. Ein kleiner Elektromotor mit sieben kW Leistung beschleunigt das Turbinenrad innerhalb von 250 Millisekunden auf bis zu 72.000 1/min und baut somit den Ladedruck extrem schnell auf. Typische Abgasturbolader brauchen etwa zwei- bis dreimal so lang, um eine vergleichbare Turbinenrad-Drehzahl zu erreichen. Dank der EAV-Technologie steht beim RS 5 TDI competition concept in jeder Fahrsituation schnell ein hoher Ladedruck zur Verfügung. Dieser ist essenziell für ein hervorragendes sportliches Ansprechverhalten.

Für die Energieversorgung nutzt der EAV ein 48-Volt-Teilbordnetz –ein wesentlicher Baustein in der Elektrifizierungsstrategie von Audi. Es ermöglicht die schnelle Übertragung von größeren elektrischen Energiemengen und eignet sich damit hervorragend für die Versorgung des EAV.

Der Audi RS 5 TDI competition concept ist 241 Kilogramm leichter als das Ausgangsmodell. Gezielte Leichtbaumaßnahmen senken das Gewicht: Die Motorhaube besteht aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK), die Türen aus Aluminium, die Abgasanlage weitestgehend aus Titan. Im Innenraum sind CFK-Rennschalen montiert, ein Leichtbau-Interieurkonzept ersetzt die Fondbank. Ergänzend kommen Dünnglas- und Kunststoffscheiben zum Einsatz.

Der Audi R18 e-tron quattro

Der Audi R18 e-tron quattro zeigt, wie dynamisch Elektromobilität bei Audi ist. Der Hybridantrieb des dreifachen Siegers der 24 Stunden von Le Mans ist auf die Bedingungen des Motorsports zugeschnitten, dem intensivsten Testfeld für die Serienentwicklung.

Motorsport ist fester Bestandteil der Audi-DNA – seit 35 Jahren erprobt die Marke mit den Vier Ringen neue Technologien im Wettbewerbseinsatz. Das 24-Stunden-Rennen von Le Mans und die FIA-Langstrecken-Weltmeisterschaft WEC sind entscheidende Testfelder. Hier fördern die Verantwortlichen des Reglements technische Neuerungen gezielt.

Das gilt auch für den TDI-Motor, der aus Sicht von Audi nach wie vor effizientesten und umweltverträglichsten Antriebsform. Aus diesem Grund engagiert sich Audi seit der Saison 2006 mit TDI-Motoren im Prototypen-Rennsport. Durch die dort gewonnenen Erkenntnisse wurde die Weiterentwicklung für die Serie beschleunigt. Zudem erfüllen die Motoren die strengsten Abgasforderungen der EU. Bei den Le-Mans-Prototypen ist es Audi in zehn Jahren gelungen, den Verbrauch bei ähnlichen Leistungswerten um 40 Prozent zu reduzieren.

Die Marke mit den Vier Ringen ist davon überzeugt, dass weiteres Potenzial im TDI-Motor steckt. So wird von 2015 auf 2016 die dem Audi R18 e-tron quattro zu Verfügung stehende Energiemenge noch einmal reduziert. Außerdem ist das WEC-Reglement so ausgerichtet, dass Hybrid-Systeme eine immer größere Rolle spielen. Auch hier wird die Entwicklung zukünftiger Serientechnologie durch den Renneinsatz beschleunigt.

Unter diesen Bedingungen spielt der Audi R18 e-tron quattro seine Stärken konsequent aus. Sein Konzept trennt die Antriebe achsweise – der Verbrennungsmotor treibt permanent die hinteren, der Elektroantrieb temporär die vorderen Räder an. Der V6-TDI schöpft aus vier Liter Hubraum mehr als 410 kW (rund 558 PS), sein Drehmoment liegt über 850 Nm.

Ein spezielles Layout macht kurze Gaslaufwege möglich: Die Abgasseite liegt im Innen-V der Zylinderbänke, das mit seinem 120-Grad-Winkel für einen tiefen Schwerpunkt sorgt. Der große Turbolader unterstützt den spontanen Aufbau des Drehmoments mit seiner variablen Geometrie.

Eine Kupplung mit Belägen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) leitet die Kräfte des Dieselaggregats auf ein sequenzielles, elektrisch betätigtes Siebenganggetriebe. Es ist ebenso wie der Motor selbsttragend ausgelegt, sein Gehäuse besteht aus CFK mit Titan-Inserts. Damit trägt das Getriebe ebenso wie das Aluminium-Kurbelgehäuse des TDI zum konsequenten Leichtbaukonzept bei. Über ein Sperrdifferenzial gelangen die Drehmomente auf die Hinterräder.

Im Vergleich zu seinem Vorgängermodell wurden viele Komponenten des aktuellen Audi R18 e-tron quattro deutlich weiterentwickelt, auch das Hybridsystem. Beim 24-Stunden-Rennen von Le Mans konnte es pro Runde vier statt zwei Megajoule, also die doppelte Energie, rekuperieren. Die beim Bremsen zurückgewonnene Energie gelangt für kurze Zeit in einen Drehmassenspeicher, der bis zu 700 Kilojoule aufnehmen kann. Der Speicher, der links neben dem Fahrer im Cockpit angebracht ist, kombiniert hohe Energiedichte mit hoher Ladeleistung.

Beim Beschleunigen aus der Kurve heraus gelangt die Energie auf eine wassergekühlte E-Maschine mit integrierter Leistungselektronik. Sie treibt die Vorderräder mit mehr als 200 kW (272 PS) an – für einige Sekunden wird der Audi-Rennwagen so zum e-quattro. Der Fahrer kann alle wichtigen Parameter des Hybridsystems über Lenkradschalter einstellen. Dabei fließen zahlreiche Faktoren ein, etwa die aktuelle Renntaktik und -strategie, der Zustand der Bremsen und Reifen oder der Grip, den die Strecke bietet.

Das einteilige Monocoque des Sportprototyps ist aus einer CFK-Matrix mit einem Aluminium-Wabenkern aufgebaut und besitzt Cylon-Seitenpanels gegen Intrusionen. Es erfüllt alle einschlägigen Crash- und Sicherheitsstandards und ist dabei extrem leicht – dem Reglement gemäß beträgt das Mindestgewicht des R18 e-tron quattro nur 870 Kilogramm.

Die Aerodynamik des 4,65 Meter langen Rennwagens vereint maximalen Abtrieb mit möglichst geringem Luftwiderstand. Die Scheinwerfer kombinieren die Matrix-LED-Technologie und das Laserlicht von Audi miteinander. Die Luftführung durch die Seitenkästen, die Anordnung der Kühler und die Motorabdeckung sind ebenfalls auf möglichst verlustarme Durch- und Umströmung ausgelegt.

Der Audi R18 e-tron quattro verfügt über eine elektrisch unterstützte Servolenkung. Doppelquerlenker führen die Hinter- und die Vorderräder. An der Vorderachse werden die Federn und Dämpfer über Druckstreben betätigt, an der Hinterachse über Zugstreben. Monoblock-Leichtmetallsättel packen die CFK-Bremsscheiben an, das Reifenformat lautet einheitlich 31/71-18.

Verbrauchsangaben der genannten Modelle:

Audi A3 e-tron Sportback:

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 1,7 – 1,5**;

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

CO₂-Emission kombiniert in g/km: 39 – 35**

Audi Q7 e-tron 3.0 TDI quattro:

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 1,9 – 1,8**;

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 19,0 – 18,1**;

CO₂-Emission kombiniert in g/km: 50 – 48**;

Audi A4 Avant g-tron:

Das Fahrzeug wird noch nicht zum Kauf angeboten. Es besitzt noch keine Gesamtbetriebserlaubnis und unterliegt daher nicht der Richtlinie 1999/94/EG.

Audi A3 Sportback g-tron:

CNG-Verbrauch kg/100 km: 3,6 – 3,3**;

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 5,5 – 5,1**;

CO₂-Emission kombiniert in g/km (CNG): 98 – 89**;

CO₂-Emission kombiniert in g/km: 128 – 117**

Audi R8 e-tron:

Das Fahrzeug wird noch nicht zum Kauf angeboten. Es besitzt noch keine Gesamtbetriebserlaubnis und unterliegt daher nicht der Richtlinie 1999/94/EG.

**Angaben zu den Kraftstoffverbräuchen und CO₂-Emissionen sowie Effizienzklassen bei Spannbreiten in Abhängigkeit vom verwendeten Reifen-/Rädersatz.