

Plug-in-Hybrid-Infrastruktur und Porsche Car Connect

Intelligenter Kraftakt: Elektrik und Elektronik

Mit der Weiterentwicklung zum Plug-in-Hybrid eröffnet der Porsche Panamera S E-Hybrid ein deutlich erweitertes Spektrum der Elektromobilität. Die Lademöglichkeit am Stromnetz schafft die Voraussetzung für den Einsatz einer Batterie mit mehr als fünffachem Energieinhalt als beim Vorgängermodell, die eine E-Maschine mit mehr als der doppelten Leistung speist. Gleichzeitig lassen sich völlig neue Komfortfunktionen realisieren, die auch per Smartphone-App aktiviert und abgerufen werden können. Das bedeutete eine weitgehende Neuentwicklung der Infrastruktur und deren Steuerung, vom Ladegerät über die Peripherie für das neue Batterieprinzip und das Hochvolt-Management bis hin zur Leistungsverbesserung des Elektromotors. Eine der anspruchsvollsten Kernaufgaben im Entstehungsprozess des neuen Panamera S E-Hybrid war deshalb die Entwicklung einer Elektrik- und Elektronikstruktur, die den höheren Leistungen gewachsen ist und die erweiterten Funktionen umsetzen kann.

Kernelement des neuen Hybridantriebes ist die Batterie, deren Package und Management eine Eigenentwicklung von Porsche ist. An ihrer Leistungsfähigkeit orientieren sich alle anderen Komponenten. Porsche setzt eine neuentwickelte Hochvolt-Batterie auf Basis der Lithium-Ionen-Technologie ein, die platzsparend im gleichen Bauraum unterhalb des Kofferraumbodens integriert ist wie die Nickel-Metallhydrid-Batterie des Vorgängermodells. Der große Vorteil der Lithium-Ionen-Technologie ist die hohe Energiedichte von 70 Wattstunden je Kilogramm. Gleichzeitig ist aber auch die Leistungsdichte mit 896 Watt pro Kilogramm hoch und erlaubt somit eine hohe elektrische Performance.

Die Hochvolt-Batterie besteht aus 104 prismatischen Zellen, aufgeteilt in acht Module zu je 13 Zellen und hat eine Nennspannung von 384 Volt. Sie fasst einen nominellen Energieinhalt von 9,4 Kilowattstunden, von denen für den Fahrbetrieb 7,5 Kilowattstunden genutzt werden. Die neue Batterie ist so ausgelegt, dass sie für die Dauer von zehn Sekunden eine maximale Leistung von 120 Kilowatt abgeben kann – deutlich mehr als der Elektromotor bei Höchstleistung abfordert.

Die Batterie ist von einem Kühlmantel umgeben und mit einem eigenen Verdampfer an den Klimaanlagekreislauf gekoppelt. Die Kühlflüssigkeit wird über ein Leitungssystem durch das Batteriepack geleitet und führt somit effektiv Wärme ab, um die Zellen im idealen Temperaturbereich von 20 bis 44 Grad Celsius zu halten. Um die Batterie auch bei winterlichen Temperaturen zu betreiben, wurde ein separater elektrischer Zuheizer verbaut. Die Batterie ist wartungsfrei und kein Verschleißteil.

Vollständiges Plug-in-Ladesystem mit allen Ladegeräten serienmäßig

Für die Energiezufuhr in die Batterie hat Porsche ein komplett neues Plug-in-Ladesystem entwickelt. Jedem Panamera S E-Hybrid liegt serienmäßig das von Porsche Design gestaltete Universal-Ladegerät (AC) bei. Darüber kann das Fahrzeug an das Stromnetz angeschlossen werden. Zu diesem Ladegerät gehören serienmäßig zwei Netzkabel: eines für Haushalts-Steckdosen, das andere für den Anschluss an Industrie- beziehungsweise Starkstrom-Steckdosen. Je nach verfügbarem Anschluss kann der Kunde leicht den jeweils passenden Netzadapter anschließen.

Über die Ladeschnittstelle am Fahrzeug im Fondseitenteil links, gegenüber der konventionellen Tankklappe, kann die Lithium-Ionen-Batterie aufgeladen werden. Zwei integrierte LED-Ladeleuchten informieren über den Ladezustand (rechte LED) und den Verbindungszustand (linke LED). Die beiden LED-Leuchten sind in der Nähe der Steckverbindung positioniert. Leuchtet die rechte LED konstant grün, ist dies das Zeichen für eine vollständig geladene Batterie, während ein schnelles Pulsieren einen aktiven Ladevorgang kennzeichnet. Je langsamer die LED pulsiert, desto höher ist der Batterieladezustand. Die Ladezeit wird primär von der Leistungsfähigkeit des On-board-Ladegeräts bestimmt. Hier wird der Wechselstrom aus der Infrastruktur in Gleichstrom gewandelt, um die Energie in der Hochvolt-Batterie speichern zu können.

Die Leistung beträgt im Panamera S E-Hybrid 3,6 kW und verbaut ist der kompakte On-board-Lader platzsparend in der rechten Seitenwand des Kofferraums. Abhängig vom Stromanschluss ist der Panamera S E-Hybrid in nur etwa zweieinhalb Stunden (bei 16 Ampere) oder in weniger als vier Stunden (bei zehn Ampere) geladen.

Leistungselektronik steuert Energieflüsse wie in einem Einfamilienhaus

Die Energieabgabe von der Batterie zum Elektromotor geschieht über die Leistungselektronik. Sie besteht aus einem Pulswechselrichter (PWR) und einem Gleichspannungswandler (DC/DC). Der PWR wandelt die 384 Volt Gleichspannung der Hochvolt-Batterie in eine dreiphasige Wechselspannung mit variabler Amplitude und Frequenz für die E-Maschine um. Beim Generatorbetrieb in einer Rekuperationsphase wird der Ablauf umgekehrt. Der Gleichspannungswandler wird dazu genutzt, das 14-Volt-Bordnetz mit Energie aus dem Hochvolt-Netz zu versorgen.

Pulswechselrichter, Stromkabel und der am Elektromotor angebrachte Hybridmanager müssen sehr hohe Ströme verarbeiten. Die Spannungen am elektrischen Antrieb liegen zwischen 280 Volt und 430 Volt bei Stromstärken bis zu 450 Ampere. Das ist deutlich mehr als die Stromversorgung eines kompletten Einfamilienhauses überträgt. Die Leistungselektronik steuert die Synchronmaschine mit einem Pulsweitenmuster. Die Ansteuerung ist an das Prinzip der feldorientierten Regelung angelehnt. Im so genannten Ankerstellbereich wird die Maschine bis etwa 2.200/min über die Spannung im Anker geregelt. Anschließend wird die E-Maschine mit Feldschwächung gefahren, also über die Verringerung des Erregerflusses.

Wie im Vorgänger des neuen Panamera S E-Hybrid ermöglicht das Bremssystem die Rückgewinnung von üblicherweise verlorener Bremsenergie (Rekuperation) und Rückführung in die Hochvolt-Batterie. Bei diesem System ist das Bremsgerät so ausgelegt, dass in allen Toleranzlagen zunächst die Rekuperation bis zum Maximum eingesteuert wird, bevor die hydraulische Verzögerung einsetzt. Dieses Kennfeld wurde gegenüber dem Vorgänger an die stärkere E-Maschine angepasst und hinsichtlich Fahrbarkeit und Pedalgefühl weiter optimiert.

Das bedeutet, dass unterhalb von etwa 40 km/h die Bremsenergie praktisch vollständig rekuperierbar und in Form von elektrischer Energie speicherbar ist.

Einzigartiger Komfort: Fernbedienung per Smartphone und Standklimatisierung

Zur Neukonzeption der elektronischen Infrastruktur zählt auch die Fahrerinformation über die erweiterten Funktionen des Plug-in-Hybrid. Dazu entstanden die hybridspezifischen Anzeigen im Kombiinstrument und im optional erhältlichen Porsche Communication Management (PCM). Mit dem neuen Plug-In-Hybrid führt Porsche darüber hinaus die komfortable Fahrzeugfernsteuerung über eine Smartphone-App unter dem Namen Porsche Car Connect ein. Die App gliedert sich in die drei Kategorien E-Mobilität mit Hybrid-spezifischem Inhalt, Remote für allgemeine Funktionen, wie sie auch für andere Porsche-Fahrzeuge zur Option stehen, sowie Vehicle Tracking System (VTS), welches ebenfalls für konventionelle Fahrzeuge verfügbar ist.

Für den Panamera S E-Hybrid spielt die Vernetzung von Fahrzeug und Fahrer über ein Smartphone eine besondere Rolle, da somit spezielle Funktionen wie das externe Aufladen der Hochvolt-Batterie transparenter werden. Der Fahrer kann mit der Smartphone-App wichtige Informationen über das Fahrzeug abrufen und steuern. Die Funktionen von E-Mobility sind in vier Menübereiche unterteilt: Ladestatusübersicht, Reichweiten-Management, Lade-Timer und optional Fernsteuerung der Standklimatisierung. Neben dem Batterie-Ladestatus mit verbleibender Restladezeit ist die aktuelle Reichweite sowohl elektrisch als auch verbrennungsmotorisch ersichtlich. Dabei wird die E-Reichweite in einer Navigationskarte anschaulich visualisiert. Über die Funktion Lade-Timer stehen drei verschiedene Einstellmöglichkeiten zur Abfahrtszeit zur Wahl. Das System steuert auf dieser Basis den Ladevorgang so, dass die Batterie möglichst schonend und kosten-optimal geladen wird.

Die Elektrifizierung der Klimatisierung bietet beim Plug-in-Hybrid die Voraussetzung für eine besonders komfortable Option: die Standklimatisierung. Über den Lade-Timer kann die Klimatisierung so aktiviert werden, dass im Innenraum zum vorgesehenen Abfahrtszeitpunkt die vorgegebene Temperatur herrscht. Dazu wird der Fahrzeuginnenraum entsprechend geheizt oder gekühlt. Im Winter wird die Heizleistung auch elektrisch durch einen Hochvolt-Zuheizer erzeugt.

Die Standklimatisierung ist sowohl bei angeschlossenem Ladekabel, als auch nur auf Batterie-Basis möglich. Das Vorheizen bei niedrigen Außentemperaturen hat darüber hinaus den Effekt, dass die elektrische Reichweite erhöht wird: Der Kaltstart und der damit verbundene höhere Energiebedarf entfallen.

Porsche Car Connect basiert auf eigener Architektur

Porsche Car Connect ist eine Ergänzung der bereits bestehenden Online Dienste, die Porsche seinen Kunden anbietet. Der neue fahrzeugbezogene Dienst baut auf einer eigenen Architektur auf, bei der sich das Fahrzeug über eine interne Kommunikationseinheit und das Mobiltelefonnetz mit einem Server vernetzt. Der Fahrer kommuniziert über die App seines Smartphones immer über den Server, der für bestimmte Funktionen auch als Zwischenspeicher dient, mit dem Fahrzeug.

Porsche Car Connect wird als Option auch für die anderen Panamera-Modelle angeboten, selbstverständlich ohne die Funktionen der E-Mobilität. Porsche Car Connect ist serienmäßig für den Panamera S E-Hybrid, die damit verbundenen E-Mobility-Services sind für fünf Jahre kostenlos. Die Dienste Remote und Vehicle Tracking System stellt Porsche den Käufern des Panamera S E-Hybrid für sechs Monate kostenfrei zur Verfügung. Porsche Car Connect wird gemeinsam mit den Online Diensten in den USA, Südafrika sowie in den meisten Ländern Europas angeboten. Ausnahmen sind Kroatien, Bosnien, Albanien sowie Russland und die Ukraine, wo nur das fahrzeugbezogene Porsche Car Connect geordert werden kann. Ausschließlich die Online-Dienste gibt es bislang in Australien, Neuseeland, Kanada, San Marino, Vatikan, Andorra, Gibraltar, Lichtenstein und Monaco.