

Technik 12.08.2016

E-Mobilität: Laden mit 800 Volt

Für den Durchbruch der Elektromobilität sind neben den Kosten die Reichweite sowie die Verfügbarkeit ausreichender Infrastruktur die kritischsten Faktoren. Großes Potenzial bietet die 800-Volt-Technologie, die von Porsche stark vorangetrieben wird.



Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass der überwiegende Anteil an aktuell verfügbaren Elektrofahrzeugen als Pendlerfahrzeug oder für den Einsatz in Innenstädten ausgelegt ist. Zumeist ist häufiges Nachladen erforderlich und die Fahrleistungen werden den üblichen Nutzeranforderungen selten gerecht. Selbst bei langen Ladevorgängen, beispielsweise über Nacht oder während der Arbeitszeit, bleibt die gewonnene Reichweite aufgrund der derzeit relativ geringen Batteriekapazität überschaubar.

Mit der Studie Mission E gab Porsche auf der IAA 2015 einen Ausblick auf ein Fahrzeug, das sowohl bei den Fahrleistungen als auch bei der Reichweite ein echter Porsche und eine vollwertige Alternative für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor sein wird. Der effiziente Antriebsstrang und die hohe Kapazität der Batterie erlauben eine Reichweite von mehr als 500 km im NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Damit lässt sich der überwiegende Anteil aller Fahrten über mehrere Tage hinweg mit einer einzigen Akkuladung erledigen. Die Notwendigkeit, bei jeder sich bietenden Gelegenheit nachzuladen, wird deutlich reduziert. Die Stromversorgung erfolgt mit Wechselstrom (AC). Die Umwandlung in den für die Batterie notwendigen Gleichstrom (DC) erfolgt dabei über ein im Fahrzeug verbautes Ladegerät. Anstatt an der Tankstelle Kraftstoff zu tanken, wird das Fahrzeug einfach zu Hause geladen.

Porsche Turbo Charging-Konzept erzielt Bestzeit

Bei langen Strecken, die in möglichst kurzer Zeit zu bewältigen sind, machen sich Wartezeiten für den Ladevorgang stark bemerkbar und sind für den Verbraucher meist nicht akzeptabel. Um den Ladevorgang kurz zu halten, wird eine hohe Ladeleistung benötigt. Entsprechende Wechselstrom-Ladesysteme sind wegen ihres Gewichtes und der Abmessungen nicht mehr für einen Einbau im Fahrzeug geeignet. Deshalb kommen an dieser Stelle Schnellladesysteme mit der Umwandlung von Wechsel- auf Gleichstrom in der Ladesäule zum Einsatz. Im Fahrzeug entfällt das schwere Hochstrom-Ladegerät, es bleibt nur die notwendige Sicherheits- und Überwachungseinheit.

Eine passend ausgelegte Schnellladeinfrastruktur muss dem gewohnten Nutzerverhalten bei langen Fahrstrecken entgegenkommen

und ein komfortables Verhältnis von Fahrt- zu Pausenzeit ermöglichen. Innerhalb der üblichen Pausenzeiten von 15 bis 20 Minuten sollte Energie für eine Reichweite von rund 400 Kilometer nachgeladen werden können. Diesem Ziel stehen jedoch überwiegend technisch limitierende Faktoren entgegen (siehe Abbildung 1).

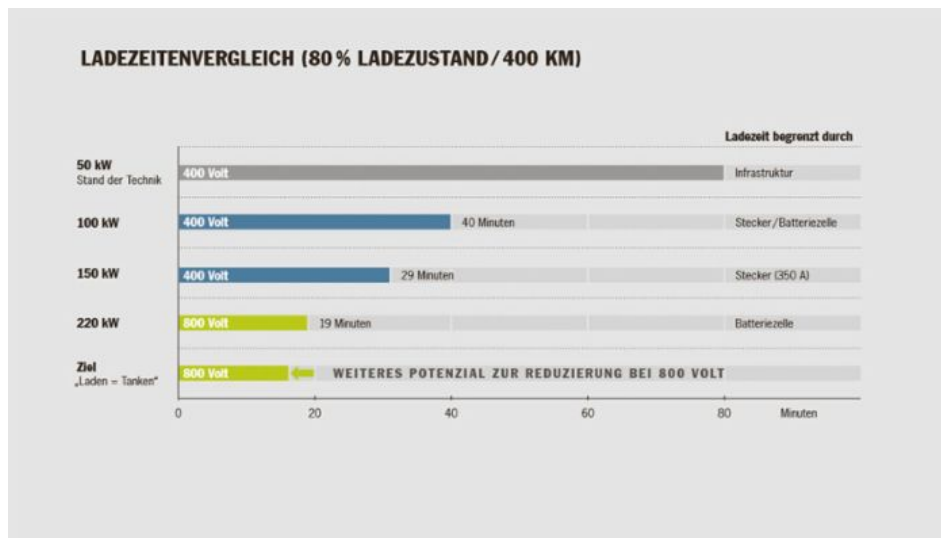


Abbildung 1: Limitierende Faktoren bei Ladezeiten

Die heutigen DC-Schnellladestationen für Elektroautos arbeiten üblicherweise mit einer Spannungslage von rund 400 Volt. Die Ladeleistung liegt im Bereich von 50 Kilowatt, sodass sich die Ladezeit für die gewünschten 400 Kilometer Reichweite auf etwa 80 Minuten summiert. Erhöht man die Leistung einer solchen 400-Volt-Ladesäule, ist bei rund 100 Kilowatt Ladeleistung die Grenze der Leistungsfähigkeit der Ladepins im Ladestecker erreicht. Unter diesen Bedingungen dauert es circa 40 Minuten, bis die Energie für 400 Kilometer übertragen ist.

Um weitere Steigerungen in Bezug auf die Ladeleistung zu ermöglichen, sind neue Kühlkonzepte nötig. An entsprechenden Systemen arbeiten derzeit unterschiedliche Unternehmen. Durch den Einsatz von gekühlten Ladesteckern erhöht sich die Ladeleistung bei 400-Volt-Ladestationen insoweit, dass eine Ladezeit von circa 30 Minuten für den gewünschten Reichweitzuwachs benötigt wird.

Durch kürzere Standzeiten schneller ans Ziel kommen

Um die Ladezeiten in den angestrebten Korridor von unter 20 Minuten zu bringen, ist daher der Wechsel auf eine höhere Spannungslage unausweichlich. Dies ergibt sich aus der Formel für elektrische Energie $E = U \times I \times t$, wobei U die Spannung, I die Stromstärke und t die Zeit beschreibt. Die Ladezeit $t = E / (U \times I)$ lässt sich also bei konstanter Stromstärke I durch eine Erhöhung der Spannung U erreichen. Durch den Wechsel auf eine doppelt so hohe Spannungslage von rund 800 Volt kann somit die Ladezeit bei gleicher elektrischer Belastung der Ladepins theoretisch auf rund 15 Minuten halbiert werden. Berücksichtigt man den Bezahlvorgang, ist damit das Ziel „Laden wie Tanken“ beinahe erreicht. Porsche hat dieses Konzept als Pionier unter dem Stichwort Porsche Turbo Charging entwickelt. Der Nutzen einer leistungsstarken Ladeinfrastruktur lässt sich am Beispiel der erreichbaren Durchschnittsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Ladeleistungen bei einer längeren Reise erkennen (siehe Abbildung 2).

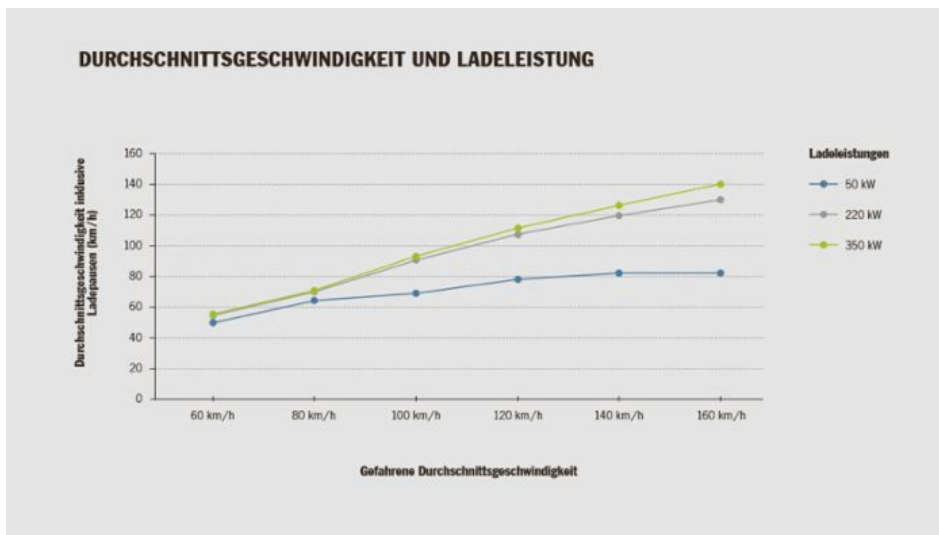


Abbildung 2: Durchschnittsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Ladeleistungen

Eine Ladestation mit 50 Kilowatt Ladeleistung beeinflusst die Durchschnittsgeschwindigkeit durch lange Ladepausen über die Gesamtstrecke drastisch. Bei der Nutzung einer Ladeinfrastruktur mit 220 Kilowatt lässt sich die erreichbare Durchschnittsgeschwindigkeit bereits spürbar verbessern und die Reisezeit entsprechend verkürzen. Was dies in der Praxis bedeutet, zeigt das Beispiel einer langen Fahrstrecke von Berlin nach Lindau (siehe Abbildung 3).

Dieses Beispiel geht für die Strecke von etwa 720 Kilometern beim konventionellen Fahrzeug mit Erbennungsmotor von einem Tankstopp aus. Bei schneller Fahrt dauert die Reise 5,5 Stunden. Wird dieselbe Route mit einem langstreckentauglichen Elektroauto unternommen, sind bei gleicher Reisegeschwindigkeit zwei Pausen zum Nachladen notwendig. Das bedeutet, dass mit der aktuell verfügbaren Schnellladeinfrastruktur 45 Prozent mehr Zeit benötigt wird. Beim Einsatz der Schnellladetechnologie mit der Ziel-Ladeleistung von bis zu 350 Kilowatt steigt die gesamte Reisezeit dagegen nur um etwa zehn Prozent.

In der Zukunft wird sich die Ladepause eines Elektrofahrzeuges nicht mehr oder nur noch minimal von der heute gewöhnlichen Tankpause unterscheiden: Der Fahrer parkt sein Fahrzeug an einer Ladesäule und startet den Ladevorgang. Währenddessen nutzt er die Zeit für übliche Pausentätigkeiten wie beispielsweise Einkauf im Kiosk, Essenspause oder Toilettengang. Die Bezahlung des Ladens kann direkt während des Ladevorgangs erfolgen. Ist all dies erledigt, kann die Fahrt im aufgeladenen Auto ohne Zeitverlust fortgesetzt werden.

Wirtschaftlicher Vorteil durch überproportional höheren Umsatz

Für die Ladeinfrastruktur-Betreiber sind sowohl die Investitionen als auch der wirtschaftliche Betrieb einer Ladestation relevant. Eine Hochleistungs-Ladeinfrastruktur, die die beschriebenen Anforderungen erfüllen kann, erfordert umfangreiche technische Maßnahmen. Die notwendigen Investitionen für eine Ladestation sind somit verhältnismäßig hoch. Durch eine ganzheitliche Betrachtung des Systems vom Netzanschluss bis zur Ladedose können bei geeigneter Auslegung der Topologie wesentliche Einsparungen bei den kostenbestimmenden Komponenten erzielt werden.

Im Vergleich der spezifischen Kosten (Euro pro Kilowatt Ladeleistung) schneidet eine Hochleistungs-Ladeinfrastruktur wesentlich günstiger ab als die derzeit verfügbare Schnellladeinfrastruktur auf 400-Volt-Basis. Dies liegt darin begründet, dass zwingend notwendige Basiskomponenten ohnehin bereits vorhanden sind und somit besser genutzt werden.

Der Funktionsumfang der konzipierten 800-Volt-Hochleistungs-Ladestation ermöglicht das Laden sowohl der sich derzeit auf dem Markt befindlichen als auch der nächsten Elektrofahrzeug-Generation mit 400-Volt-Technik. Die Schnittstelle zum Fahrzeug ist normativ und geometrisch auf den CCS-Ladestandard (Combined Charging System) angepasst und vollständig abwärtskompatibel.



Abbildung 3: Beispiel Schnellladung

Durch eine Anpassung der Ladeschnittstellen können auch andere Ladestandards und Fahrzeugkategorien bedient werden. Die Leistungseinheit, bestehend aus den Komponenten Transformator, DC / DC-Wandler und Gleichrichter, bleibt dabei unverändert. Die Ladespannung und die Ladeleistung werden entsprechend den Anforderungen des Fahrzeugs durch die Leistungseinheit eingestellt. Nur die Schnittstelle zum Fahrzeug muss angepasst werden, sodass beispielsweise auch induktives Laden und das Laden über einen Pantografen beziehungsweise Stromabnehmer bei elektrischen Bussen und Nutzfahrzeugen ermöglicht wird. Durch eine weitgehende Standardisierung der Komponenten der Leistungseinheit lassen sich wesentliche Kostenvorteile als Skaleneffekte gegenüber der derzeit im Markt verwendeten Technik erzielen.

Gesteigerte Zukunftschance für die Elektromobilität

Die Anhebung der Spannungslage auf 800 Volt bei der Infrastruktur ermöglicht eine deutliche Reduktion der Ladezeit. Bereits auf Basis der derzeit verfügbaren Zellchemie sind Ladezeiten möglich, die problemlos in das Reiseprofil von Langstreckenfahrten passen. Die Bewertung der dafür notwendigen Technologie zeigt, dass diese Infrastruktur technisch umgesetzt werden kann. Auch die Wirtschaftlichkeit ist in Relation zum Kundennutzen für Betreiber und Anwender gegeben.

Info

Text erstmalig erschienen im Porsche Engineering Magazin, 1/2016

Text: Volker Reber // Grafiken: Porsche AG

Linksammlung

Link zu diesem Artikel

<https://newsroom.porsche.com/de/innovation/technik/porsche-engineering-e-power-elektromobilitaet-laden-800-volt-technologie-12719.html>

Media Package

<https://newsroom.porsche.com/media-package/4bbded08-456c-46c5-a59d-c044902538a3>

Videos

<https://www.youtube.com/embed/HdYg2EPMKil>