



Kommunikation Modellreihen, Innovation und Technologie

Tanja Lehner-Ilsanker

Telefon: +49 841 89-34105

E-Mail: tanja.lehner@audi.de

www.audi-mediacyenter.com

Oktober 2018

PRESSE-INFORMATION

Audi e-tron: Fahrdynamik

quattro-Antrieb und Fahrwerk	2
Variable Momentenverteilung: der elektrische Allradantrieb	2
Intelligente Vernetzung: die Zusammenarbeit der Steuergeräte	3
Vielfältiger Charakter: Audi drive select	4
Optimale Traktion für jede Situation: die Elektronische Stabilisierungskontrolle	4
Stark anpassungsfähig: die Luftfederung adaptive air suspension	5
Basis der hohen Querdynamik: tiefer Schwerpunkt und Torsionssteifigkeit	6
Sportlich-präzises Handling: Aufhängungen, Lenkung, Räder	6
Starke Performance: E-Maschinen und Thermomanagement	7
Erfolgreich in Sport und Serie: der quattro-Antrieb und seine Historie	8
Technik-Glossar Fahrdynamik	10
Wichtige Begriffe kurz und knapp erklärt	



Dem Fahrspaß auf der Spur: quattro-Antrieb und Fahrwerk des Audi e-tron

quattro und e-tron – das ist die perfekte Kombination für starke Performance und hohe Effizienz. Im Audi e-tron bringt die Marke mit den Vier Ringen eine neue Generation des quattro-Antriebs zum Einsatz: den elektrischen Allradantrieb. Im Zusammenspiel mit dem vielseitigen Fahrwerk, dem tiefen Fahrzeugschwerpunkt und den starken E-Maschinen bietet der Elektro-SUV optimale Traktion, hervorragende Dynamik und souveräne Stabilität auf jedem Terrain und bei jeder Witterung – kurz gesagt enormen Fahrspaß.

Variable Momentenverteilung: der elektrische Allradantrieb

Mit dem elektrischen Allradantrieb transferiert Audi das geballte Knowhow aus vier Jahrzehnten quattro-Antrieb ins Elektrozeitalter. Die Premiummarke vereint die Effizienz eines Einachsantriebs mit der Fahrdynamik und Traktion eines Allradantriebs. Zudem erreicht diese Technologie ein neues Niveau an Variabilität, Dynamik und Präzision.

Die Elektromotoren sind die ideale Kraftquelle für den hochpräzise und blitzschnell agierenden quattro-Antrieb im Audi e-tron: Die Antriebsmomente lassen sich spontan regeln und innerhalb von Sekundenbruchteilen voll variabel zwischen beiden Achsen verteilen – permanent angepasst auf die jeweilige Fahrsituation. Im Zusammenspiel mit der radselektiven Momentensteuerung bietet der elektrische Allradantrieb hohe Traktion bei allen Witterungsbedingungen und auf jedem Untergrund. Speziell bei niedrigem Reibwert, etwa auf Schnee, kommen die dynamischen Talente des Audi e-tron besonders zum Tragen.

Um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, nutzt der Elektro-SUV in den meisten Fällen hauptsächlich seine hintere E-Maschine. Die Antriebsmomente sind aus Gründen der Effizienz grundsätzlich hecklastig verteilt. Fordert der Fahrer mehr Leistung an, als die hintere E-Maschine bereitstellen kann, verschiebt der elektrische Allradantrieb die Momente bedarfsgerecht auf die Vorderachse. Das geschieht auch vorausschauend noch bevor bei Glätte oder schneller Kurvenfahrt Schlupf auftritt oder das Auto unter- oder übersteuert. Zwischen dem Zeitpunkt, an dem das System die Fahrsituation erkennt und die Antriebsmomente der E-Maschinen greifen, vergehen nur etwa 30 Millisekunden – das ist deutlich schneller als bei der konventionellen quattro-Technologie. Der Grund: Beim elektrischen Allradantrieb wird keine mechanische Kupplung betätigt, sondern Strom verteilt. Und das geschieht blitzschnell sowie äußerst präzise. So ist selbst bei plötzlichen Reibwertveränderungen und extremen Fahrsituationen die volle quattro-Performance gewährleistet.

Intelligente Vernetzung: die Zusammenarbeit der Steuergeräte

Dank der langjährigen Erfahrung und quattro-Kompetenz hat Audi alle wichtigen Softwarekomponenten und ihre Vernetzung selbst entwickelt. Im Audi e-tron arbeiten zahlreiche Steuergeräte eng zusammen und koordinieren sämtliche Funktionen für den Antriebsstrang.



An oberster Stelle steht das Antriebssteuergerät (ASG). Es regelt die Verteilung der Antriebsmomente zwischen den beiden E-Maschinen, wobei stets der bestmögliche Wirkungsgrad und damit eine hohe Effizienz im Fokus stehen. Neben dem Ladezustand und der Temperatur der Hochvolt-Batterie sowie der Elektromotoren berücksichtigt das ASG auch die gewählte Fahrstufe und die Leistungsanforderung. Beispielsweise wird in Fahrstufe S mit Betätigung des Kick-Downs die Boost-Leistung von 300 kW freigeschaltet, um maximale Performance bereitzustellen. Entsprechend der angeforderten Drehmomente des ASG versorgen die Leistungselektroniken als Teil des elektrischen Antriebs die E-Maschinen mit Strom.

Das zentrale Steuergerät für das Fahrwerk ist die sogenannte Elektronische Fahrwerkplattform (EFP). Sie integriert erstmals die Fahrdynamikregelung des quattro-Antriebs, also den Allradregler, sowie die radselektive Momentensteuerung. Durch diese Integration ist die Regelung wesentlich schneller und präziser. In fahrdynamisch relevanten Situationen wie Unter- oder Übersteuern überschreibt der elektronische Allradregler die vorgegebene Momentenverteilung des ASG. Aus Daten wie Lenkwinkel, Motormoment, Quer- und Längsbeschleunigung errechnet er die ideale Momentenverteilung für die jeweilige Fahrsituation. Droht Übersteuern, fließt mehr Moment zur Vorderachse, um den Audi e-tron aus der Kurve herauszuziehen. Der Fahrer kann so in der Kurve wieder früh auf die nächste Gerade beschleunigen und muss wenig korrigierend eingreifen. Die Spurstabilität wird erhöht. Der Allradregler entscheidet situativ, ob er das Motormoment anpasst oder den Bremsengriff verstärkt – und das individuell an jeder Achse. Das trägt zum agilen Fahrverhalten des Audi e-tron bei und erlaubt eine sportliche Grundauslegung, vor allem in puncto Querdynamik. Kündigt sich bei sportlicher Fahrweise Untersteuern an, also Schieben über die Vorderachse, greift der Allradregler zur Momentenquerverteilung auf die hydraulischen Radbremsen zu und steuert sie direkt einzeln an. Diese radselektive Momentensteuerung bremst die entlasteten kurveninneren Räder sanft ab und erhöht somit die Antriebsleistung auf die kurvenäußeren Räder mit der höheren Radlast. Durch diese Differenz dreht sich das Auto in die Kurve ein und folgt dem Lenkwinkel. Das Resultat: ein präzises und neutrales Fahrverhalten sowie gesteigerte Dynamik in Kurven.

Für hohe Traktion und Fahrsicherheit sorgt außerdem eine innovative Antriebsschlupfregelung (ASR) in der Elektronischen Stabilisierungskontrolle (ESC). Durch eine neuartige Vernetzung und die Verlagerung von Funktionsbausteinen von der ESC in die Leistungselektroniken erfolgt die Regelung des Radschlupfes nun im Ein-Millisekundentakt. Damit kann er sehr exakt an die Fahrsituation und die Fahrbahnbeschaffenheit angepasst werden. Das führt zu einem verbesserten Beschleunigungsvermögen und einer gesteigerten Fahrstabilität auf Schnee und Eis. Im Zusammenspiel mit dem Allradregler sorgt die neue ASR für bestmögliche Haftung zwischen Reifen und Fahrbahn. Die Koordination zwischen der ASR und dem Allradregler erfolgt dabei über das Antriebssteuergerät.



Vielfältiger Charakter: Audi drive select

Über das serienmäßige Fahrdynamiksystem Audi drive select lässt sich die Charakteristik des Audi e-tron je nach Fahrsituation, Straßenzustand oder persönlichen Bedürfnissen in sieben Profilen variieren – von betont komfortabel über besonders effizient bis ausgeprägt sportlich. Neben den Modi *auto*, *comfort* und *dynamic* stehen die Programme *efficiency*, *individual*, *allroad* und *offroad* zur Wahl. Sie beeinflussen stets die Lenkunterstützung, die Antriebscharakteristik und die Luftfederung adaptive air suspension mit geregelter Dämpfung. Wählt der Fahrer den Modus *dynamic* in Audi drive select, wird automatisch die Fahrstufe S aktiv und damit auch der Boost-Modus. Hier leistet der Antrieb 300 kW und stellt 664 Nm Drehmoment bereit. Der Modus *efficiency* versetzt den Antriebsstrang, die Klimatisierung sowie die serienmäßige Geschwindigkeitsregelanlage oder die optionale adaptive cruise control in eine ökonomischere Grundeinstellung und unterstützt den Fahrer damit bei einer verbrauchsoptimierten Fahrweise. Im Modus *individual* kann er das Setup nach seinen persönlichen Wünschen konfigurieren. Der Fahrer nimmt die Einstellung des gewünschten Fahrprogramms über eine Taste in der Schalterleiste vor oder im MMI.

Optimale Traktion für jede Situation: die Elektronische Stabilisierungskontrolle

Auch in den vier Funktionsmodi der Elektronischen Stabilisierungskontrolle (ESC) ändert sich die Erlebbarkeit des elektrischen quattro-Antriebs. Neben dem standardmäßigen ON-Modus verfügt der Audi e-tron zusätzlich über einen Sport- und einen Offroad-Modus sowie eine Deaktivierung der ESC. Je nach Fahrerwunsch lässt sich damit die Traktion und Fahrstabilität auf unterschiedliche Terrains anpassen. Wenn die ESC regeln muss, erfolgen ihre Eingriffe weich und fast unmerklich, unterstützt vom Allradregler.

Im ESC ON kontrolliert das System die Räder durch die neuartige Antriebsschlupfregelung (ASR) bei idealem Radschlupf und beschleunigt den Audi e-tron so sicher und stabil. Es wird der maximale Kraftschluss gewährt. Wählt der Fahrer den Sport-Modus, kann er auf Untergrund mit niedrigem Reibwert, beispielsweise Schnee, kontrolliert und sicher driften. Durch das Zulassen von mehr Radschlupf bei gleichzeitig hoher Traktion sorgt die ASR hier für gesteigerten Fahrspaß. Im ESC Off-Modus, ist der mögliche Radschlupf fast unbeschränkt. Der Audi e-tron bietet puristisches Fahrverhalten und eine Anfahrunterstützung: Eine geringe Schlupfregelung findet nur noch im niedrigen Geschwindigkeitsbereich statt zum besseren Anfahren bei Eis, Tiefschnee oder Sand.

Für den Einsatz abseits befestigter Straßen dient der *offroad*-Modus in Audi drive select, der gleichzeitig den Offroad-Modus der ESC aktiviert. Hier wechselt der Audi e-tron von Fahrstufe D zu S, um das maximale Gesamt-Drehmoment von 664 Nm sowie 300 kW Leistung abrufen zu können – ein Vorteil an großen Steigungen. Die ESC optimiert die Traktions- und Bremsregelung und reduziert die Stabilitätsregelung vor allem im niedrigeren und mittleren Geschwindigkeitsbereich leicht. Beispielsweise wird die Wirkung der elektronischen Differenzialsperre verstärkt, um bei Verschränkungen, also bei einem sehr stark entlasteten Rad, einen optimalen Kraftschluss und Vortrieb zu erreichen.



Ferner wird die ABS-Bremsenregelung angepasst, um eine höhere Verzögerung auch auf Schotter oder Sand zu erreichen. In beiden Fällen sorgt das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem mit seinem präzisen und schnellen Druckaufbau für bestmögliche Traktion und kurze Bremswege.

Auch der serienmäßige Bergabfahrassistent wird im Offroad-Modus der ESC aktiviert. An einem steilen Gefälle größer als sechs Prozent unterstützt er durch automatische Bremsengriffe. Das System hält die vom Fahrer vorgegebene Geschwindigkeit bis maximal 30 km/h konstant – den gewünschten Wert gibt er durch Beschleunigen oder Bremsen vor. So kann er sich vollkommen auf das Gelände konzentrieren.

Stark anpassungsfähig: die Luftfederung adaptive air suspension

Serienmäßig verfügt der Audi e-tron über die Luftfederung adaptive air suspension mit geregelter Dämpfung. Diese ermöglicht eine große Spreizung zwischen geschmeidigem Abrollkomfort und sportlich-stabilem Handling. Damit wappnet sie den Elektro-SUV für entspannte Reisen einerseits, für dynamisches Fahren auf kurvigen Strecken andererseits. Das Offroad-Niveau ermöglicht zudem Ausflüge abseits befestigter Straßen. Je nach Geschwindigkeit und Fahrerwunsch passt sich die Luftfeder individuell an die Straßengegebenheiten an und variiert das Höhenniveau der Karosserie ausgehend von 172 Millimeter Bodenfreiheit um bis zu 76 Millimeter. Außerdem bietet sie eine Niveauregulierung bei verschiedenen Beladungszuständen.

Die Luftfeder mit Dämpferregelung ist in die Elektronische Fahrwerkplattform und in das Management von Audi drive select eingebunden. Das zentrale Fahrwerk-Steuergerät regelt die Dämpfer im Millisekunden-Takt für jedes Rad einzeln – abhängig von der Beschaffenheit der Straße, dem Fahrstil und dem Modus, den der Fahrer im Fahrdynamiksystem Audi drive select wählt. Im Modus *auto* geschieht dies sehr ausgeglichen. Ist *comfort* eingestellt, werden die Dämpfer so geregelt, dass sie ein entspanntes Fahren auch auf schlechten Straßen ermöglichen.

Wählt der Fahrer den Modus *auto* oder *comfort*, befindet sich der Audi e-tron im Normalniveau. Während die Luftfeder die Bodenfreiheit auf langen Autobahnetappen in der Einstellung *comfort* um 13 Millimeter reduziert, erfolgt die Absenkung im Modus *auto* zweistufig um bis zu 26 Millimeter – jeweils in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit. Neben der Fahrstabilität und dem Handling profitiert auch die Reichweite von dem geringeren Luftwiderstand dank der verbesserten Umströmung. In den Modi *dynamic* und *efficiency* liegt der Audi e-tron gegenüber dem Normalniveau grundsätzlich 13 Millimeter tiefer. Aus Effizienzgründen erfolgt hier ab einem gewissen Tempo ebenfalls eine Absenkung, so dass der Elektro-SUV dann auch sein tiefstes Niveau von minus 26 Millimetern erreicht.



Bei der Wahl des *allroad*- oder *offroad*-Modus wird der Elektro-SUV für das Fahren abseits befestigter Straßen getrimmt: Hier erhöht das Luftfeder-Fahrwerk die Bodenfreiheit ausgehend vom Normalniveau um 35 Millimeter. Im unwegsamen Terrain kann der Fahrer zusätzlich die Funktion „Anheben“ aktivieren. Hier liegt die Karosserie im Vergleich zum *offroad*-Modus nochmals 15 Millimeter höher, bietet also ein Plus von 50 Millimeter. Im Zusammenspiel mit dem vorderen Böschungswinkel von 18,2 Grad sowie dem hinteren von 24,4 Grad im Offroad-Niveau ist der Audi e-tron für den Einsatz im leichten Gelände gewappnet. Der Rampenwinkel des Elektro-SUV beträgt hier 16,8 Grad.

Basis der hohen Querdynamik: tiefer Schwerpunkt und Torsionssteifigkeit

Der Audi e-tron bietet hervorragende Querdynamik im Segment der Oberklasse-SUV und gibt sich in jeder Situation gleichermaßen agil und stabil. Dazu trägt die tiefe Einbaulage der Antriebskomponenten und der Hochvolt-Batterie entscheidend bei. Der Schwerpunkt des Audi e-tron liegt auf einem ähnlichen Niveau wie bei einer Limousine. Das Batteriesystem ist optimal an die Abmessungen des Audi e-tron angepasst und befindet sich in Form eines flachen, breiten Blocks unter der Passagierzelle zwischen den Achsen. Diese zentrale Position sorgt in Verbindung mit der tiefen Schwerpunktlage für eine hohe Agilität. Die Achslastverteilung ist mit einem Verhältnis von annähernd 50:50 perfekt austariert.

Das Gewicht des Batteriesystems inklusive der Gehäusewanne mit aufwändigen Crashstrukturen beträgt rund 700 Kilogramm. Es ist an 35 Punkten mit der Karosseriestruktur des Audi e-tron verschraubt. Karosserie und Hochvolt-Batterie wirken als Verbund und sorgen sowohl für hohe Sicherheit als auch Steifigkeit. Gegenüber einem konventionellen SUV bietet der Audi e-tron eine um 45 Prozent gesteigerte Torsionssteifigkeit – der entscheidende Parameter für präzises Handling und akustischen Komfort. Dazu trägt auch die Fahrgastzelle aus warmumgeformtem, höchstfestem Stahl bei, dessen Gewichtsanteil 17 Prozent an der Karosserie beträgt. 40 Prozent entfallen auf Aluminium, darunter alle Anbauteile wie Türen, Front- und Heckklappe sowie das Batteriegehäuse.

Sportlich-präzises Handling: Aufhängungen, Lenkung, Räder

Vorder- und Hinterachse des Elektro-SUV sind als Fünflenker-Aufhängungen konzipiert. Dieses Achsprinzip ermöglicht die optimale Aufnahme von Quer- und Längskräften. In Querrichtung sind die Lager sportlich-steif, in Längsrichtung hingegen geschmeidig-weich ausgelegt. Das sorgt für einen deutlichen Komfortgewinn bei gesteigerter Fahrdynamik.

Die serienmäßige Progressivlenkung passt ihre generell direkt ausgelegte Übersetzung an den Lenkwinkel an: Mit zunehmendem Einschlag wird sie immer direkter, was Handlingvorteile beim Rangieren und in engen Kurven bringt. Das Auto lässt sich mit wenig Lenkaufwand agil und präzise bewegen. Der Audi e-tron lenkt ohne Untersteuern spontan in die Kurve ein und bleibt auch bei hohem Tempo lange neutral. Dabei wirkt er trotz seines Elektro-SUV typischen Leergewichts von 2.490 Kilogramm erstaunlich leichtfüßig. Bei geringen Geschwindigkeiten wird die Servo-Unterstützung für eine leichtere Manövrierbarkeit erhöht.



Standardmäßig ist der Audi e-tron mit aerodynamisch optimierten 19-Zoll-Rädern ausgestattet. Ihr Design ist flächiger als bei konventionellen Felgen und reduziert damit den Strömungswiderstand. Die montierten 255/55er Reifen zeichnen sich durch einen geringen Rollwiderstand aus, ohne Abstriche bei der Handling- und Bremsperformance. Auf Wunsch liefert Audi auch strömungsoptimierte 20-Zoll-Räder mit Reifen im Format 255/50 und 21-Zöller mit 265/45er Reifen.

An den großen Rädern arbeiten starke 18-Zoll-Bremsen – mit Sechskolben-Festsattelbremse an der Vorderachse und Einkolben-Schwimmsattel an der Hinterachse. Optional leuchten sie e-tron-spezifisch in der Hochvolt-Signalfarbe orange. Vorn weisen die innenbelüfteten Scheiben 375 Millimeter Durchmesser auf, hinten sind es 350 Millimeter. Durch die neue elektrohydraulische Betätigung baut das Bremsregelsystem den Bremsdruck für die Radbremsen sehr präzise und etwa doppelt so schnell auf wie eine herkömmliche Anlage. Bei einer automatisierten Gefahrenbremsung vergehen zwischen dem Einleiten der Bremsung und dem Anliegen des maximalen Bremsdrucks zwischen Belägen und Scheiben nur 150 Millisekunden – minimal mehr als ein Wimpernschlag. Durch diesen schnellen Druckaufbau verkürzt das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem den Bremsweg um bis zu 20 Prozent gegenüber einer konventionellen Bremsanlage.

Starke Performance: E-Maschinen und Thermomanagement

Maßgebend für den hohen Fahrspaß sind neben den modernen Fahrwerkskomponenten und ihrer intelligenten Regelung vor allem die starken E-Maschinen. Sie leisten 265 kW und entwickeln 561 Nm Drehmoment. Bis zu 60 Sekunden lang können sie diese Peak-Leistung abrufen. Damit ermöglichen sie mehrmals nacheinander ohne Leistungseinbruch das Beschleunigen aus dem Stand auf die elektronisch abgeregelte Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h. Den Sprint von null auf 100 km/h absolviert der Audi e-tron in 6,6 Sekunden. In Sekundenbruchteilen liegt das maximale Antriebsmoment an und sorgt für enormen Durchzug. Wechselt der Fahrer von Fahrstufe D zu S und tritt das rechte Pedal voll durch, aktiviert er den Boost-Modus. Dieser steht acht Sekunden lang zur Verfügung. Hier produziert der Antrieb 300 kW Systemleistung und 664 Nm Drehmoment. Damit beschleunigt der Audi e-tron aus dem Stand in 5,7 Sekunden auf 100 km/h.

Für die Performance der E-Maschinen spielt das leistungsfähige Thermomanagement eine entscheidende Rolle. Es ermöglicht die Reproduzierbarkeit der Fahrleistungen auch bei hoher Beanspruchung der Antriebskomponenten. Für den Kunden bedeutet das brillante Fahrdynamik zu jeder Zeit. Das Thermomanagement kühlt die E-Maschinen samt ihrer Rotoren, die Leistungselektroniken und das Ladegerät. Die Rotoren, die im realen Fahrbetrieb bis zu 13.300 Umdrehungen pro Minute erreichen, bestehen aus magnetisch leitfähigen Elektroblechen und leichtem, hochreinem Aluminium. Das Innere der Wellen wird mit Kühlmittel durchströmt, so dass die Temperatur 180 Grad Celsius nicht übersteigt.



Die Statoren und die Lagerschilde der Elektromotoren sind ebenfalls wassergekühlt – eine Lösung, von der die auf den Lagerschilden montierten Getriebe indirekt profitieren. Speziell beim koaxial angeordneten Elektromotor an der Hinterachse stellte eine effektive Kühlung die Entwickler vor neue Herausforderungen. Die Lösung ist eine Kühlmittelführung über ein doppelwandiges Rohr und ihre keramische Abdichtung am Rotor der E-Maschine. Insgesamt zirkulieren in den etwa 40 Meter langen Kühlwasserleitungen des Audi e-tron 22 Liter Kühlmittel. Als heißeste Bauteile im Antriebsstrang stellen die E-Maschinen dem Thermomanagement eine große Wärmemenge zur Verfügung. Die serienmäßige Wärmepumpe nutzt ihre Abwärme für das Aufheizen und Klimatisieren des Innenraums. Je nach Außentemperatur erzielt der Audi e-tron im Kundenbetrieb so Reichweitenvorteile von bis zu zehn Prozent. Effizienz und Performance spielen im Audi e-tron perfekt zusammen und bilden die Basis für das Fahrerlebnis einer neuen Technologie-Ära.

Erfolgreich in Sport und Serie: der quattro-Antrieb und seine Historie

Der quattro-Antrieb hat Audi revolutioniert und prägt die Marke mit den Vier Ringen nach wie vor. Er fand seinen Ursprung im Winter 1976/77 bei Testfahrten im tief verschneiten Schweden. Audi-Ingenieure entwickelten das quattro-System als Allradantrieb für sportliche Pkw. 1980 debütierte der Ur-quattro, das erste Audi-Serienmodell mit quattro-Antrieb. Ein Jahr später folgten der Rallye-Einstieg und mit ihm zahlreiche Erfolge. Bereits 1982 konnte Audi die Markenweltmeisterschaft gewinnen, 1983 holte der Finne Hannu Mikkola den Fahrertitel in der Rallye-Weltmeisterschaft. Noch im selben Jahr stellte Audi den 24 Zentimeter kürzeren und breitspurigen Sport quattro mit 225 kW (306 PS) vor – das bislang stärkste Auto, das von einer deutschen Firma für den öffentlichen Straßenverkehr angeboten wurde. Das Modell bildete die Basis für ein neues Gruppe-B-Rallyeauto, mit dem der Schwede Stig Blomqvist 1984 den Fahrertitel und Audi die Marken-Weltmeisterschaft gewann. Unvergessen bleibt auch der Sieg von Walter Röhrl beim legendären Bergrennen am Pikes Peak (USA) 1987. Mit dem 598 PS starken Audi Sport quattro S1 (E2) stellte er einen neuen Rekord auf. In 10 Minuten und 47,85 Sekunden bewältigte er die knapp 20 Kilometer lange Strecke mit 156 Kurven und einem Höhenunterschied von 1.439 Metern.

Im Laufe der Jahrzehnte hat Audi die quattro-Technologie immer weiter verfeinert – vom manuell sperrbaren Mittendifferenzial bis hin zu verschiedenen Arten von selbstsperrenden Mittendifferenzialen, deren Fahrdynamik und Traktion die Entwickler kontinuierlich optimierten. Die klassische quattro-Technologie ist heute in allen Baureihen verfügbar, wobei es konzeptionelle Unterschiede gibt. So nutzt der quattro-Antrieb in Modellen, die auf dem Modularen Querbaukasten basieren, eine Lamellenkupplung mit hydraulischer Betätigung und elektronischer Regelung an der Hinterachse. Beim Audi R8 ist die Lamellenkupplung an der Vorderachse verbaut. Modelle aus dem Modularen Längsbaukasten besitzen in Abhängigkeit von der Motor-/Getriebevariante entweder einen quattro-Antrieb mit selbstsperrendem Mittendifferenzial oder den quattro mit ultra-Technologie. Dieser optimierte Allradantrieb schaltet sich nur zu, wenn er benötigt wird und ist dadurch besonders effizient. Gleichzeitig lässt er bei Traktion und Fahrdynamik keinen Unterschied zu permanenten Systemen spüren.



Im Audi e-tron bringt die Marke mit den Vier Ringen nun eine neue Generation des quattro-Antriebs zum Einsatz: den elektrischen Allradantrieb. Er regelt permanent und voll variabel die ideale Verteilung der Antriebsmomente zwischen beiden Achsen – und zwar innerhalb von Sekundenbruchteilen. Im Zusammenspiel mit der radselektiven Momentensteuerung, die die hydraulischen Radbremsen bei sportlicher Fahrweise einzeln ansteuert, bietet der Elektro-SUV optimale Traktion bei allen Witterungsbedingungen und auf jedem Untergrund.

Im Jahr 2017 entschieden sich knapp 44 Prozent aller Audi-Kunden weltweit für einen quattro-Antrieb. Am beliebtesten ist er in Kanada, in den USA, in der Schweiz, Russland sowie in Ländern Osteuropas. Im Januar 2017 fuhr der achtmillionste Audi mit quattro-Antrieb vom Band – ein Q5 mit mechanischem Mittendifferenzial zur Drehmomentverteilung.



Technik-Glossar Fahrdynamik

Elektrischer Allradantrieb

Der elektrische Allradantrieb vereint die Effizienz eines Einachsantriebs mit der Fahrdynamik und Traktion eines Allradantriebs. Er regelt permanent und voll variabel die ideale Verteilung der Antriebsmomente zwischen beiden Achsen. Zwischen dem Zeitpunkt, an dem das System die Fahrsituation erkennt und die Antriebsmomente der E-Maschinen stellt, vergehen nur etwa 30 Millisekunden – das ist deutlich schneller als bei der konventionellen quattro-Technologie. Der Grund: Beim elektrischen Allradantrieb wird keine mechanische Kupplung betätigt, sondern Strom verteilt. Und das geschieht blitzschnell. So ist selbst bei plötzlichen Reibwertveränderungen und extremen Fahrsituationen die volle quattro-Performance gewährleistet.

Um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, nutzt der Elektro-SUV in den meisten Fällen hauptsächlich seine hintere E-Maschine. Die Antriebsmomente sind aus Gründen der Effizienz grundsätzlich hecklastig verteilt. Fordert der Fahrer mehr Leistung an, als die hintere E-Maschine bereitstellen kann, verschiebt der elektrische Allradantrieb die Momente bedarfsgerecht auf die Vorderachse. Das geschieht auch vorausschauend noch bevor bei Glätte oder schneller Kurvenfahrt Schlupf auftritt oder das Auto unter- oder übersteuert. Im Zusammenspiel mit der radselektiven Momentensteuerung bietet der elektrische Allradantrieb hohe Traktion bei allen Witterungsbedingungen und auf jedem Untergrund.

Elektronische Fahrwerkplattform

Die Elektronische Fahrwerkplattform (EFP) ist das zentrale Steuergerät für das Fahrwerk. Sie erfasst neben der Bewegung des Autos, darunter Geschwindigkeit, Wank- und Nickbewegungen, auch den Reibwert der Fahrbahn, den aktuellen Fahrzustand wie etwa Unter- oder Übersteuern sowie die Daten der beteiligten Fahrwerksysteme. Daraus errechnet sie im integralen Fahrdynamikregler die optimale Arbeitsweise dieser Komponenten und stimmt sie schnell und präzise aufeinander ab. Ob Kurvenverhalten, Querdynamik oder Fahrkomfort – die Vorteile der vernetzten Steuerung sind überall zu spüren. Im Audi e-tron greift die EFP auf die adaptive air suspension, die Fahrdynamikregelung des elektrischen Allradantriebs und die radselektive Momentensteuerung zu.

Radselektive Momentensteuerung

Ob elektrischer oder mechanischer Allradantrieb, ob Frontantrieb – die radselektive Momentensteuerung rundet das Handling durch elektronische Eingriffe ab. Bei allen Modellen mit Allradantrieb, also auch beim Audi e-tron, verzögern die Radbremsen bei sportlicher Fahrweise die entlasteten kurveninneren Räder minimal und erhöhen somit das Antriebsmoment auf die kurvenäußeren Räder mit der höheren Radlast. Durch die Differenz der Antriebskräfte dreht sich das Auto in die Kurve ein und folgt dem Lenkwinkel exakt.



Das Resultat: ein präzises, agiles und neutrales Fahrverhalten. Bei den Modellen mit Frontantrieb greift die radselektive Momentensteuerung auf das kurveninnere Vorderrad zu.

Im Audi e-tron ist die radselektive Momentensteuerung nicht in die Elektronische Stabilisierungskontrolle integriert, sondern in die Elektronische Fahrwerkplattform und damit erstmals Teil der Allradregelung. Dadurch können beide Systeme optimal aufeinander abgestimmt werden und ergänzen sich gegenseitig.

Drehzahlgeregelte Antriebsschlupfregelung

Im Audi e-tron kommt eine innovative Antriebsschlupfregelung (ASR) zum Einsatz, welche die Traktion und Fahrstabilität deutlich erhöht. Dabei wurde eine neue Vernetzung zwischen der Elektronischen Stabilisierungskontrolle (ESC) und den Leistungselektroniken auf Basis von Drehzahlen geschaffen. Durch die Verlagerung von Funktionsbausteinen in die Leistungselektroniken erfolgt die Regelung des Radschlupfes im Ein-Millisekundentakt – 50 Mal schneller als bisher. Dies ermöglicht es, den Schlupf deutlich exakter an die Fahrsituation anzupassen und wird für den Fahrer speziell in Kombination mit den vierstufigen Funktionsmodi der ESC – ON, OFF, Sport und Offroad – erlebbar. Im Zusammenspiel mit der elektronischen Differenzialsperre der ESC und dem Allradregler sorgt die neue ASR für einen optimalen Kraftschluss zwischen Reifen und Fahrbahn. Damit ergibt sich die für Audi typische hohe Traktion und Fahrstabilität unter allen Bedingungen.

Leistungselektronik

Die Hochvolt-Batterie liefert Gleichstrom, die E-Maschinen nutzen Drehstrom – deshalb ist jeder Elektromotor mit einer Leistungselektronik gekoppelt, die den Strom wandelt. Die Leistungselektroniken des Audi e-tron sind mit 5,5 Liter Volumen und acht Kilogramm Gewicht sehr kompakt. Beide integrieren einen Mikrocontroller für die Regelung der E-Maschine und sind in das Thermomanagement der elektrischen Aggregate eingebunden. Sie arbeiten hochdynamisch – 10.000 Mal pro Sekunde werden Sensordaten eingelesen und Stromwerte für die E-Maschinen ausgegeben.

Elektrohydraulisch integriertes Bremsregelsystem

Mit dem elektrohydraulisch integrierten Bremsregelsystem präsentiert Audi eine Weltneuheit in einem elektrisch angetriebenen Serienautomobil. Die Betätigung der Radbremsen erfolgt hydraulisch, die Verstärkung elektrisch und die Ansteuerung elektronisch. Das Steuergerät erkennt, wie stark der Fahrer auf das Bremspedal tritt und berechnet binnen Millisekunden wie viel Bremsmoment erforderlich ist. Genügt das Rekuperationsmoment nicht, wird zusätzlich ein hydraulischer Druck für die konventionelle Reibbremse erzeugt. Von einem elektrischen Spindelantrieb in Bewegung versetzt, drückt der Verdrängerkolben die Bremsflüssigkeit in die Bremsleitungen. Der Übergang vom Generatorbetrieb der E-Maschinen zur reinen Reibbremse ist fließend und für den Fahrer nicht wahrnehmbar.



Das vertraute Pedalgefühl für den Fuß generiert ein zweiter Kolben mittels eines druckelastischen Elements. Durch diesen Bremspedal-Simulator ist der Fahrer vom Geschehen in der Hydraulik unbeeinflusst. Bei ABS-Bremungen sind Druckauf- und -abbau im Pedal nicht störend in Form von harten Pulsationen spürbar. In Gefahrensituationen baut das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem den Bremsdruck etwa doppelt so schnell auf wie eine konventionelle Bremsanlage. So liegt der maximale Bremsdruck nach nur 150 Millisekunden an. Das ist minimal mehr als ein Wimpernschlag und sorgt für eindrucksvoll kurze Bremswege.

Audi drive select

Mit dem Fahrdynamiksystem Audi drive select kann der Fahrer in seinem Audi unterschiedliche Abstimmungen erleben. Wenn er einen der Modi *auto*, *comfort*, *dynamic* oder *efficiency* wählt, ändert sich der Charakter wichtiger Antriebs- und Fahrwerkskomponenten von komfortbetont über ausgeprägt dynamisch bis hin zu besonders verbrauchsschonend. Im Modus *individual* kann der Fahrer das Setup nach seinen persönlichen Wünschen konfigurieren. Zudem verfügt der Audi e-tron über die Modi *allroad* und *offroad*, die den Elektro-SUV in Kombination mit der Luftfederung adaptive air suspension für das Fahren abseits befestigter Straßen trimmen. Im Modus *offroad* werden zusätzlich die Elektronische Stabilisierungskontrolle, das Antriebssteuergerät und der Allradantrieb für optimale Geländetauglichkeit angepasst.

Luftfederung adaptive air suspension

Die adaptive air suspension – die Luftfederung samt geregelter Dämpfung – verleiht dem Audi e-tron eine große Spreizung zwischen geschmeidigem Abrollkomfort und sportlichem Handling. Je nach Geschwindigkeit und Fahrerwunsch passt sie sich individuell an die Straßengegebenheiten an und variiert das Höhenniveau der Karosserie um bis zu 76 Millimeter. Das zentrale Fahrwerk-Steuergerät, die Elektronische Fahrwerkplattform, regelt die Arbeitsweise der Dämpfer im Millisekunden-Takt für jedes Rad einzeln – abhängig von der Beschaffenheit der Straße, dem Fahrstil und dem Modus, den er im Fahrdynamiksystem Audi drive select einstellt. Außerdem bietet die Luftfederung eine Niveauregulierung bei verschiedenen Beladungszuständen.

Progressivlenkung

Bei der elektromechanischen Progressivlenkung variiert eine speziell verzahnte Zahnstange die Übersetzung abhängig vom Lenkeinschlag. Mit zunehmendem Einschlag wird die Übersetzung kleiner und die Lenkung direkter. Im Stadtverkehr und beim Rangieren geht die Lenkarbeit dadurch zurück, in engen Kurven fährt sich das Auto noch agiler. Zudem passt die Progressivlenkung ihre Servounterstützung an die gefahrene Geschwindigkeit an. Bei geringen Geschwindigkeiten wird sie für eine leichtere Manövrierbarkeit erhöht.



Peak-Leistung

Die Peak-Leistung beschreibt die Spitzenleistung der Elektromotoren, die bis zu 60 Sekunden lang, mehrmals nacheinander ohne Leistungseinbruch abgerufen werden kann. Beim vorderen Elektromotor beträgt die Peak-Leistung 125 kW, das Drehmoment 247 Nm. Bei der hinteren Maschine sind es 140 kW und 314 Nm.

Boost-Leistung

Eine Asynchronmaschine lässt sich für eine kurze Zeit überlasten. Im Boost, der maximal 8 Sekunden lang zur Verfügung steht, steigt die Leistung des vorderen Elektromotors von 125 auf 135 kW, beim hinteren Motor sind es 165 statt 140 kW. Das ist eine gesamthafte Steigerung um 13 Prozent auf 300 kW in Summe. Auch das Drehmoment legt deutlich zu um gut 18 Prozent – von gesamt 561 auf 664 Nm.