



**AMAG Import AG**

PR und Kommunikation Audi

Katja Cramer

Telefon: +41 56 463 93 61

E-Mail: [audi.pr@amag.ch](mailto:audi.pr@amag.ch)

[www.audi.ch](http://www.audi.ch)

April 2018

**PRESSEINFORMATION**

## **Audi e-tron: Ladekonzepte und Batterietechnik**

<b>Zu Hause: Laden mit Wechselstrom</b>	<b>2</b>
Serienmässig: das Ladesystem compact	
Intelligente Option: das Ladesystem connect	
Fernsteuerung per App: Laden und Klimatisieren	
<b>Unterwegs: Laden mit Gleich- und Wechselstrom</b>	<b>4</b>
Schnellladen mit bis zu 150 kW: an den europäischen Hauptverkehrsachsen	
Laden mit bis zu 22 kW: an öffentlichen Wechselstrom-Säulen	
Clevere Routenplanung: per App und im Auto	
Komfortabel und sicher: der e-tron Charging Service und Plug & Charge	
<b>In Szene gesetzt: der Ladevorgang</b>	<b>6</b>
Statusanzeige an der Ladeklappe	
<b>Grüner Strom: von der Produktion bis zum Auto</b>	<b>6</b>
CO <sub>2</sub> -neutrale Produktion und regenerative Energien	
<b>Starker Speicher: die Hochvolt-Lithium-Ionen-Batterie</b>	<b>7</b>
Eckdaten: 95 kWh Energie, 36 Module, 432 Lithium-Ionen-Zellen	
Kompakter Block: das Batteriesystem und sein Management	
Besonders effizient: das Kühlsystem	
Verstärkung für die Karosserie: das Batteriegehäuse	
Breit gelagertes Know-how: Batterieentwicklung bei Audi	
<b>Technik-Glossar Laden</b>	<b>10</b>



Wichtige Begriffe kurz und knapp erklärt

## **Einfach – schnell – sicher: die Ladetechnologien des Audi e-tron**

**Mit dem Audi e-tron startet die Marke mit den Vier Ringen in eine neue Ära: Sie wandelt sich vom klassischen Automobilhersteller zum Systemanbieter für Mobilität. Dank eines ganzheitlichen Ladeangebots mit intelligenten Lösungen für zu Hause und unterwegs fährt der Kunde rein elektrisch, ohne dabei Kompromisse eingehen zu müssen. Die grosse Lithium-Ionen-Batterie im Audi e-tron ermöglicht mehr als 400 Kilometer Reichweite im WLTP-Fahrzyklus. Lädt der Elektro-SUV an Schnellladestationen mit bis zu 150 kW, ist er in weniger als einer halben Stunde wieder voll langstreckentauglich.**

### **Zu Hause: Laden mit Wechselstrom**

Typischerweise wird ein Grossteil aller Ladevorgänge des Audi e-tron zu Hause stattfinden. Und jeder von ihnen kostet den Besitzer nur wenige Sekunden Zeit – jene Momente, in denen er das Ladekabel anschliesst und absteckt. In den meisten Fällen wird der Elektro-SUV über Nacht laden, am nächsten Morgen startet er dann mit voller Batterie und mehr als 400 Kilometer Reichweite gemäss WLTP-Prüfzyklus.

Für das Laden zu Hause bietet Audi verschiedene Lösungen an: Das serienmässige Ladesystem compact erlaubt das Laden mit bis zu 11 kW Leistung. Das optionale Ladesystem connect verdoppelt die Leistung auf 22 kW, sofern der Audi e-tron ein zweites Ladegerät an Bord hat. Zudem ermöglicht es im Zusammenspiel mit einem Heimenergie-Managementssystem intelligente Ladefunktionen.

Möchte der Kunde beim Kauf des Audi e-tron klären, welche Lademöglichkeiten er in seiner Garage hat, kann er auf der Audi-Homepage einen e-tron Pre-Check online durchführen. Dieser gibt eine erste Einschätzung, ob die heimische Elektroinstallation für das Laden geeignet ist und welchen Einfluss sie auf das Laden des Audi e-tron hat, insbesondere hinsichtlich der Ladedauer. Darüber hinaus kann sich der Kunde über einen Home-Check informieren: In der Schweiz arbeitet Audi dafür mit Alpiq zusammen. In Deutschland und einigen weiteren europäischen Ländern reicht die Leistung des Hausanschlusses in der Regel für Dreiphasenwechselstrom – sogenannten Drehstrom – über eine handelsübliche Industriesteckdose mit 400 Volt und bis zu 11 beziehungsweise 22 kW aus.



### **Serienmässig: das Ladesystem compact**

Das mobile Ladesystem compact gehört zum Serienumfang des Audi e-tron. Es kann direkt an einer Standardsteckdose genutzt werden ohne Installation durch einen Elektriker. Dazu enthält es zwei unterschiedliche Netzanschlusskabel – zum einen für eine 230 Volt-Haushaltssteckdose mit einer Ladeleistung von bis zu 2,3 kW, zum anderen für eine 400 Volt-Drehstromsteckdose mit bis zu 11 kW Leistung. Letztere sorgt dafür, dass die Batterie des Audi e-tron in etwa 8.5 Stunden wieder voll geladen ist. Insgesamt hat das Kabel eine Länge von 4,5 Meter und integriert ein Modul mit LED-Leuchten zur Anzeige des Ladestatus. Für die Garage liefert Audi auf Wunsch eine Wandhalterung, den sogenannten Lade-Clip. Hier lässt sich das Anzeige-Modul komfortabel einrasten.

### **Intelligente Option: das Ladesystem connect**

Als Ausbaustufe wird Audi das optionale Ladesystem connect anbieten. Es erlaubt das Laden mit bis zu 22 kW Leistung – eine Vollladung dauert dann nur viereinhalb Stunden. Das dafür erforderliche zweite Onboard-Ladegerät im Auto wird im Laufe des Jahres 2019 als Option verfügbar sein. Das Kabel, das vom Touch-Display des Ladesystems connect zum Auto führt, ist serienmässig 2,5 oder auf Wunsch 7,5 Meter lang. Der abschliessbare Lade-Clip ist Serie. Gegen unbefugte Benutzung lässt sich das Ladesystem per PIN sperren – eine sinnvolle Lösung beispielsweise für den Betrieb im Carport.

Mit dem Ladesystem connect kann der Audi e-tron immer mit der maximal verfügbaren Leistung laden, die der Hausanschluss und das Auto ermöglichen. Dabei berücksichtigt er den Bedarf der anderen Verbraucher im Haushalt und vermeidet ein Überlasten des Hausanschlusses und in der Folge das Auslösen der Sicherung. Voraussetzung im Haus ist ein kompatibles Heimenergie-Managementsystem (HEMS), mit dem sich das Ladesystem über das Haus-WLAN vernetzt. Hier arbeitet Audi mit zwei Partnerfirmen zusammen, SMA Solar Technology und der Hager Group.

Im Zusammenspiel mit dem Ladesystem connect und einem entsprechend ausgestatteten HEMS nutzt der Audi e-tron auch variable Stromtarife. So kann er zu kostengünstigen Zeiten die Batterie mit Strom versorgen und dabei gleichzeitig die Mobilitätswünsche des Kunden berücksichtigen, wie etwa Abfahrtszeit oder Lade-Level. Die nötigen Stromtarifdaten bezieht das Ladesystem connect dafür entweder vom HEMS oder von den individuell hinterlegten Kunden-Angaben im myAudi Portal. Verfügt das Haus über eine Photovoltaik-Anlage, kann der Kunde den Ladevorgang auch so optimieren, dass der Audi e-tron bevorzugt mit dem eigenerzeugten Strom lädt. Dazu berücksichtigt der Elektro-SUV entweder prognostizierte Sonnenscheinphasen, die das HEMS zur Verfügung stellt, oder den aktuellen Stromfluss am Hausanschluss.



Darüber hinaus kann der Kunde mit dem Ladesystem connect auch seine individuelle Ladestatistik und den Ladeverlauf im myAudi Portal und in der myAudi App einsehen. Neben den Ladezeiten und der geladenen Strommenge sind auch die entsprechenden Kosten detailliert aufbereitet. Wenn es sein HEMS unterstützt, sieht er zudem, wie hoch der Verbrauch an eigenerzeugtem Solarstrom für das Auto ist. Die Daten werden auf einem geschützten Server gespeichert und lassen sich im Portal auswerten und exportieren. Die Kommunikation zum Ladesystem connect erfolgt über das Heimnetzwerk und den Internetanschluss des Kunden.

### **Fernsteuerung per App: Laden und Klimatisieren**

Für eine entspannte Bedienung vom Sofa aus sorgt die myAudi App auf dem Smartphone. Mit ihr kann der Kunde Ladevorgänge und die Vorklimatisierung des Audi e-tron planen, fernsteuern und überwachen – als wäre er direkt im Auto. Zum Beispiel kann er einen Timer für die Abfahrtszeit anlegen, so dass der Audi e-tron zum gewünschten Zeitpunkt geladen und/oder vorklimatisiert ist. Dabei hat der Kunde die Möglichkeit, bestimmte Zonen im Auto bevorzugt zu klimatisieren. Zum Beispiel kann er an kalten Wintertagen die Sitz- oder Lenkradheizung aktivieren. Zusätzlich zeigt die App Lade- und Fahrdaten an. Die Kommunikation zum Auto erfolgt über das integrierte LTE-Modul, das beim Audi e-tron zur Serienausstattung gehört.

### **Unterwegs: Laden mit Gleich- und Wechselstrom**

Wer seinen Audi e-tron über Nacht lädt und am nächsten Morgen mit voller Batterie startet, braucht bei seiner alltäglichen Fahrt keinen Stopp an der Ladesäule einzulegen. Die Reichweite von mehr als 400 Kilometern nach dem realitätsnahen WLTP-Zyklus ermöglicht rein elektrisches Fahren ohne Kompromisse. Für längere Strecken stehen mehr als 65.000 öffentliche Ladepunkte in Europa zur Verfügung, an denen der Audi e-tron mit Gleichstrom (DC) und Wechselstrom (AC) laden kann. Ihre Anzahl wird in den kommenden Jahren deutlich steigen. Mit smarten Lösungen sorgt Audi dafür, dass der Ladevorgang unkompliziert und schnell abläuft.

### **Schnellladen mit bis zu 150 kW: an den europäischen Hauptverkehrsachsen**

Auf Langstrecken – beispielsweise bei der Fahrt in den Urlaub – ist eine Schnellademöglichkeit essentiell. Dafür haben der Volkswagen-Konzern mit Audi und Porsche, die BMW Group, die Daimler AG und die Ford Motor Company das Gemeinschaftsunternehmen Ionia gegründet. An dessen leistungsfähigen DC-Säulen kann der Audi e-tron mit bis zu 150 kW laden. Damit ist er in weniger als 30 Minuten bereit für die nächste Langstrecken-Etappe. Ende 2018 wird es in Europa nahezu 200 solcher High-Power-Charging (HPC)-Stationen mit jeweils sechs Ladepunkten geben. Bis 2020 sind 400 Standorte an Autobahnen und Hauptverkehrsachsen in je 120 Kilometer Entfernung geplant.



Das HPC-Netzwerk und alle daran beteiligten Automobilhersteller verwenden den europäischen Ladestandard Combined Charging System (CCS). Er kombiniert einen siebenpoligen AC-Anschluss mit einem zweipoligen DC-Anschluss. Die Offenheit des Systems und die europaweite Verbreitung werden helfen, die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen deutlich zu erhöhen.

#### **Laden mit bis zu 22 kW: an öffentlichen Wechselstrom-Säulen**

Neben dem Laden mit Gleichstrom an DC-Säulen kann der Audi e-tron unterwegs auch mit Wechselstrom an AC-Säulen laden – standardmässig mit bis zu 11 kW, optional mit 22 kW. Letzteres ist möglich, wenn der Elektro-SUV das optionale zweite Ladegerät an Bord hat. Zum Anschluss an die Ladesäule dient das ebenfalls serienmässige, sechs Meter lange Mode-3-Ladekabel. Etwa 95 Prozent aller vorhandenen Ladepunkte in Europa entsprechen aktuell diesem Standard.

#### **Clevere Routenplanung: per App und im Auto**

Die Planung einer längeren Fahrt kann entweder in der myAudi App oder direkt im Auto erfolgen. In beiden Fällen bekommt der Kunde die passende Route mit den erforderlichen Ladepunkten angezeigt, um sein Ziel zu erreichen. Dabei berücksichtigt die Navigation neben dem Füllstand der Batterie auch die Verkehrslage und berechnet die Ankunftszeit inklusive der notwendigen Ladezeit. Sowohl DC-Ladestationen, an denen der Audi e-tron mit Gleichstrom laden kann, als auch die meisten AC-Säulen zum Laden mit Wechselstrom sind europaweit enthalten. Die Routenplanung macht Angaben zu Leistung und bei entsprechend angebundener Ladesäule auch zur aktuellen Belegung und möglichen Defekten. Während der Fahrt erscheinen im Audi virtual cockpit und auf dem oberen MMI touch response-Display detaillierte Informationen über die verbleibende Reichweite. Die Ladeplanung passt sich permanent an die Gegebenheiten an. Sollte beispielsweise eine anvisierte DC-Schnellladestation nicht mehr erreichbar sein, erscheint ein Alternativvorschlag. Parallel zur Anzeige im Auto läuft die Ladeplanung in der myAudi App nahtlos auf dem Smartphone mit. Während eines aktiven Ladevorgangs zeigt sie die verbleibende Ladezeit und den aktuellen Ladezustand der Batterie an. Der Kunde erhält auf Wunsch eine Push-Nachricht, sobald er seine Fahrt fortsetzen kann.

#### **Komfortabel und sicher: der e-tron Charging Service und Plug & Charge**

Über einen neuen Audi-eigenen Ladedienst, den e-tron Charging Service, wird Audi den e-tron-Kunden zum Marktstart Zugang zu etwa 80 Prozent aller öffentlichen Ladestationen in Europa eröffnen. Ob AC- oder DC-Laden, ob 11 oder 150 kW – es genügt eine einzige RFID-Karte, die e-tron Charging Service Card, um das Laden zu starten. Die Datenübertragung basiert auf der Funktechnologie RFID (= Radio Frequency Identification). Viele Säulen lassen sich auch über das Scannen eines QR-Codes per Smartphone freischalten. Der Kunde muss sich einmalig im myAudi Portal für den Dienst registrieren und einen individuellen Ladevertrag abschliessen. Landesabhängig sind verschiedene Tarife geplant, die die Bedürfnisse des Kunden berücksichtigen, wie etwa Energie- und Minutenkontingente.



Die Abrechnung jedes einzelnen Ladevorgangs erfolgt automatisiert – ohne physisches Zahlungsmittel. Über das myAudi Portal kann der Kunde jederzeit seine aktuelle Ladehistorie und die letzten Abrechnungen einsehen sowie seinen Vertrag verwalten. Unabhängig davon kann er auch an Säulen laden, die nicht in das Portfolio des e-tron Charging Service eingebunden sind. Dort rechnet er direkt mit dem jeweiligen Anbieter ab.

Von 2019 an wird das Laden für Audi-Kunden noch komfortabler. Dann debütiert die Funktion Plug & Charge. Damit autorisiert sich der Audi e-tron über modernste kryptographische Verfahren selbst an Ladesäulen und schaltet sie frei – eine Karte wird nicht benötigt. Voraussetzung dafür ist ein gültiger Ladevertrag beim e-tron Charging Service. Alle Audi e-tron, die ab Mitte 2019 vom Band fahren, unterstützen die Funktion ab Werk. Auch im privaten Umfeld kann der Kunde Plug & Charge zur Freischaltung seines Ladesystems connect nutzen. Die Eingabe einer PIN zum Schutz vor Fremdnutzung entfällt dann.

### **In Szene gesetzt: der Ladevorgang**

Jeder Ladevorgang des Audi e-tron beginnt mit einer kleinen Inszenierung: Per Tastendruck fährt die Klappe im Kotflügel auf der Fahrerseite elektrisch nach vorn und nach unten, um den von einer weissen LED beleuchteten Anschluss freizugeben. Neben ihm befindet sich eine zweite LED, die den Status visualisiert – ein grün pulsierendes Licht etwa zeigt einen aktiven, ein konstant grünes Licht einen abgeschlossenen Ladevorgang an. Wenn der Stecker abgezogen wird, schliesst sich die Ladeklappe innerhalb von fünf Sekunden selbsttätig. Zusammen mit dem optionalen zweiten Ladegerät liefert Audi einen zusätzlichen Anschluss ausschliesslich für Wechselstromladen auf der Beifahrerseite.

### **Grüner Strom: von der Produktion bis zum Auto**

Die Produktion des Audi e-tron im Werk Brüssel wird CO<sub>2</sub>-neutral erfolgen. Die belgische Prüfgesellschaft Vinçotte hat den Standort von Audi Brussels Anfang 2018 entsprechend zertifiziert. Das Werk bezieht seit 2012 grünen Strom und hat die grösste Photovoltaikanlage in der Region. Auf 37.000 m<sup>2</sup> Dachfläche werden aufs Jahr gerechnet mehr als 3.000 MWh Energie erzeugt – genug, um etwa 33.000 Audi e-tron voll aufzuladen. Jährlich spart das Unternehmen so rund 17.000 Tonnen CO<sub>2</sub>. Zusätzlich reduziert Audi Brussels Emissionen durch den Bezug von Biogas für die Wärmeversorgung des Standorts. Das Werk deckt mehr als 95 Prozent seines Energiebedarfs mittels erneuerbarer Energien, das senkt die CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt bis zu 40.000 Tonnen pro Jahr.



Auch das Netzwerk Ionity, an dessen Aufbau sich Audi beteiligt, wird seine Schnellladesäulen in Europa zum grössten Teil mit Ökostrom betreiben. Zudem vermittelt Audi marktabhängig Grünstromangebote für das Laden zu Hause in Zusammenarbeit mit lokalen Energieversorgern. Hat der Kunde eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach seines Hauses installiert, kann er seinen Audi e-tron – in Verbindung mit dem Ladesystem connect und einem kompatiblen Heimenergie-Managementsystem – bevorzugt mit dem selbst erzeugten Solarstrom laden.

### **Starker Speicher: die Hochvolt-Lithium-Ionen-Batterie**

Die Lithium-Ionen-Batterie im Wagenboden des Audi e-tron speichert 95 kWh Energie und ist auf lange Lebensdauer ausgelegt. Im realitätsnahen WLTP-Fahrzyklus erzielt der Elektro-SUV damit eine Reichweite von mehr als 400 Kilometern. Beim Schnellladen mit Gleichstrom ist das aufwändige Thermomanagement der Batterie die Basis dafür, dass der Audi e-tron mit einer Leistung von bis zu 150 kW laden kann.

### **Eckdaten: 95 kWh Energie, 36 Module, 432 Lithium-Ionen-Zellen**

Die Batterie des Audi e-tron kann bei 396 Volt Nominalspannung 95 kWh Energie speichern. Sie besteht aus 36 Zellmodulen, als quaderförmige Aluminium-Gehäuse gestaltet, die etwa so gross sind wie ein Schuhkarton. Jedes Modul beinhaltet zwölf Pouch-Zellen, die eine flexible Aussenhülle aus Aluminium-beschichtetem Kunststoff besitzen. Sie garantieren lange Lebensdauer bei gleichzeitig hoher Energie- und Leistungsdichte. Zudem können sie über breite Temperatur- und Ladezustandsfenster kontinuierlich und reproduzierbar Strom abgeben und aufnehmen. Und sie lassen sich so dicht packen, dass sie das im Hochvolt-Batteriesystem vorhandene Volumen bestmöglich nutzen. Künftig setzt Audi in seinem Modulkonzept technisch gleichwertig ebenso prismatische Zellen ein – auch im Sinne einer Mehrlieferantenstrategie.

### **Kompakter Block: das Batteriesystem und sein Management**

Das Batteriesystem bildet einen flachen, breiten Block, der sich in idealer Schwerpunktlage unter der Passagierzelle zwischen den Achsen befindet. Mit 2,28 Meter Länge, 1,63 Meter Breite und 34 Zentimeter Höhe hat es in etwa den Umriss eines Doppelbetts. Über dem hinteren Bereich der ersten Ebene, dem sogenannten First Floor, sitzt eine zweite, kleinere Ebene mit Zellmodulen. Sie liegt also unter der Rücksitzbank des Audi e-tron. Das Gesamtgewicht des Systems inklusive der Gehäusewanne mit aufwändigen Crashstrukturen beträgt rund 700 Kilogramm.

Das Management der Batterie mit all seinen wichtigen Parametern – etwa Ladezustand, Leistungsabgabe und Thermomanagement – obliegt dem externen Battery Management Controller (BMC). Er ist in der Fahrgastzelle an der rechten A-Säule des Audi e-tron untergebracht. Der BMC kommuniziert sowohl mit den Steuergeräten der E-Motoren als



auch mit den Zellmodul-Controllern (CMC), von denen jeder die Ströme, die Spannung und die Temperatur der Module überwacht.

Die Battery Junction Box (BJB), die die Hochvolt-Relais und -Sicherungen integriert, bildet die elektrische Schnittstelle zum Auto. Von einem Gehäuse aus Aluminiumdruckguss umgeben, befindet sie sich im vorderen Bereich des Batteriesystems. Der Datenaustausch zwischen den CMCs, der BJB und dem BMC erfolgt über ein eigenes Bussystem.

Das Thermomanagement des Audi e-tron umfasst vier Kreisläufe, die sich je nach Bedarf auf unterschiedliche Weise zusammenschalten lassen, um den Innenraum und die elektrischen Aggregate zu heizen und zu kühlen. Sie können auch als hocheffiziente Wärmepumpe arbeiten. Neben der Batterie binden sie die E-Maschinen samt ihren Rotoren, die Leistungselektronik sowie das Ladegerät ein. Durch das intelligente Thermomanagement bleibt die Batterie in allen Situationen – vom Kaltstart im Winter bis zu schneller Autobahnfahrt an heißen Sommertagen – in ihrem optimalen Effizienzbereich von 25 bis 35° Celsius. Das trägt ebenfalls zur Langlebigkeit bei.

Für den Fahrer des Audi e-tron bringt das leistungsfähige Thermomanagement viele Vorteile. Wenn er will, kann er mehrfach nacheinander hohe Last anfordern, ohne dass die Performance einbricht. Zudem kann er die Batterie an einer der neuen Gleichstrom-Schnellladesäulen im Netz von Ioney mit bis zu 150 kW Leistung laden. Das Kühlmittel führt die Wärme ab, die durch die elektrische Verlustleistung entsteht. Ist die Batterie beim Laden im Winter noch kalt, wird sie mit warmem Kühlmittel beheizt.

Um die Hochvolt-Batterie möglichst schnell und schonend zu laden, kommuniziert der Audi e-tron während des Ladevorgangs mit der Ioney-Ladesäule, deren Kabel ebenfalls gekühlt wird. Wenn der Akku bei der Ankunft nahezu leer ist, lässt er sich durch das 150 kW-Laden unter optimalen Bedingungen in knapp 30 Minuten wieder auf etwa 80 Prozent Ladezustand bringen. Nach Überschreiten dieser Marke verlangsamt sich der Ladevorgang, um die Lithium-Ionen-Batterie zu schonen und ihre Lebensdauer nicht zu beeinträchtigen.

#### **Besonders effizient: das Kühlsystem**

Das Kühlsystem der Batterie ist aussen an ihrem Gehäuse unter dem Zellraum angebracht. Es besteht aus flachen Aluminium-Strangpressprofilen, die in kleine Kammern – sogenannte Microports aufgeteilt sind. Ein neu entwickelter wärmeleitfähiger Klebstoff verbindet die Kühleinheit mit dem Batteriegehäuse. Den Kontakt zwischen den Zellmodulen und dem Gehäuse stellt wiederum der sogenannte Gapfiller her – ein ebenfalls wärmeleitfähiges Gel, das unter jedes Zellmodul gepresst wird. Es leitet die entstehende Abwärme der Zellen gleichmässig über das Batteriegehäuse in das Kühlmittel – eine besonders effiziente Lösung.





Auch beim Gehäuse des Batteriesystems legten die Entwickler maximalen Wert auf Sicherheit. Sein starker umlaufender Rahmen besteht aus Strangpressprofilen und Gussknoten. Eine Fachwerkstruktur, ebenfalls aus Strangpressprofilen aufgebaut, gliedert das Innere des Gehäuses wie einen Setzkasten – jedes Zellmodul liegt in seinem eigenen Fach. Eine massive Aluminiumplatte schützt die Batterie von unten gegen Beschädigung, etwa durch Steinschlag, oder vor Bordsteinkanten.

#### **Verstärkung für die Karosserie: das Batteriegehäuse**

Das Aluminium-Batteriegehäuse in Audi Space Frame-Bauweise besteht zu 47 Prozent aus Alu-Strangpressprofilen, zu 36 Prozent aus Alu-Blechen und zu 17 Prozent aus Alu-Druckgussbauteilen. 35 Schrauben verbinden es schub- und momentensteif mit der Karosserie. Dadurch steigert es ihre Torsionssteifigkeit um 27 Prozent und trägt ebenso zum hohen Sicherheitsniveau des Audi e-tron bei wie das von aussen mit dem Batteriegehäuse verklebte Kühlsystem.

Der Zusammenbau des Batteriesystems erfolgt im Audi-Werk Brüssel. Das Unternehmen hat dafür zahlreiche neue Fertigungstechnologien entwickelt, vom automatisierten Setzen der Zellmodule in ihre Aufnahmen bis zum Einspritzen des Gapfillers. Für Wartungs- und Reparaturarbeiten lässt sich die Batterie problemlos vom Auto trennen. Die Sicherungsbox ist über eine Direkt-Steckverbindung angebunden und das Master-Steuergerät gut zugänglich.

#### **Breit gelagertes Know-how: Batterieentwicklung bei Audi**

Audi besitzt breites Know-how in der Hochvolt-Batterietechnologie. Im dafür geschaffenen Kompetenzzentrum bei Ingolstadt arbeiten zahlreiche Spezialisten an den Traktionsbatterien. Ob sie für ein Plug-in-Hybridmodell oder ein reines Elektroauto konzipiert werden – im Aufbau folgen die Batterien einem einheitlichen Modulkonzept. Das verschafft Audi maximale Flexibilität, um schnell auf alle Entwicklungen im Markt reagieren zu können.

Im Batterietechnikum steht die Entwicklung der kompletten Systeme im Fokus – ihr Packaging, ihre Kühlung, ihre Absicherung und ihre Integration ins Auto. Hier geht es um die Steifigkeit des Batteriesystems, um sein Verhalten im Crashfall und um seine elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Zur Ausstattung des Zentrums gehören deshalb leistungsstarke Prüfstände und eine eigene EMV-Messhalle.



## Technik-Glossar Laden

### Wechselstrom

Wechselstrom (englisch Alternating Current, AC) kommt aus den konventionellen Schuko-Steckdosen im Haushalt. Sie liefern dauerhaft 10 und kurzzeitig 16 Ampere Stromstärke, bei 230 Volt Spannung ist die Leistung auf 2,3 beziehungsweise 3,6 kW begrenzt. In einer AC-Leitung wechseln die Elektronen kontinuierlich ihre Richtung mit einer Frequenz von 50 Hz, also 50mal pro Sekunde. Dieses Auf und Ab wird als Phase bezeichnet. 230 Volt-Wechselstrom ist einphasig.

### Drehstrom

Bei Drehstrom handelt es sich um dreiphasigen Wechselstrom, dessen Phasen um je 120 Grad zueinander versetzt sind. Das erlaubt die kontinuierliche Leistungsübertragung und den Aufbau starker Drehfelder. Weltweit betreiben die Energieversorgungsunternehmen ihre Netze mit Drehstrom, weil er sich einfach transformieren lässt. Im Haushalt werden grössere Verbraucher wie Küchenherde an die roten fünfpoligen Drehstromsteckdosen mit 400 Volt Spannung angeschlossen. Die Stromstärke beträgt zumeist 16 oder 32 Ampere, die entsprechende Leistung 11 beziehungsweise 22 kW.

### Gleichstrom

Beim Gleichstrom (englisch Direct Current, DC) fließt der Strom immer vom Pluspol zum Minuspol, ohne dass sich seine Polarität ändert. Batterien und Akkus, etwa im Handy, stellen Gleichstrom bereit, elektronische Geräte wie Fernseher – gegebenenfalls mit eingebauten Wandlern für unterschiedliche Spannungsniveaus – werden damit betrieben. Zudem ermöglicht Gleichstrom die verlustarme Übertragung sehr hoher Leistungen über lange Strecken. Auch die Lithium-Ionen-Batterie des Audi e-tron liefert beim Entladen Gleichstrom beziehungsweise benötigt diesen beim Laden.

### AC-Laden

Ob im Haushalt oder an der Ladesäule – beim Laden eines Elektroautos mit Drehstrom über den in Europa gängigen Typ 2-Stecker ist die Leistung zumeist auf 22 kW, in einigen Fällen auf 43 kW beschränkt. Dabei bildet auch das AC-Ladegerät im Auto einen limitierenden Faktor: Sein Gleichrichter, der den Drehstrom in Gleichstrom für die Batterie umwandelt, kann nur eine bestimmte Leistung – gemessen in kW – verarbeiten. Je höher dieser Umsatz ist, desto mehr Abwärme produziert er, was den Wirkungsgrad verschlechtert. Um die so verursachten Verluste möglichst gering zu halten, ist das Drehstrom-Ladegerät des Audi e-tron in den Niedertemperatur-Kühlkreislauf eingebunden.



### DC-Laden

Beim Laden mit Gleichstrom spielt das AC-Ladegerät im Auto keine Rolle: Der Strom fließt vom DC-Ladegerät, das in die Säule integriert ist, über den CCS-Stecker (Combined Charging System) direkt in die Batterie. Das ermöglicht hohe Leistungen, wobei jedoch durch die Innenwiderstände in der Batterie auch hier Wärme entsteht. Audi kühlt die Hochvolt-Batterie während des Ladevorgangs und erreicht dadurch an den DC-Schnellladesäulen, etwa im Ioney-Netz, bis zu 150 kW Ladeleistung. Ab einem Lade-Level von etwa 80 Prozent verlangsamt sich bei jeder Lithium-Ionen-Batterie die Ladegeschwindigkeit deutlich. Beim Gleichstrom-Schnellladen spricht man auch vom High Power Charging (HPC).

### 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 8 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.

### 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, in das Spulen aus Kupferdraht eingelegt sind – zumeist in drei Wicklungen, an die die drei Drehstromphasen gelegt werden. Wenn Spannung an ihnen anliegt, entsteht ein magnetisches Feld (Drehfeld). Es bewegt sich im Kreis und induziert in den Stäben des Rotors ein weiteres Magnetfeld – der Rotor wird mitgenommen, jedoch mit einer geringen Geschwindigkeitsdifferenz, 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.

### 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.