Pflege Ihrer Starterbatterie

Das störanfälligste Teil im Auto

August 2013

Isidor Buchmann, CEO und Gründer von Cadex Electronics Inc.
www.BatteryUniversity.com; answers@cadex.com

Kein anderes Fahrzeugteil ist so störanfällig wie die Starterbatterie. Laut ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club) haben sich die Probleme mit der Batterie zwischen 1996 und 2010 vervierfacht. Weiterhin sagt der ADAC, Europas größter Automobil-Club, dass eine entladene oder defekte Batterie zu den Ursachen jeder dritten Panne gehört. Der Bericht in der deutschen „Motorwelt“ vom Mai 2013 stellt außerdem fest, dass nur wenige Starterbatterien das Durchschnittsalter von fünf Jahren erreichen, und dass dies alle Autos betrifft. Die Statistik wurde abgeleitet aus den mehr als vier Millionen Pannen, zu denen der ADAC gewöhnlich in einem Jahr gerufen wird. Die Studie umfasst nur neuere Autos; serviceanfällige Fahrzeuge von mehr als sechs Jahren wurden ausgeschlossen.

Die Batterieprobleme sind nicht auf Deutschland – ein Land, das einige der schönsten Autos produziert – beschränkt. Auch in Japan sagt man, dass Batteriepannen der größte Einzelgrund für Beschwerden von Besitzern neuer Autos sind. Niedrige Ladung führt zu Sulfatierung, und Säureschichtung ist eine häufige Ausfall-Ursache. Besonders deutlich wird dies in überfüllten japanischen Städten, in denen Autofahrer nur durchschnittlich 13 km (8 Meilen) pro Tag fahren. Nordamerika kann von diesen Batterieproblemen wegen Langstreckenfahrten teilweise ausgeschlossen werden.

Die Batteriehersteller erforschen die hohe Ausfallrate und die Ergebnisse sind rätselhaft. Ein führender deutscher Batteriehersteller hat 400 Starterbatterien geprüft, die im Rahmen der Garantie zurückgegeben worden waren und hat festgestellt, dass 200 davon keine Fehler aufwiesen. Ein weiterer Batteriehersteller enthüllte, dass echte Werksfehler bei den Garantieretouren nur in etwa 5-7 % vorlagen. Irgendetwas stimmt hier nicht.

Als Cadillac 1912 die Starterbatterie einführte, war der Hauptzweck, für den Start, die Beleuchtung und die Zündung zu sorgen. Heute unterstützt die Batterie neben Komfort-Funktionen wie dem Heizen und Kühlen auch beim Lenken und Bremsen. Das einfache Öffnen der Fahrertür verursacht bereits einen Stromfluss von 20 A, ganz zu schweigen von den elektrischen Seitentüren und den Heckklappen. Die Start-Stopp-Funktion ist eine neue Anforderung, die die Blei-Säure-Batterie über ihre Grenzen bringt. All dies führt zu Kapazitätsverlust und vorzeitigem Ausfall.

Inzwischen werden Lithium-Ionen-Starterbatterien angeboten. Ihre geringe Größe und das kleine Gewicht sind bemerkenswert, jedoch auf die Frage, ob diese Batterien störungsfrei seien, sagte ein deutscher Sportwagenhersteller, dass die Lithium-Ionen-Starterbatterie trotz ihres hohen Preises nicht ohne Schwierigkeiten sei. Ihre Lebensdauer ist ähnlich der Blei-Säure-Batterie.

Der wichtigste Indikator für den Zustand einer Batterie ist ihre Kapazität. Gemessen in Ah (Ampere-Stunden) oder RC (Reservekapazität in Minuten bei einer Entladung von 25 A) spiegelt die Kapazität wieder, wie viel Energie eine Batterie aufnehmen kann. Der CCA (Kaltstartstrom) ist verantwortlich für die Leistungsbereitstellung und bezieht sich auf den Innenwiderstand der Batterie. Abbildung 1 zeigt den CCA als geöffneten Wasserhahn und die Kapazität als Flüssigkeit in einem Behälter. Das störende Gestein demonstriert den irreversiblen Kapazitätsverlust.

Abbildung 1: Grafische Darstellung einer Starterbatterie

Der CCA repräsentiert die Leistungsbereitschaft zum guten Start des Motors; die Kapazität ist der Energiespeicher, der hier als Flüssigkeit dargestellt wird.

Ein Kapazitätsverlust beeinträchtigt den Start kaum und die meisten Starterbatterien zeigen eine gute Leistung, bis der Motor eines Morgens nicht mehr dreht. Eine Batterie „stirbt" nicht plötzlich – es geht ihr einfach die Kapazität aus. Dies ist vergleichbar mit einem galoppierenden Pferd, das seine temperamentvolle Leistung beibehält, bis es schließlich vor Erschöpfung zusammenbricht.

Schuld an der großen Anzahl der Garantiefälle und die hohe Ausfallquote auf der Straße ist zum Teil auf den Mangel an zuverlässigen Batterie-Testgeräten zurückzuführen. Die meisten Testgeräte ermitteln nur den CCA; die Kapazität, der führende Gesundheitsindikator, bleibt unbekannt. Während die Kapazität mit der Nutzung und dem Alter nachlässt, bleibt der Innenwiderstand gering. Dadurch sind Widerstandsmessungen als Indikator für den Batteriezustand und das Ende der Lebensdauer unzuverlässig. Sie führen zu einer Fehldiagnose, wegen der eine gute Batterie fälschlicherweise ausgetauscht und eine andere mit niedriger Kapazität als gut bewertet wird, um schließlich auf der Straße auszufallen.

Prüfverfahren

Der Zustand einer Batterie kann nicht „gemessen", sondern nur geschätzt werden. Ähnlich wie ein Arzt, der einen Patienten untersucht oder der Meteorologe, der das Wetter vorhersagt sind Batterietestergebnisse nur *Vorhersagen* für den Batteriezustand und das Ende ihrer Lebensdauer. Eine verbrauchte Batterie ist leicht zu prognostizieren und die meisten Testgeräte erreichen eine Genauigkeit von 100%. Die Herausforderung ist die Messung einer funktionierenden Batterie im Leistungsbereich von 70-100%. Neben der Kapazität spielen weitere Attribute ebenfalls eine Rolle. Dies sind der Innenwiderstand, die Sulfatierung und die Selbstentladung. Kein einziges Gerät kann alle Batterieeigenschaften auf die Schnelle in einem kurzen Test bewerten.

Zu den frühen Batterietestern gehörte *„carbon pile"* (Kohleplatten). Die Batterie besteht den Test, wenn die Spannung für eine bestimmte Zeit bei einer angelegten Belastung über einem eingestellten Grenzwert bleibt. Die Kohleplattentest ahmt lebensechte Bedingungen nach und ein Fachmann kann eine einigermaßen gute Bewertung erreichen, jedoch kann das Gerät nicht zwischen niedrigem Ladezustand, hohem Innenwiderstand und verlorener Kapazität unterscheiden.

Einzelfrequenz-Wechselspannungstestgeräte legen ein 1000-Hertz-Sinus-Signal oder Rechteckwellen-Impulse von 80-90 Hertz an. Diese nicht-invasive Methoden funktionieren auf einer *skalaren* Ebene, indem sie Daten mit einem Referenzpunkt vergleichen und den Innenwiderstand messen. Es wurden zahlreiche Frequenzen ausprobiert, aber das so genannte *Vektorverfahren* führt ohne nennenswerte Verbesserung nur noch zu mehr Komplexität. Die Kapazitätsbewertung bleibt unerreichbar.

Batterie-Wissenschaftler glauben, dass die Zukunft von Batterietests in der *elektrochemischen Impedanzspektroskopie* (EIS) liegt. EIS gibt es schon seit vielen Jahren, jedoch blieb diese Technologie wegen der hohen Gerätekosten, langen Testzeiten und der Erfordernis ausgebildeter Experten zur Daten-Entschlüsselung in den Labors. Die Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen die häufigsten heute verwendeten Batterie-Testverfahren.

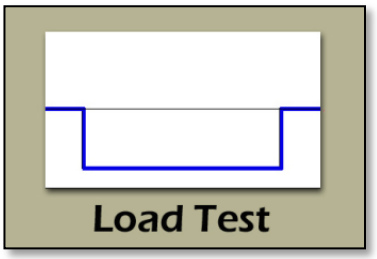

Abbildung 2: Der Belastungstest misst die Spannung unter Last. Er kann die Funktionalität bestätigen, aber eine geringe Aufladung, einen hohen Innenwiderstand und eine geringe Kapazität nicht messen.

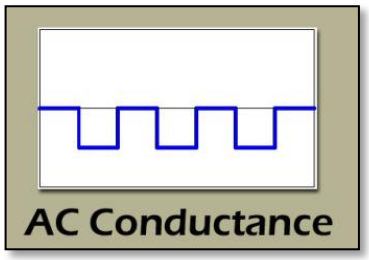

Abbildung 3: Der Belastungstest verwendet ein Wechselspannungssignal zur Messung des Batterie-Innenwiderstands. Die Tes-geräte sind nicht-invasiv, schnell, bleiben kühl, können aber die Kapazität nicht bewerten.

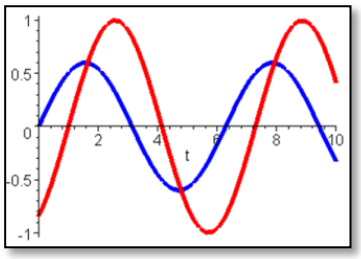

Abbildung 4: EIS scannt die Batterie mit Frequenzen. Zum Entschlüsseln der Nyquist-Diagramme sind Experten erforderlich. Durch die langen Testzeiten bleibt EIS größtenteils in den Forschungslabors.

Das Scannen einer Batterie und das Plotten eines Nyquist-Diagramms ist mit EIS relativ einfach – die Komplexität entsteht mit der Auswertung der Daten. Cadex brachte die EIS-Technologie auf eine höhere Ebene und entwickelte die *elektrochemische Multi-Modell-Impedanzspektroskopie* oder kurz *Spectro™*.

Der Spectro CA-12 ist ein transportables Handgerät und scannt die Batterie mit einem 20-2000-Hertz-Signal, als ob die Topologie einer Landschaft aufgenommen würde. Das Herz des Systems ist der Algorithmus, der 40 Millionen Transaktionen sammelt und CCA- und Kapazitätsmessungen innerhalb 15 Sekunden liefert. Die CCA-Vorhersage hat eine Genauigkeit von +/-5 %, jedoch seine Stärke liegt in der Kapazitätsbewertung. Die Vorhersage der Kapazität hat eine Genauigkeit von +/-20%.

Die Nutzer möchte genauere Kapazitätsvorhersagen sehen und Verbesserungen in Matrizes können dies zum Teil erreichen. Der Benutzer muss realisieren, dass ein Batteriefehler nur diagnostiziert werden kann, wenn messbare Indikatoren vorhanden sind. Aus unbekannten Gründen zeigt eine reversible (leichte) Sulfatierung keine messbaren Symptome und die Batterie wird als „gesund“ bewertet. Nur eine dauerhafte (schwere) Sulfatierung, die nicht mehr korrigiert werden kann, stimmt mit dem Ergebnis überein. Man könnte eine Parallele zu einem Patienten ziehen, der einen einzigartiges Leiden hat, das von medizinischen Instrumente nicht angezeigt werden kann.

Wie alle professionelle Systeme erfordert Spectro™ eine Infrastruktur. Dies sind Matrizes, die man auch als Mustererkennungsalgorithmen kennt. Eine Matrix ist eine mehrdimensionale Nachschlagetabelle, mit der die Messungen verglichen werden. Die Texterkennung, Fingerabdruckerkennung und visuelle Bildgebung arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip. Cadex arbeitet derzeit daran, eine Matrix-Bibliothek für verschiedene Batterietypen aufzubauen. Generische Matrizes sind am praktischsten, da diese durch Sortierung nach einer Kapazitätsschwelle eine breite Palette an Batterien abdecken.

Zusammenfassung

Die Batterie-Diagnose und Überwachung ist nicht so schnell vorangekommen, wie es sich die Batteriebranche wünscht, jedoch werden inkrementelle Fortschritte erzielt. Batterien sind komplexe Gebilde und die Prüfverfahren müssen zwischen niedrigem Ladezustand und nachlassender Kapazität unterscheiden; Symptome, die nach außen unterschiedlich sind, jedoch über ähnliche Qualitäten bei der Diagnose verfügen. Die Eigenschaften einer Batterie verändern sich auch nach dem Aufladen oder bei längerer Lagerung.

Die Kapazität ist der führende Indikator für den Batteriezustand und bestimmt das Ende der Batterie-Lebensdauer. Eine Starterbatterie sollte ersetzt werden, wenn die Kapazität unter 40% sinkt. Mit dem widerstandsbasierten Verfahren bleibt die Kapazität unbekannt, und viele Batterien werden aufgrund einer falschen Vermutung ausgetauscht. Es gibt auch Widerstand dagegen, eine Batterie zu ersetzen, die zwar noch startet, deren Kapazität aber alarmierend gering ist. Eine Batterie „stirbt“ nicht plötzlich, sondern sie verliert Kapazität. Dies tritt vorwiegend während einer Kälteperiode auf. Das Fahren mit einer abgelaufenen Batterie ähnelt einer Brücke, die korrodiert ist und für den Verkehr geschlossen wurde, aber noch immer steht.

Deutsche Luxuswagenhersteller wollen das Wort *Panne* aus dem Wörterbuch streichen. Eine auf Kapazität basierende Diagnose trägt zu diesem Vorhaben bei, das sich auch in niedrigeren statistischen Aufzeichnungen der ADAC-Pannenhilfe zeigen wird. Von den verbesserten Batterie-Testsystemen profitieren auch andere Branchen. Die Kapazitätsbeurteilung von USV-Batterien kann zu einer besseren Bewertung und einer längeren Betriebsdauer führen. Eine verlängerte Lebensdauer schont den Geldbeutel und die Umwelt, da weniger Batterien entsorgt werden müssen.

© Isidor Buchmann, Cadex Electronics Inc.

Über den Autor

Isidor Buchmann ist der Gründer und CEO von Cadex Electronics Inc. Seit drei Jahrzehnten hat Buchmann das Verhalten von Batterien in praktischer Anwendungen studiert und preisgekrönte Artikel verfasst. Außerdem schrieb er den Bestseller „Batteries in a Portable World“ (Batterien in einer tragbaren Welt), der jetzt in seiner dritten Auflage erschien. Cadex ist spezialisiert auf die Entwicklung und Herstellung von Batterielade- und -Analysegeräten, Schnelltest- und Überwachungsgeräten. Weitere Informationen über Batterien finden Sie unter www.batteryuniversity.com; Produkt-Informationen auf www.cadex.com.

20130821 Documents\Article10\Recycling Lithium.doc Word count = 1,549