

Bilder: mrü

State of charge SOC

Der Ladezustand einer Hochvolt-Batterie wird als sogenannter SOC-Wert bezeichnet. Anhand von Spannungs-, Strom- und Temperaturwerten wird der SOC-Wert in Form eines Prozentwertes berechnet. Ein idealer Ladezustand einer Lithium-Ionen-Batterie bewegt sich bei einem Hybridfahrzeug zwischen 50 und 55 %. Dabei hat das System genügend Speicherkapazität, um rekuperieren zu können und auch genügend Leistung, um elektrisches Fahren zu ermöglichen. Der normale Ladezustand liegt zwischen 15 - 70 %, liegt er über 90 %, gilt die Batterie als überladen. Eine Überladung beeinflusst die Lebensdauer einer Batterie. Aus diesem Grund wird dem Fahrer ein SOC von effektiv 90 % als 100 % angegeben. Somit besteht zwischen dem tatsächlichen SOC der Batterie und der Fahrerinformation ein Unterschied. Fällt der SOC zwischen 5 und 15 %, ist die Batterie entladen und kann oft nur noch per Diagnosegerät geladen werden. Fällt der Wert unter 5 %, ist die Batterie tief entladen und ist somit defekt. Um dies zu unterbinden sollten lange Standzeiten, in denen das Fahrzeug nicht bewegt oder geladen wird, vermieden werden.

Ladung Elektrofahrzeug



Reine Elektrofahrzeuge rekuperieren während der Fahrt, oder werden wenn möglich am Ziel über eine Steckdose geladen. Dabei regelt das Batteriemanagement anhand des SOC, der Batterietemperatur und der verfügbaren Ladeleistung die Ladung. Man unterscheidet dabei vier Ladebetriebsarten, die als Mode bezeichnet werden. Mode 1 bezeichnet das Laden an einer landesüblichen Steckdose mit 230 V AC. Mode 2 funktioniert wie Mode 1, jedoch mit einer In-Cable-Control-Box (ICCB) im Kabel. Über diese ICCB wird ein Elektrofahrzeug, das üblicherweise unter Mode 3 geladen wird, mit einer landesüblichen Steckdose verbunden. Mode 3 bezeichnet das Laden mit 1- oder 3-phasigem Wechselstrom und kann nur an einer zweckgebundenen Steckdose Type 2, Type 3 oder einem fest an die Installation angeschlossenen Mode 3-Kabel durchgeführt werden. Mode 4 bezeichnet das Laden mit Gleichstrom für Schnellladungen. Bei Mode 2, 3 und 4 findet eine

Kommunikation zwischen Energieabgabestelle (Steckdose) und Fahrzeug statt. Der Begriff Kommunikation beinhaltet in der Elektromobilität zwei getrennte Vorgänge. Sie beinhaltet die energieübertragungsbezogenen, sicherheitsrelevanten Informationen wie z.B. Stromstärke oder Überwachung des Erdleiters zwischen Fahrzeug und Steckdose. Die dem Mode-Signal überlagerte Highlevel communication kann z.B. Benutzerinformationen, Identifikation, Abrechnungsdaten und vieles mehr enthalten. Zuhause bei einem grösseren Zeitfenster kann die Ladung so geregelt werden, dass der grösste Strom zur Zeit mit dem niedrigsten Tarif fließt. Bei längeren Standzeiten sollte ein SOC von 50 bis 80 % angestrebt werden.

Ladung Hybridfahrzeug

Bei Hybridfahrzeugen besteht ein Zielkonflikt zwischen hoher Effizienz und optimalen Fahrleistungen. Mit der richtigen Ladestrategie kann dieser Konflikt minimiert werden. Für das rein elektrische Fahren oder das Boosten benötigt man viel gespeicherte Energie. Um mit der Rekuperation beim Bremsen möglichst viel Energie zurückzugewinnen, ist hingegen ein niedriger Ladezustand wünschenswert.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit und der SOC geben mit der Ladestrategie die Batterieleistung vor. Dabei wird ein Ladezustand angestrebt, der sowohl die Möglichkeit bietet, die kinetische Energie bei der Rekuperation zurückzugewinnen, als auch elektrisches Fahren zu ermöglichen. Dazu kommt ein Fenster für eine Nulleistungsregelung, wenn der Ladezustand in einem akzeptablen Bereich liegt.

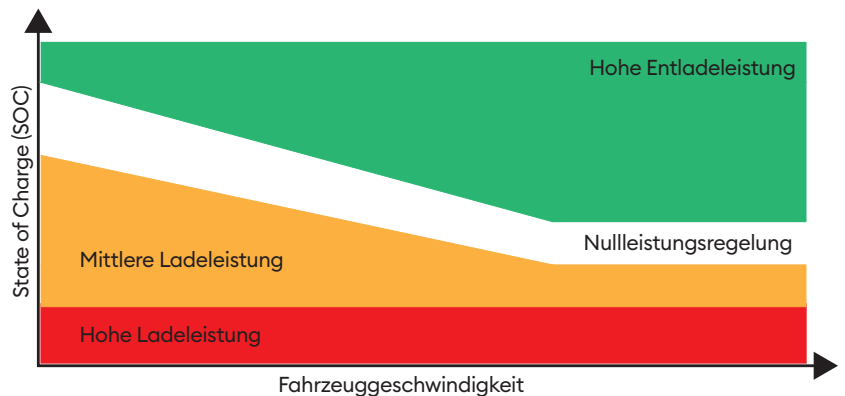
In der Abbildung ist diese Strategie ersichtlich. Befindet man sich bei mittlerer Geschwindigkeit am oberen Rand der Nulleistungsregelung und beschleunigt, so wird, sobald man diesen Bereich verlässt, der Verbrennungsmotor zugeschaltet. Anschliessend wird die Batterie wieder bis zum Nulleistungsregelungsbereich geladen. Da über die kommenden Fahrsituationen bei dieser Strategie keine Informationen vorliegen, können mehrere kurz aufeinander

folgende Beschleunigungsphasen dazu führen, dass ein Ladezustand erreicht wird, der kein elektrisches Fahren mehr zulässt. Somit erreicht man einen Kompromiss zwischen der erwähnten Effizienz und ansprechenden Fahrleistungen. Mit den modernen Fahrerassistenzsystemen und der Vielzahl von Sensoren, die heute in einem Fahrzeug verbaut sind, ergeben sich bei der Ladestrategie neue Möglichkeiten. Es lassen sich Fahrsituationen erkennen, bei denen die Effizienz oder die Fahrleistung priorisiert werden kann. Eine grosse Hilfe stellt dabei das Navigationssystem dar. Mit der Analyse der aktuellen Route lässt sich feststellen, wo eine Rekuperation möglich ist und wann eine grössere Motorleistung gefordert wird. Dazu werden Steigungen oder Gefälle berücksichtigt. Weiter werden Autobahnauffahrten und Geschwindigkeitslimits erfasst, bei denen mit einer Beschleunigung zu rechnen ist.

Mit einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung und den dazu notwendigen Radarsensoren lassen sich auch kurzfristige Fahrmanöver voraus berechnen. Durch den Abstand zum vorrausfahrenden Fahrzeug und dessen Geschwindigkeit lässt sich ein kommendes Überholmanöver feststellen. Durch weitere Sensoren, welche die Fahrzeugumgebung überwachen lässt sich zusätzlich erkennen, wann ein Spurwechsel möglich ist. Mit all diesen Möglichkeiten kann der Ladezustand auch kurzfristig auf die aktuelle Situation angepasst werden.

Eine weitere Möglichkeit bietet die Anpassung der Ladestrategie an die Fahrweise. Eine dynamische Fahrweise mit starken Beschleunigungen stellt eine andere Anforderung als eine Fahrweise mit sanften Beschleunigungsphasen dar. Dies kann über eine manuelle Einstellung erfolgen oder über eine adaptive Steuerung, bei welcher der Fahrpedalsensor ausgewertet wird.

Wird diese Strategie angewendet, verschieben sich die Grenzen im Bild je nach Situation. So wird bei einer dynamischen Fahrweise die mittlere Ladeleistung angehoben, um genügend Energie für stärkere Beschleunigungen (Boosten) zur Verfügung zu stellen. Als Folge davon wird der Bereich der Nulleistungsregelung kleiner ausfallen.



Geschwindigkeitsabhängige Ladestrategie

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / mrü