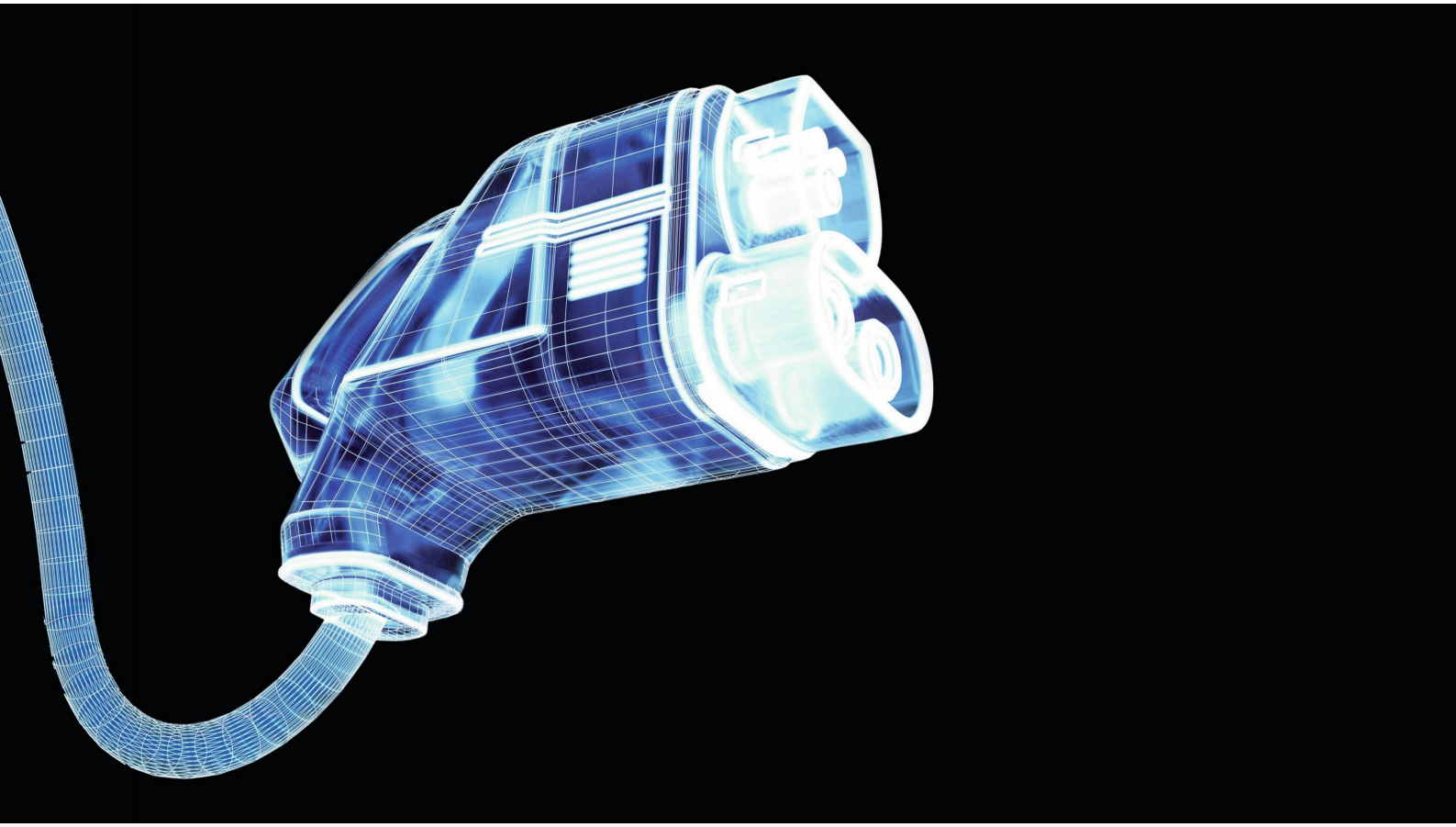


Intelligente Ladefunktionen für Elektrofahrzeuge

21/01/2026 Porsche Engineering bietet seinen Kunden die komplette Entwicklung und Absicherung von Hochvolt-Lademanagementsystemen an. Die Lösung ermöglicht Automobilherstellern einen schnellen Markteintritt mit intelligenten Ladefunktionen für Elektrofahrzeuge. Dabei kann das System weltweit eingesetzt werden, weil alle relevanten Ladestandards berücksichtigt sind. Die zentrale Funktion der Software ist die Ladeplanung.

Das Hochvolt-Lademanagement (HV-Lademanagement) ist ein Schlüsselkriterium für die Kundenzufriedenheit bei Plug-in-Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Es erkennt die Ladeleistung, verifiziert das Fahrzeug gegenüber der Ladesäule, kommuniziert mit der Infrastruktur, steuert die Ladeklappe und liefert die Daten für das mobile Endgerät des Kunden, wo die geladene Energie in einer App angezeigt wird.

So stellt es sicher, dass sich der Ladevorgang für die Nutzerin oder den Nutzer komfortabel gestaltet und unter allen Alltags- und Umweltbedingungen verlässlich funktioniert. Porsche Engineering entwickelt schon seit 2011 fortschrittliche Lademanagementkonzepte und hat sich in dieser Zeit eine

umfangreiche Entwicklungs- und Absicherungsexpertise erarbeitet. „Wir decken bei der Entwicklung der Lademanagement-Software alle Aufgaben längs des V-Modells ab – von der Anforderungserhebung bis hin zur Validierung. Das ermöglicht unseren Kunden einen schnellen und kostengünstigen Markteintritt", erklärt Dominik Langen, stellvertretender Projektleiter Ladesysteme bei Porsche Engineering. Im Volkswagen-Konzern unterstützt Porsche Engineering auf diese Weise die Entwicklung von Pkw mit Plug-in- oder Elektroantrieb – als zentraler Entwicklungspartner für das Hochvolt-Lademanagement. „Unser Team bearbeitet von der Festlegung der Anforderungen über die Konzeption der Softwarearchitektur, Modellierung der Softwarefunktionen, Schreiben der Software und ihre Integration ins Steuergerät bis hin zu den Prüfstandstests alle Schritte", so Langen.

Bis heute wurden schon 13 Fahrzeugvarianten diverser Plattformen des Volkswagen-Konzerns mit jeweils individuell abgestimmten Lademanagement-Lösungen versehen. Die Basis bildet dabei immer ein einziges Softwaresystem, das flexibel an das jeweilige Fahrzeugmodell und den Zielmarkt angepasst wird. Die Programmierung ins Steuergerät erfolgt einfach und zuverlässig über einstellbare Softwareparameter. „Das erleichtert den Automobilherstellern das Variantenmanagement, da für alle Elektro- und Plug-in-Fahrzeuge dieselbe Software auf die Ladegerätesteuerung geladen wird. Erst bei der Fahrzeugfertigung nimmt die Mitarbeiterin oder der Mitarbeiter die Adaption vor, indem sie oder er spezifische Parameter setzt", sagt Langen. Ein weiterer Vorteil des Konzepts ist die effiziente Umsetzung von Softwareaktualisierungen: Ein neuer Programmcode muss für alle Modelle nur einmal entwickelt, getestet und freigegeben werden. Das Softwaresystem selbst ist modular aufgebaut und besteht aus sechs Programmbausteinen, die jeweils definierte Aufgaben übernehmen:

High-Voltage-Lademanagement (HVLM), Intelligent Charging Function (ILF), High Level Communication (HLC), Bedien- und Anzeigeprotokoll (BAP), Charge Management Safety Function (CMSF) und die Value Added Services (VAS). „Durch die Modularisierung berücksichtigen wir in der Entwicklung die zahlreichen Anforderungen an das Lademanagement und können diese jeweils optimal aufeinander abstimmen", so Narendra Kumar Boorlagada, Projektleiter Ladesysteme bei Porsche Engineering Die Anforderungen sind teilweise durch die technischen Hardwarekomponenten vorgegeben. So hat der Zustand der Batterie – beispielsweise deren Temperatur und Restkapazität beim Start des Ladens – erhebliche Auswirkungen auf die einspeicherbare Energie und damit den Verlauf des Ladevorgangs. Vereinfacht gilt, dass sich der Energiefluss bei einer zu kalten oder warmen oder einer fast vollgeladenen Batterie verlangsamt. Zudem bietet das Lademanagement Funktionen, die dem Endkunden das Laden erleichtern und das Kundenerlebnis verbessern.

So öffnet der Programmbaustein HVLM beispielsweise die Ladeklappe, damit die Fahrerin oder der Fahrer das Ladekabel einstecken kann. Zudem schaltet es die Fahrzeugelektronik zum Laden frei. Für die Autorisierung an der Ladesäule benötigen Kunden keine Kreditkarte mehr, denn die sichere automatische Identifizierung erfolgt mithilfe des Programmbausteins HLC durch die Funktion „Plug & Charge".

Im Dialog mit der Infrastruktur

Beim Laden erkennt das System die maximal verfügbare Ladeleistung, tauscht Informationen mit der Infrastruktur aus und liefert über den Programmbaustein BAP die Daten für das mobile Endgerät des Kunden, über das dieser sich in einer App Informationen wie den Ladezustand der Batterie und die geplante Ladedauer anzeigen lassen kann. Die mögliche Lade Performance des Systems umfasst das Wechselstromladen mit einer geringen Leistung sowie das Laden an der Gleichspannungs-Ladesäule bis hin zum Ultraschnellladen mit mehreren Hundert Kilowatt Leistung. Wird das Fahrzeug zu Hause an der Wallbox geladen, stellt ein automatischer Datenaustausch zwischen HLC und heimischem Energiesystem sicher, dass der Hausanschluss nicht überlastet wird.

„Hohe Flexibilität beim Ladeanschluss war eines unserer wichtigsten Entwicklungsziele. Der Programmbaustein HLC unterstützt alle Ladestandards weltweit wie GBT, GBT+, Chaoji, Chademo, ISO 15118 oder DIN EN 62196 und ermöglicht es den Kundinnen und Kunden, ihr Elektrofahrzeug in allen Regionen rund um den Globus zu nutzen“, erläutert Boorlagada. Eine Entwicklungsherausforderung sind dabei ungenaue Spezifikationen einiger Ladenormen, die bei der technischen Umsetzung Interpretationsspielraum offenlassen. Boorlagada: „In Einzelfällen kommt es vor, dass das Ladesystem zwar der Norm entspricht, die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur dennoch nicht reibungslos funktioniert. Diese Fälle sichern wir mit einem Kompatibilitätsmodus ab, der die Grundfunktion des Ladens gewährleistet.“ Sollte es beim Laden zu einer Fehlfunktion kommen, erkennt der Programmbaustein CMSF diese und schaltet das System in einen sicheren Zustand.

VAS bietet Funktionen wie ein Interface zum In-Cable-Control-and-Protection-Device (ICCPD), mit dem das Fahrzeug an einer handelsüblichen Haushaltssteckdose geladen werden kann. Der zentrale Baustein des Lademanagements von Porsche Engineering ist die Erstellung des Ladeplans. Er legt den zeitlichen Verlauf der Energieeinspeicherung in die Batterie innerhalb der Gesamtladezeit fest. Standardmäßig lädt das Lademanagement die Fahrzeugbatterie nach Anschluss an die Ladestation schnellstmöglich auf einen Mindest-SoC („State of Charge“) von 25 Prozent, sodass eine ausreichende Energiemenge für unvorhersehbare Fahrten vorgehalten wird. „Danach kommt unser Prognosewerkzeug für die Erstellung des Ladeplans zum Zug. Er besteht aus einzelnen Zeitabschnitten, für die jeweils eine elektrische Ladeleistung festgelegt wird.

Durch Aneinanderreihung der einzelnen Abschnitte ergibt sich der Gesamtladeplan“, erklärt Norbert Melinat, Fachprojektleiter Ladeplanung bei Porsche Engineering. Dabei muss das Lademanagement sicherstellen, dass einerseits der günstigste Stromtarif genutzt wird und andererseits das Fahrzeug zum gewünschten Zeitpunkt vollgeladen ist.

Überschüssige Energie nutzen

Die Ladeplanung berücksichtigt dafür verschiedene Faktoren wie die aktuelle Netzauslastung, die Verfügbarkeit von beispielsweise umweltfreundlicher Energie aus der heimischen Solaranlage sowie die

Ladeanforderungen des Fahrzeugs. So kann in einem konkreten Beispiel überschüssige Energie aus der Solaranlage bei vorhandenen Kapazitäten im Fahrzeug übertragen und somit gespeichert werden.

Aktuelle Informationen zu dynamischen Stromtarifen erhält das Lademanagement über die Kommunikation mit der Infrastruktur. Durch den Einsatz intelligenter Algorithmen und Echtzeitdaten wird aus dieser Matrix ein dynamischer Ladeplan erstellt, der flexibel auf Änderungen reagieren kann – etwa, wenn die Infrastruktur kurzfristig weniger Energie als prognostiziert zur Verfügung stellen kann. Dem Nutzer werden der kalkulierte Ladeverlauf und die voraussichtliche Ladedauer über eine Smartphone-App angezeigt. „Das prognosebasierte Verfahren trägt dazu bei, die Ladekosten zu minimieren und gleichzeitig die Netzbelastung zu reduzieren, was das Lademanagement allerdings auch sehr komplex macht", so Melinat.

Hohe Planungsgüte beim Laden

Eine besondere Herausforderung ist die Berechnung von genauen Ladeplänen bei sehr niedrigen oder hohen Außentemperaturen, da die chemischen Reaktionen in der Batterie unter diesen Bedingungen besonders schwankend ablaufen. Abgefedert wird dies bei der Ladeplanausführung über eine Überwachungsfunktion, die parallel zur eigentlichen Ladeplanung weitere Berechnungsläufe startet und die Ergebnisse abgleicht. „Dadurch erhöht sich die Planungsgüte über den Ladeverlauf, und die Ladezeitangaben werden sukzessive präziser", sagt Melinat. Wie die praktischen Erfahrungen bei der Entwicklung des Lademanagements zudem gezeigt haben, ist die Fokussierung auf eine einzelne optimierte Ladeplanung nicht sinnvoll, da unter Umständen die Ladestrategie während des Ladens angepasst werden muss.

Wenn die Nutzerin oder der Nutzer beim sogenannten „Timer-Laden" eine feste Abfahrtszeit angegeben hat, muss das Lademanagement sicherstellen, dass die Fahrzeugbatterie den gewünschten Ladezustand im vordefinierten Zeitraum unter allen Umständen erreicht. In diesem Fall wird die Gesamtladezeit daher in Teilphasen unterteilt. Die Hauptphase besteht aus der regulären Ladeplanung. Das Ende dieser Phase ist durch die von der Nutzerin oder dem Nutzer vorgegebene Abfahrtszeit begrenzt, abzüglich eines Zeitpuffers von typischerweise 30 bis 60 Minuten. Dieser dient als zusätzliche Ladezeit für den Fall, dass das Ladeziel nicht innerhalb der Hauptphase erreicht werden konnte. In der sich anschließenden dritten Phase erfolgt die Vorklimatisierung des Fahrzeugs. Die Ladeplanung kalkuliert in dieser Phase mit einer reduzierten Ladeleistung, da das Ladesystem parallel den erforderlichen Energiebedarf für die Klimatisierung decken muss. Für die Validierung wurden eigens Hardware-in-the-Loop(HiL)-Prüfstände errichtet, auf denen die Software automatisiert getestet wird. „Unser bewährtes internationales Team hat von 2021 bis 2024 auch die nächste Meilenstein-Entwicklung des Lademanagements umgesetzt: das komplette Re-Design der Software", sagt Boorlagada. Während die alte Softwarestruktur über Jahre gewachsen und sukzessive erweitert worden war, sind im neuen Code alle Funktionen des Lademanagements einschließlich der Ladeplanung kompakt zusammengefasst, sodass der ohnehin schon geringe Speicherbedarf auf dem Steuergerät des On-Board-Laders sowie die Rechengeschwindigkeit nochmals minimiert werden konnten.

Info

Text erstmals erschienen im Porsche Engineering Magazin, Ausgabe 1/2025.

Text: Richard Backhaus
Illustrationen: Porsche Engineering

Copyright: Alle in diesem Artikel veröffentlichten Bilder, Videos und Audio-Dateien unterliegen dem Copyright. Eine Reproduktion oder Wiedergabe des Ganzen oder von Teilen ist ohne die schriftliche Genehmigung der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG nicht gestattet. Bitte kontaktieren Sie magazin@porsche-engineering.de für weitere Informationen.

MEDIA ENQUIRIES



Frederic Damköhler

Senior Manager Corporate Communications Porsche Engineering
+49 (0) 711 / 911 16361
frederic.damkoehler@porsche.de

Linksammlung

Link zu diesem Artikel
https://newsroom.porsche.com/de/2026/innovation/porsche-engineering-intelligente-hochvolt-lademanagementsysteme-41538.html

Externe Links
https://newsroom.porsche.com/de/innovation/porsche-engineering.html