

Brutto-/Netto-Kapazität

Ladungsspeicher

Bild: hp

In der Welt der Elektromobilität spielt die Leistungsfähigkeit von Hochvoltbatterien (HV-Batterien) eine entscheidende, wenn nicht die wichtigste Rolle. Eine häufig diskutierte Kennzahl in diesem Kontext ist die Unterscheidung zwischen der Brutto- und der Netto-Kapazität. Dieser Artikel soll die Begriffe klar definieren, deren Relevanz erläutern und auf die praktischen Anwendungen eingehen.

Brutto und Netto

Die Brutto-Kapazität ist die gesamte Energiemenge, die eine Batterie theoretisch speichern kann. Sie wird gemessen, indem die komplette Batterie entladen wird, ohne Rücksicht auf sicherheits- oder lebensdauerrelevante Faktoren.

Als Netto-Kapazität wird die tatsächlich nutzbare Energiemenge bezeichnet, die für den Endverbraucher verfügbar ist. Diese Kapazität ist geringer als die Brutto-Kapazität, da bestimmte Energiemengen als Puffer für die Batteriegesundheit und Sicherheit reserviert werden. Bekannterweise altern HV-Batterien im Laufe der Zeit und durchlaufen viele Lade- sowie Entladezyklen, was zu einer Degradation der Zellen führt. Degradation ist ein zentraler Begriff im Zusammenhang mit der Lebensdauer und Leistungsfähigkeit von HV-Batterien. Sie bezieht sich auf den allmählichen Verlust der Kapazität und Leistungsfähigkeit einer Batterie im Laufe der Zeit durch wiederholte Lade- und Entladezyklen. Ein Vollzyklus wird erreicht, wenn eine Energiemenge entsprechend der Speicherkapazität der Batteriezelle einmal umgeschlagen wurde. Die beim Umschlagen erreichte Entladungstiefe wird bei der Berechnung berücksichtigt. Ein Vollzyklus wird zum Beispiel durchlaufen, wenn ...

- die Batteriezelle einmal komplett aufgeladen und wieder entladen wurde,
- die Batteriezelle zweimal komplett aufgeladen und zweimal zur Hälfte (SOC = 50%) entladen wurde,
- die Batteriezelle zweimal von einem

Ladungszustand von SOC = 30% nach SOC = 80% aufgeladen und wieder zum Ausgangsladezustand zurück entladen wurde.

Um die Lebensdauer der Batterie zu maximieren, wird nur ein Teil der gesamten Kapazität genutzt. Hierbei sind drei Faktoren massgeblich zu beachten. Um Tiefentladung sowie Überladung zu verhindern, werden Bereiche der Batterie nicht genutzt und stellen so Sicherheitsreserven nach oben wie auch nach unten dar. Infolge des Thermomanagements, das für die Temperierung der HV-Komponenten benötigt wird, reduziert sich die verfügbare Netto-Kapazität. Zudem muss das Batteriemanagementsystem (BMS) den Ladezustand der Batterie überwachen und verwalten, um eine optimale Leistung sowie Lebensdauer zu gewährleisten, was ebenfalls Kapazitätsreserven erfordert.

Aufzehren der Notreserve

Bei diesem Verfahren wird der nutzbare Bereich zwischen 100% und 0% Ladezustandsanzeige stärker beschränkt als technisch notwendig (siehe Abbildung). Das heisst, im Bereich der Notreserve ist eine bestimmte Energiemenge «eingesperrt». Der Fahrer hat also weniger Spielraum, da die Batterie so vordefiniert ist, dass sie sich selbst schützt. Dies führt zu einer geringeren Reichweite im Neuzustand als möglich wäre, aber sie bleibt über viele Jahre konstant. Kommt es zur Alterung der Zellen, wird die Energie mithilfe des BMS aus der überdimensionierten Notreserve freigegeben, um die Energie zwischen 100% und 0% Ladezustandsanzeige konstant zu halten. Die Reichweite bei fehlerfreier HV-Batterie beginnt nur dann zu sinken, wenn das Minimum der Notreserve erreicht ist. Diese Strategie lässt zwar weniger Spielraum zu, bietet aber auch zusätzliche Sicherheit, denn eine solche Batterie ist automatisch geschützt. Zudem erfordert eine adäquate Behandlung einer solchen Batterie kaum tiefere Kenntnisse.

Der Fahrzeughersteller kann via Over-the-Air-Updates einen Teil der Netto-Reserve freigeben. Bei Tesla konnten zum Beispiel die Fahrer zusätzliche Kilometer – zeitlich begrenzt – freischalten, um vor dem Hurrikan Irma zu flüchten. Oder in der Werkstatt werden Updates ins BMS übertragen, um mehr Reserve freizuschalten und so allenfalls den garantierten State of Health (siehe Beitrag: Ladungsspeicher, Kapazitätsverlust) von beispielsweise 70% wieder zu erreichen.

Reichweitenbeschränkung

Bei der zweiten Strategie steht dem Benutzer die maximal technisch mögliche Brutto-Reichweite zwischen 100% bis 0% Ladezustandsanzeige zur Verfügung. Das heisst, die 0% verschieben sich weiter nach unten in Richtung unterer Puffer. Allerdings reduziert jede Alterung der Zellen auch die Reichweite, da keine Reserveenergie zur Kompensation vorhanden ist. Dadurch kann sich bereits nach einem Jahr oder unsachgemässer Handhabung die Alterung bemerkbar machen. Es ist ratsam, diese HV-Batterie keiner tiefen Entladung auszusetzen. Am besten sollte sich der Ladezustand zwischen 80% und 20% bewegen.

Im Datenblatt des Fahrzeugherstellers stehen allenfalls die Brutto- und Nettowerte der HV-Batterie. Wenn der Unterschied zwischen Brutto und Netto grösser ist (>10%), verwendet der Hersteller die erste Strategie. Ist dieser Wert niedriger (meistens etwa 5%), geht es um die zweite Strategie.

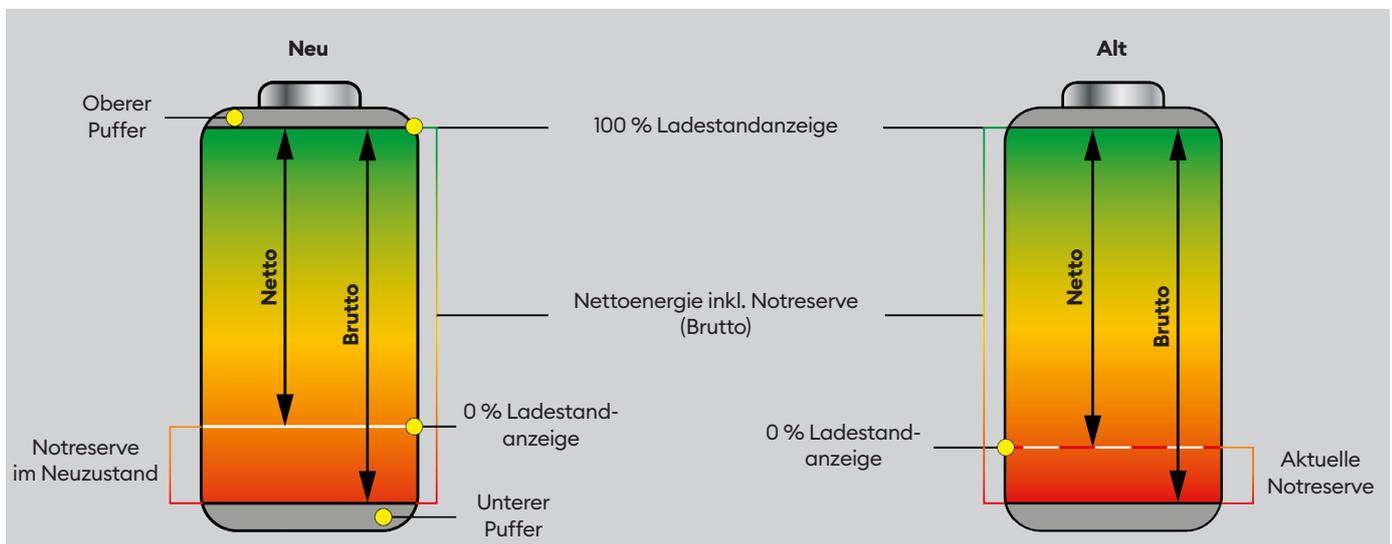
Zukunftsaussichten

Mit verbesserten Batteriemanagementsystemen könnten die Unterschiede zwischen Brutto- und Netto-Kapazität zukünftig weiter verringert werden. Neue Materialien und Techniken zur Erhöhung der Energiedichte und zur Reduzierung der Degradation könnten dazu führen, dass ein grösserer Anteil der Brutto-Kapazität praktisch nutzbar wird.

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

DERENDINGER

Sponsoren:



Mit der Strategie, dass bei alternder HV-Batterie Reserveenergie freigegeben wird, kann die angezeigte Reichweite konstant gehalten werden.