



Kommunikation Modellreihen, Innovation und Technologie

Tanja Lehner-Ilsanker

Telefon: +49 841 89-34105

E-Mail: tanja.lehner@audi.de

www.audi-mediacyenter.com

Juli/August 2018

PRESSE-INFORMATION

Audi e-tron: Rekuperation und Antrieb

Rekuperation mit variabler Regelung	2
Bei mehr als 90 Prozent aller Verzögerungen aktiv: die Energie-Rückgewinnung	2
Vom freien Rollen bis zum One-Pedal-Feeling: die elektrische Verzögerung	3
Unterstützt eine ökonomische Fahrweise: der Effizienzassistent	4
Elektrohydraulisch integriertes Bremsregelsystem	4
Unmerklich für den Fahrer: der Übergang vom elektrischen zum hydraulischen Bremsen	4
Blitzschneller Druckaufbau: eindrucksvoll kurze Bremswege	5
Fahrspaß im elektrischen Zeitalter	6
Effizient und robust: die Asynchronmaschinen	6
Entscheidender Faktor: das Thermomanagement	6
Stromwandler: die Leistungselektroniken	7
Technik-Glossar Rekuperation und Antrieb	8
Wichtige Begriffe kurz und knapp erklärt	



Intelligenter Energie-Rückgewinn: Rekuperations- und Bremssystem auf Top-Niveau

Performance und Effizienz – der Audi e-tron vereint enorme Kraft mit hoher Reichweite. Der vollelektrisch angetriebene Oberklasse-SUV leistet bis zu 300 kW und beschleunigt in unter sechs Sekunden von null auf 100 km/h. Im WLTP-Prüfzyklus legt er mit einer Batterieladung mehr als 400 Kilometer zurück. Ein wichtiger Faktor dafür ist das innovativste Rekuperationskonzept im Wettbewerb, das bis zu 30 Prozent zur Reichweite des Elektro-SUV beiträgt. Dabei unterstützt ein neu entwickeltes „Brake-by-wire“-Bremssystem. Durch die Entkopplung von Bremspedal und Hydraulik ist ein fließender Übergang zwischen Motorbremse und konventioneller Reibbremse möglich.

Rekuperation mit variabler Regelung

Hinter der hohen Reichweite im Alltagsbetrieb stehen zahlreiche Hightech-Lösungen, die die Effizienz des Audi e-tron signifikant erhöhen. Neben dem intelligenten Thermomanagement und dem niedrigen Luftwiderstandsbeiwert von 0,27 in Verbindung mit virtuellen Außenspiegeln ist hierfür vor allem das innovative Rekuperationssystem ausschlaggebend. Es bezieht sowohl die beiden E-Maschinen selektiv an Vorder- und Hinterachse als auch das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem mit ein. Dabei werden erstmals drei verschiedene Rekuperationsarten kombiniert: die manuelle Schubrekuperation per Schaltwippen, die automatische Schubrekuperation über den prädiktiven Effizienzassistenten und die Bremsrekuperation mit fließendem Übergang zwischen elektrischem und hydraulischem Verzögern. Insgesamt erzielt der Audi e-tron im Fahralltag bis zu 30 Prozent seiner Reichweite durch Rekuperation.

Bei mehr als 90 Prozent aller Verzögerungen aktiv: die Energie-Rückgewinnung

Der Elektro-SUV kann auf zwei Arten Energie zurückgewinnen: wenn der Fahrer vom Fahrpedal geht über die Schubrekuperation oder wenn er aufs Bremspedal tritt über die Bremsrekuperation. In beiden Fällen arbeiten die Elektromotoren als Generator und wandeln die Bewegungsenergie des Audi e-tron in elektrische Energie um. Bis 0,3 g rekuperiert der SUV allein über die E-Maschinen – dies ist bei mehr als 90 Prozent aller Verzögerungen der Fall. Damit werden praktisch alle normalen Bremsmanöver energetisch in die Batterie zurück gespeist. Das Rekuperationssystem reagiert individuell auf die verschiedenen Betriebszustände und ist damit so variabel und leistungsfähig, dass die mechanische Bremse selten zum Einsatz kommt. Mit dieser Regelstrategie ist das System das effizienteste am Markt.

Ab einem Verzögerungsmoment von mehr als 0,3 g rekuperiert der Audi e-tron nicht mehr nur über die E-Maschinen, sondern nutzt zusätzlich die innenbelüfteten 18-Zoll-Radbremsen mit Sechskolben-Festsattelbremse an der Vorderachse und Einkolben-Schwimmsattel an der Hinterachse. Das Resultat sind kurze Bremswege in allen Situationen.



Bei einer Bremsung aus 100 km/h beispielsweise kann der Audi e-tron mit maximal 300 Nm und 220 kW elektrischer Leistung rekuperieren – das sind mehr als 70 Prozent seiner Antriebsleistung. So viel schafft kein anderes Serienmodell. Damit erreicht der Elektro-SUV annähernd das Niveau eines Formel E-Rennwagens der Saison 2018/2019. Dieser rekuperiert mit maximal 250 kW elektrischer Leistung, 100 Prozent seiner Antriebsleistung.

Fährt der Audi e-tron bergab, kann er nahezu die komplette Energie, die er über den Höhenunterschied generiert, durch Rekuperation zurückgewinnen. Die Batterie wird beim Fahren wieder aufgeladen. So kann der Elektro-SUV auch in bergigen Regionen hohe Reichweiten erzielen.

Vom freien Rollen bis zum One-Pedal-Feeling: die elektrische Verzögerung

Der Fahrer kann den Grad der Schubrekuperation über Wippen am Lenkrad in drei Stufen einstellen. Auf der niedrigsten segelt der Audi e-tron ohne ein zusätzliches Schleppmoment, wenn der Fahrer vom Fahrpedal geht. Das Auto rollt frei weiter. Während der Fahrt fließt kein Strom zur oder von der E-Maschine. In Stufe 1 (ausgewogen – geringe Verzögerung) und 2 (stark – hohe Verzögerung) bauen die E-Motoren ein generatorisches Bremsmoment auf und erzeugen Strom. Der Elektro-SUV reduziert die Geschwindigkeit spürbar – der Fahrer kann allein über das Fahrpedal verzögern und beschleunigen. Es entsteht das sogenannte One-Pedal-Feeling. Das Bremspedal kann in diesem Fall ungenutzt bleiben.

Neben der manuellen Einstellung der Rekuperation über die Lenkradwippen, kann der Fahrer im MMI auch den automatischen Modus wählen. Hier regelt der prädiktive Effizienzassistent die bedarfsgerechte Verzögerung vorausschauend, etwa auf den Streckenverlauf oder auf vorausfahrende Fahrzeuge. Der Fahrer kann die Verzögerungswirkung anpassen, indem er die gewünschte Rekuperationsstufe per Schaltwippen wählt. Diese bleibt solange aktiv, bis er das Fahrpedal erneut betätigt.

Bei der elektrischen Verzögerung entscheidet das System mit einer von Audi speziell entwickelten quattro-Rekuperationsfunktion individuell, welche Achse in welchem Maß zur Rekuperation beiträgt. Das Antriebssteuergerät errechnet exakt und innerhalb von Sekundenbruchteilen, wie sich die Rekuperationsmomente ideal auf beide E-Maschinen verteilen lassen. Um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, nutzt der Elektro-SUV in den meisten Fällen hauptsächlich seine hintere E-Maschine. Fordert der Fahrer mehr Bremsleistung an, als diese 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. Diese Kombination aus ganzheitlich effizienter Betriebsstrategie und Rekuperation mit dem elektrischen quattro-Antrieb bietet nur der Audi e-tron.



Unterstützt eine ökonomische Fahrweise: der Effizienzassistent

Zu den zahlreichen Fahrerassistenzsystemen, die für den Audi e-tron bereitstehen, gehört der Effizienzassistent. Er unterstützt den Fahrer bei einer ökonomischen Fahrweise und trägt damit zur Steigerung der Reichweite bei. Das System erkennt das Verkehrsumfeld und den Streckenverlauf mithilfe von Radarsensoren, Kamerabildern, Navigationsdaten und Car-to-X-Informationen. Sobald der Fahrer sinnvollerweise den Fuß vom rechten Pedal nehmen sollte, erhält er entsprechende Hinweise im Audi virtual cockpit und im optionalen Head-up-Display.

Hat der Fahrer die automatische Einstellung der Rekuperation im MMI gewählt, ergibt sich eine komfortable Gesamtsystemausprägung, indem Hinweis und die automatische Rekuperation zusammenspielen. Das System ermittelt situationsabhängig die ideale Verzögerung und rekuperiert optimal an das Geschehen angepasst.

Im Zusammenspiel mit dem adaptiven Fahrassistenten, kann der Effizienzassistent den Audi e-tron zudem vorausschauend verzögern und beschleunigen, wofür er Sensor- und Navigationsdaten sowie Verkehrszeichen auswertet. Dabei regelt er automatisch das aktuelle Tempolimit, reduziert die Geschwindigkeit vor Kurven, bei Abbiegemanövern und an Kreisverkehren. Das prädiktive System berücksichtigt stets eine dem ausgewählten Fahrprogramm angepasste Fahrweise – von effizient bis sportlich – und nutzt die individuellen Möglichkeiten der Rekuperation.

Elektrohydraulisch integriertes Bremsregelsystem

Das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem ist eine Technologie, die Audi als erster Hersteller weltweit in einem elektrisch angetriebenen Serienautomobil einsetzt. Mit diesem System, das dank seiner kompakten Bauart weniger als sechs Kilogramm wiegt und damit etwa 30 Prozent leichter als ein konventionelles Bremssystem ist, schöpft der Audi e-tron sein maximales Rekuperationspotenzial gezielt aus. Der Elektro-SUV entscheidet je nach Fahrsituation, ob er mit E-Maschine, Radbremse oder einer Kombination aus beidem verzögert.

Unmerklich für den Fahrer: der Übergang vom elektrischen zum hydraulischen Bremsen

In den seltenen Fällen, in denen der Audi e-tron seine Radbremse nutzt, etwa bei einer Vollbremsung, kommen die starken Eigenschaften des integrierten Bremsregelsystems zur Geltung. Das Steuergerät erkennt, wie stark der Fahrer auf das Bremspedal tritt und berechnet binnen Millisekunden wie viel Bremsmoment erforderlich ist. Reicht das Rekuperationsmoment nicht aus, erzeugt ein Verdrängerkolben in der Bremshydraulik zusätzlichen Druck. Von einem elektrischen Spindelantrieb in Bewegung versetzt, drückt er Bremsflüssigkeit in die Bremsleitungen und generiert ergänzend Bremskraft durch die konventionelle Reibbremse.



Der Übergang zwischen elektrischem und hydraulischem Bremsen vollzieht sich weich und homogen, unmerklich für den Fahrer – die Bremskräfte bleiben konstant. Ein zweiter Kolben schafft mittels eines druckelastischen Elements das vertraute Pedalgefühl für den Fuß des Fahrers. Durch diesen Bremspedal-Simulator ist der Fahrer vom Geschehen in der Hydraulik unbeeinflusst. Bei ABS-Bremsungen sind Druckauf- und -abbau im Pedal nicht störend in Form von harten Pulsationen spürbar.

Blitzschneller Druckaufbau: eindrucksvoll kurze Bremswege

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. Dadurch ist es möglich, ein größeres Lüftspiel, also einen größeren Abstand zwischen Bremsbelag und -scheibe, einzustellen. So wird mögliche Reibung und Wärmeentwicklung minimiert und hiermit ein aktiver Beitrag zur hohen Reichweite des Audi e-tron geleistet.

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. Dazu tragen auch die Leistungselektroniken der E-Maschinen bei. Sie steuern jede Millisekunde den Schwingungen entgegen, die beim starken Verzögern durch kurzzeitige Haftungsabbrisse an den Rädern auftreten können und in der Folge Bremsweg kosten.

Im Fahralltag werden die Radbremsen selten benötigt, was sich positiv auf den Verschleiß auswirkt. Damit die stählernen Scheiben möglichst frei von Oxidation bleiben, verfügt der Audi e-tron über eine Bremsreinigungsfunktion. Diese nutzt bei einer Verzögerung automatisch in gewissen Zeitabständen die Reibbremse anstatt der Rekuperation. So ist das System stets in einem optimalen Betriebszustand.



Fahrspaß im elektrischen Zeitalter

Der Audi e-tron bietet Fahrspaß in einer neuen Dimension. Seine beiden E-Maschinen treiben den Elektro-SUV mit einer Systemleistung von bis zu 300 kW kraftvoll, emissionsfrei und nahezu lautlos an. Die Hochvolt-Batterie speichert 95 kWh Energie und ermöglicht damit eine Reichweite von mehr als 400 Kilometern im WLTP-Zyklus. Damit ist der Audi e-tron für die Langstrecke prädestiniert.

Effizient und robust: die Asynchronmaschinen

Die beiden Asynchronmaschinen des Audi e-tron haben eine Peak-Leistung von 265 kW und entwickeln 561 Nm Drehmoment. Im unbestromten Zustand produzieren sie keine elektrisch bedingten Schleppverluste und sind damit sehr effizient. Neben ihrem geringen Gewicht aufgrund des Aluminium-Rotors haben sie weitere Vorteile: Sie sind wartungsarm und besonders robust. Darüber hinaus kommen in der Produktion der E-Maschinen keine Seltenen Erden zum Einsatz.

Bis zu 60 Sekunden lang können die Asynchronmaschinen ihre Peak-Leistung abrufen. Damit ermöglichen sie mehrmals nacheinander ohne Leistungseinbußen das Beschleunigen aus dem Stand auf die elektronisch begrenzte Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h. Die Anfahrperformance, beispielsweise an einer Ampel, ist vergleichbar mit einem Sportwagen. In Sekundenbruchteilen liegt das maximale Antriebsmoment an und sorgt für enormen Durchzug. Der vordere Elektromotor, der für ein optimales Packaging achsparallel angeordnet ist, kommt auf 125 kW Peak-Leistung bei 247 Nm Drehmoment. Die hintere, koaxial angeordnete Maschine gibt 140 kW ab bei einem Drehmoment von 314 Nm. Zweistufig übersetzte Planetenradgetriebe mit einer Gangstufe übertragen die Kräfte über Differenziale auf die Achsen.

Eine Asynchronmaschine kann kurzzeitig ihre Leistung erhöhen. 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. Den Sprint von 0 auf 100 km/h absolviert der Audi e-tron dann in unter sechs Sekunden. Die Kräfte zwischen der E-Maschine an der Vorderachse und jener an der Hinterachse verteilen sich wie folgt: 135 kW Boostleistung bei 309 Nm Drehmoment vorn, 165 kW bei 355 Nm hinten.

Wichtiger Faktor: das Thermomanagement

Für die Performance der E-Maschinen spielt das Thermomanagement eine entscheidende Rolle. Audi hat hier eine besonders effektive und effiziente Lösung realisiert. Das Thermomanagement des Audi e-tron umfasst vier Kreisläufe, die sich je nach Bedarf auf unterschiedliche Weise zusammenschalten lassen. Es kühlt und heizt den Innenraum sowie die Hochvolt-Batterie und kühlt zudem 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 Temperaturen 180 Grad Celsius nicht übersteigen. Als heißeste Bauteile im Antriebsstrang stellen sie dem Thermomanagement eine große Wärmemenge zur Verfügung.

Die serienmäßige Wärmepumpe nutzt die Abwärme der elektrischen Komponenten. Bis zu 3 kW der eigentlichen Verlustleistungen werden effizient für das Aufheizen und Klimatisieren des Innenraums verwendet. Je nach Außentemperatur erzielt der Audi e-tron so Reichweitenvorteile von bis zu zehn Prozent.

Für den Fahrer des Audi e-tron bringt das leistungsfähige Thermomanagement viele Vorteile. Es ist Garant für das schnelle Gleichstromladen mit bis zu 150 kW an den Schnellladesäulen im Netz von Ionity. Zudem trägt es zur langen Lebensdauer der Batterie bei und sorgt für reproduzierbare Fahrleistungen auch bei hoher Belastung.

Stromwandler: die Leistungselektroniken

Jeder Motor im Audi e-tron wird von einer eigenen Leistungselektronik versorgt und gesteuert, die eng und hochdynamisch mit dem Antriebssteuergerät (ASG) zusammenarbeitet. Im ASG laufen alle Anforderungen zusammen – ob vom Fahrpedal, von den Bremsen oder vom elektrischen Allradantrieb. 10.000 Mal pro Sekunde lesen die Leistungselektroniken Sensordaten ein und geben Stromwerte für die E-Maschinen aus. Das Ergebnis ist eine optimale Leistungsausnutzung gerade im dynamischen Fahrbetrieb. Einige Funktionen wie Schwingungsdämpfung und Schlupfregelfunktionen sind direkt in die Leistungselektronik integriert. Das erlaubt ein verzögerungsfreies Umsetzen von Eingriffen und verbessert beispielsweise das Beschleunigungsvermögen auf eisglatter Fahrbahn deutlich.

Die beiden baugleich ausgeführten Leistungselektroniken sitzen auf den Gehäusen der E-Maschinen und sind in das Thermomanagement des Antriebs eingebunden. Sie nehmen wenig Platz in Anspruch und wiegen nur je acht Kilogramm – auch dank ihres Aluminiumgehäuses. Der Pulswechselrichter, ihr zentrales Bauteil, wandelt den Gleichstrom aus der Batterie in Drehstrom um. Wenn die E-Maschinen beim Rekuperieren als Generator arbeiten, wandelt er den erzeugten Drehstrom in Gleichstrom und speist ihn in die Batterie zurück.



Technik-Glossar Rekuperation und Antrieb

Rekuperation

Rekuperation ist die Nutzung der Bewegungsenergie beim Verzögern. Ein elektrischer Antriebsmotor im Auto wird zum Generator, wenn er geschoben wird und sich der Rotor schneller dreht als das Drehfeld des Stators. Zu unterscheiden ist zwischen der Schubrekuperation, die einsetzt, wenn der Fuß des Fahrers das rechte Pedal freigibt, und der Bremsrekuperation, wenn der Fahrer das Bremspedal tritt. Die Schubrekuperation kann automatisch über den prädiktiven Effizienzassistenten erfolgen. Er regelt die bedarfsgerechte Verzögerung vorausschauend, etwa auf den Streckenverlauf oder auf vorausfahrende Fahrzeuge. Alternativ regelt der Fahrer den Grad der Verzögerung manuell über die Schaltwippen am Lenkrad. In Schub- und Bremsphasen wandelt der Generator die kinetische in elektrische Energie um und speist sie in die Batterie ein. Insgesamt erzielt der Audi e-tron bis zu 30 Prozent seiner Reichweite durch Rekuperation.

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 von der Motorbremse 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-Bremsungen sind Druckauf- und -abbau im Pedal nicht störend in Form von harten Pulsationen spürbar.

Das elektrohydraulische Bremssystem wird aktiv, wenn der Fahrer so stark auf das linke Pedal tritt, dass die Verzögerung 0,3 g überschreitet – ansonsten verzögert der Audi e-tron rekuperativ mit den beiden E-Maschinen. Auch bei sehr niedrigem Tempo, etwa beim Rangieren, verzögert er über die Radbremsen, weil das in diesem Fall effizienter ist als elektrisches Bremsen. Der Elektromotor müsste sonst wertvollen Strom aus der Batterie zum aktiven Verzögern bei geringen Drehzahlen nutzen.

Durch die „Brake-by-wire“-Technologie des elektrohydraulisch integrierten Bremsregelsystems ist es möglich, ein größeres Lüftspiel, also einen größeren Abstand zwischen Bremsbelag und -scheibe, einzustellen. Dadurch wird mögliche Reibung und Wärmeentwicklung minimiert und hiermit ein aktiver Beitrag zur hohen Reichweite des Autos geleistet.



Das elektrohydraulisch integrierte Bremsregelsystem baut den Bremsdruck in Gefahrensituationen 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.

Prädiktiver Effizienzassistent

Der Effizienzassistent unterstützt den Fahrer beim vorausschauenden, kraftstoffsparenden Fahren. Dabei arbeitet das System eng mit der adaptive cruise control bzw. dem adaptiven Fahrassistenten zusammen. Es greift auf prädiktive Streckendaten der Navigation sowie Car-to-X-Informationen zu. Um Verkehrszeichen und andere Fahrzeuge zu erkennen, nutzt der Effizienzassistent die Frontkamera sowie die Daten der nach vorne und hinten gerichteten Radarsensoren.

Sobald der Fahrer sinnvollerweise den Fuß vom rechten Pedal nehmen sollte, erhält er entsprechende Hinweise im Audi virtual cockpit und im Head-up-Display. Auf Basis der Streckendaten erscheinen hier Symbole für Tempolimits, Kurven, Kreisverkehre, Ortschaften oder Gefälleabschnitte, die dem Fahrer signalisieren, das Tempo zu verlangsamen.

Der Audi e-tron rekuperiert situationsabhängig automatisch.

Bei eingeschaltetem Fahrassistenten bzw. aktivierter ACC regelt der Effizienzassistent aktiv: Er verzögert und beschleunigt vorausschauend und passt die Geschwindigkeit dem Straßenverlauf und der Verkehrssituation an, wobei er auch vorausfahrende Fahrzeuge einbezieht. Das prädiktive System berücksichtigt stets eine dem ausgewählten Fahrprogramm angepasste Fahrweise – von effizient bis sportlich – und nutzt die Möglichkeiten der Rekuperation. Der Fahrer kann das System jederzeit durch Gasgeben und Bremsen überstimmen.

Asynchronmotor

Eine Drehstrom-Asynchronmaschine besteht aus zwei großen Teilen – dem äußeren, feststehenden Stator und dem darin befindlichen Rotor. Beim Stator handelt es sich um ein Blechpaket aus dünnen, magnetisch leitfähigen Elektroblechen. Darin befinden sich Spulen aus Kupferdraht, an die die drei Drehstromphasen aus der Leistungselektronik gelegt werden. Wenn an ihnen Spannung anliegt, entsteht ein umlaufendes magnetisches Feld (Drehfeld). Das Drehfeld des Stators induziert im Rotor ein weiteres Magnetfeld – der Rotor wird mit einer geringen Differenzdrehzahl zum anregenden Drehfeld des Stators mitgeführt, also asynchron. Dreht sich der Rotor langsamer als das Drehfeld, dann arbeitet die E-Maschine im Auto als Antriebsmotor. Im umgekehrten Fall wird sie zum Generator und wandelt kinetische Energie in elektrische um. Im unbestromten Zustand produzieren die Asynchronmaschinen keine elektrisch bedingten Schleppverluste und sind damit sehr effizient. Neben ihrem geringen Gewicht aufgrund des Aluminium-Rotors haben sie weitere Vorteile: Sie sind wartungsarm und besonders robust. Darüber hinaus kommen in der Produktion der E-Maschinen keine Seltenen Erden zum Einsatz.



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 kann kurzzeitig ihre Leistung erhöhen. Im Boost, der maximal acht 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.

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 Prozessor 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.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe kann auf hocheffiziente Weise heizen und kühlen, indem sie die Wärme aus der Umgebung aufnimmt. Im Audi e-tron nutzt sie die Abwärme der elektrischen Komponenten und transportiert so bis zu 3 kW Wärmeleistung. Die Wärmepumpe ist kein separates physisches Bauteil, sondern eine bedarfsgerechte Verschaltung des Kältemittelkreislaufs und des Niedertemperatur-Kühlkreislaufs.