

## Eingebettete Batterieanalytik für Elektrobusse

## Zeit und Kosten sparen

Um für einen niederländischen Elektrobusbetreiber den Gesundheitszustand der Batterien zu bestimmen, kooperieren ViriCiti und Twaice. Ziel: Datengestützte Entscheidungsprozesse – mit Schwerpunkt auf Batterien – zu integrieren und so kostspielige Verhandlungen über Garantiefragen rechtzeitig zu beginnen oder ganz zu vermeiden.

**Christiana Stoian und Jonas Böhm**

In der Welt der Elektrobusse hat sich im 2021 Jahr viel getan. Viele neue Projekte wurden angekündigt oder in Angriff genommen. Doch insbesondere diejenigen, die bereits vor vier oder fünf Jahren erste Elektrobusse in ihre Flotten eingeführt haben, können erste Erkenntnisse über Herausforderungen, Komplikationen und Lösungen liefern, wenn es um Fragen der strategischen Erneuerung und Ersatzbeschaffung der Flotten, der Wartung oder Garantiethematen geht.



© VDL

### Ausgangslage

Ein großer niederländischer Betreiber von Elektrobusen wandte sich an ViriCiti und Twaice bezüglich des gemeinsamen Produktes "Battery Health Package". Der Betreiber begann bereits 2014 mit der Aufnahme von vollelektrischen Bussen in seine Flotte und verfügte 2017 über mehr als 100 Elektrobusse. Für eine beträchtliche Anzahl dieser Busse stand die vom Hersteller gewährte fünfjährige Garantiezeit nun vor dem Auslaufen. Das warf für den Betreiber mehrere operative und strategische Fragen auf. Die drängendste war zunächst: „Was ist der tatsächliche Gesundheitszustand jeder einzelnen Batterie?“ Diese Frage zog weitere Problemstellungen nach sich:

- Wie erhält man belastbare Daten für den Gesundheitszustand (State of Health, SoH) von Batterien? Wie lauten die Garantiebedingungen für

die einzelnen Busse im Detail?

- Waren die zum Zeitpunkt der Kaufentscheidung getroffenen Annahmen gültig?
- Wie sieht das Alterungsverhalten in der Teilflotte aus, altern einige Busse schneller als andere?
- Wie sieht das Alterungsverhalten von Bussen verschiedener Hersteller aus, kann ein Vergleich zwischen diesen Bussen gezogen werden?
- Was sind die strategischen und betrieblichen Auswirkungen der Ergebnisse? Welche Lehren lassen sich daraus ziehen und wie können sie in Zukunft für Optimierungen genutzt werden?

Weil sich diese Fragen zum ersten Mal stellten – sowohl auf der Seite des Betreibers als auch auf der Seite des Herstellers – waren keine standardisierten Prozesse oder Erfahrungswerte vorhanden, wodurch mehrere Herausforderungen entstanden.

### Herausforderungen und wirtschaftliche Auswirkungen

Der Versuch, diese Fragen zu beantworten, stellte sowohl den Betreiber als auch den Hersteller vor äußerst konkrete Herausforderungen und löste einen zeit- und ressourcenintensiven Prozess aus. Und: Dieser hätte sich durch den Einsatz des "Battery Health Package" von Twaice vermeiden lassen. Herausforderung: Die Bestimmung des Zustands der Batterien der E-Bus-Flotte, um mögliche Garantieansprüche zur Zeit des Garantieablaufs zu bewerten.

### Tests vorbereiten und organisieren

Der Betreiber hatte keinen Überblick über den aktuellen Gesundheitszustand (State of Health, SoH) seiner Busflotte. Er erfuhr nach Rücksprache mit seinem Hersteller, dass dieser zur Ermittlung des SoH physische Tests am Bus durch-

führen müsse, also mehrmaliges Laden und Entladen der Batterie, um belastbare Daten für etwaige Garantiesprüche zu bekommen.

Der Hersteller und der Betreiber einigten sich zunächst darauf, einen Referenzbus auszuwählen, um dieses zeitaufwendige Verfahren durchzuführen. Der Test dauerte eine Woche pro Bus. Insgesamt erforderte die Organisation dieses Vorgangs eine intensive Planung und Abstimmung zwischen dem Betreiber und dem Hersteller. Auf beiden Seiten waren etliche Personen gefordert, um die für die Vorbereitung des Tests notwendigen Entscheidungen zu treffen. Experten des Betreibers verbrachten mehr als 100 Stunden mit der Vorbereitung von Gesprächen mit dem Hersteller, um die Garantiebedingungen, die Definitionen von SoH und deren Beurteilung und Schätzung zu verstehen. Zusätzlich beeinflusste der physische Test den Betrieb, weil ein Bus für eine ganze Woche aus dem Fahrplan genommen werden musste. Auf der Herstellerseite musste ein Fahrer für eine gesamte Woche bereitgestellt werden, um den physischen Test durchzuführen.

**Zuverlässigkeit des Tests**

Um die Kosten und Auswirkungen des Tests im Rahmen zu halten, wurde zunächst ein einzelner Bus als Referenzbus für den Test ausgewählt. Mit dem physischen Test wandte der Hersteller ein Standardverfahren zur Bestimmung



*Bild 1: Die prädiktive Analytik-Software optimiert sowohl die Entwicklung als auch den Betrieb von Lithium-Ionen-Batterien.*

© TwaiCE

des Batterie-SoH an. Dieser Ansatz hat jedoch mehrere Schwächen: Erstens stützt er sich auf den Ladezustand (State of Charge, SoC) und erfordert eine sorgfältige Ausführung. Die Ergebnisse werden beispielsweise verfälscht, wenn die Lade- und Entladezyklen nicht mit niedrigen C-Raten durchgeführt werden, also wie schnell die Batterie gelad- oder entladen wird, und wenn die Messschnittstelle nicht sorgfältig gewählt wird. Somit besteht immer die Gefahr, dass sich Fehler in die Messung einschleichen.

Zweitens werden die Busse unterschiedlich betrieben. Daher ist die Batteriedegradation für jeden Bus individuell und es ist weder ratsam noch möglich, die Ergebnisse eines Busses auf die gesamte Busbatterieflotte zu extrapolieren. Somit müsste dieses aufwendige physische Testverfahren für die gesamte Flotte ausgerollt werden.

Das initiale Testergebnis zeigte, dass die Batterie des Referenzbusses be-

reits unterhalb der Garantiekriterien lag. Das beunruhigte den Betreiber, da nun der eigentlich notwendige Test der gesamten Flotte massive operative Eingriffe in den Betrieb bedeutet hätte.

**Kosten auf beiden Seiten**

Für die Beantwortung der Frage, welchen Gesundheitszustand die Batterien aufweisen, um die Bewertung von etwaigen Garantiesprüchen vornehmen zu können, mussten sowohl der Betreiber als auch der Hersteller viel Zeit und Ressourcen investieren. Das Testverfahren erforderte beim Hersteller einen Fahrer, der eine Woche lang ganztägig im Einsatz war, sowie einen erheblichen Aufwand für die Koordinierung und Organisation der Tests auf beiden Seiten. Zudem führte der Test zu operativen Eingriffen. Angesichts dieses Aufwands, der für die Prüfung eines einzigen Busses erforderlich war, war schnell klar, dass die Durchführung dieses Verfahrens für die gesamte Flotte weder für den Hersteller noch für den Betreiber tragbar wäre.

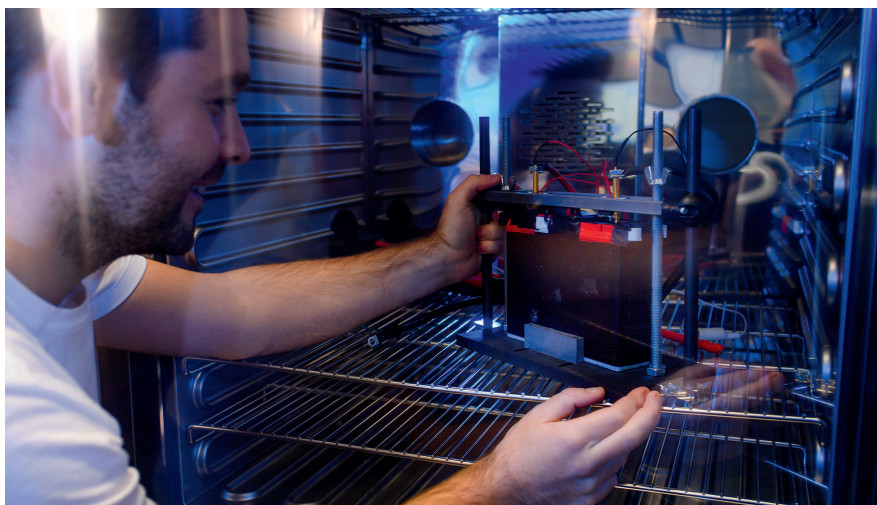
Obwohl es schwierig ist, die exakten Kosten für dieses Vorgehen zu berechnen, wird geschätzt, dass mindestens 20.000 Euro direkte und indirekte Kosten allein für diesen einen Bus entstanden sind.

**Lösung**

Die Kombination aus den genannten Herausforderungen, den zu erwartenden Schwierigkeiten bei der Ausweitung der Tests auf die gesamte Flotte und der Notwendigkeit, eine zweite Meinung zum SoH-Wert der Busbatterien einzuholen, veranlasste den Betreiber, das über ViriCiti bereitgestellte



*Bild 2: Die TwaiCE-Batterielabore erzeugen schnell Testdaten und kalibrieren die eigene Software auf das elektrische, thermische und das Alterungsverhalten von Batterien.* © TwaiCE



**Bild 3:** Die Batterielabore bilden die Grundlage für die Cloud Analytics Plattform und die Batteriemodell-Bibliothek von Twaice. © Twaice

Twaice Battery Health Package zu nutzen. Der Betreiber konnte auf einen umfangreichen Datensatz von Batteriedaten zurückgreifen, der für die Nutzung des Battery Health Package erforderlich ist. Dieses Vorgehen bot schnelle Lösungen für die genannten Herausforderungen – insbesondere bei Flottengrößen von mehr als zehn Elektrobussen.

### Ohne betriebliche Beeinträchtigung

Das Battery Health Package bietet eine unabhängige SoH-Bestimmung, die auf der Integration zwischen Twaice und ViriCiti basiert und auf gesammelten Felddaten aufbaut. Als unabhängiger Dritter liefert ViriCiti zentralisierte Daten, die vollständig autonom, transparent und herstellerunabhängig sind. Die kombinierten Systeme beider Unternehmen ermöglichen es den Betreibern, ortsunabhängig ausführliche Informationen über ihre Fahrzeugbatterien (**Bild 1**) zu erhalten. So liefert das Battery Health Package den SoH-Wert einer Batterie, ohne dass physische Tests durchgeführt und zwischen Hersteller und Betreiber koordiniert werden müssen, wodurch Auswirkungen auf den Betrieb vermieden werden.

Die rein datengesteuerte Analyselösung von Twaice wurde innerhalb von sechs Wochen für jedes einzelne Fahrzeug der gesamten Flotte eingeführt. Bei einer Flotte von beispielsweise 50 Bussen hätte das mit herkömmlichen Methoden entweder ein Jahr gedauert – wobei jeder Bus nacheinander getestet worden wäre – oder es wären mas-

sive parallele Tests erforderlich gewesen, bei denen eine ganze Busflotte eine Woche lang außer Betrieb hätte genommen werden müssen.

### Zuverlässigkeit

Die Analyselösung von Twaice wurde schnell auf die gesamte Flotte ausgeweitet, um die erforderlichen SoH-Daten für jeden Bus/Batterie individuell bereitzustellen. Anstatt einzelne Busse zu testen, bietet die Lösung eine flottenweite Analyse des Batteriezustands und ersetzt Schätzungen durch busspezifische, verlässliche Daten (**Bild 2**). Das ist wichtig, weil Batterien individuell altern.

Um genaue und verlässliche Analysen des Batteriezustands durchführen zu können, ist hier ein Big-Data-Ansatz die beste Herangehensweise. Das Telematik-System von ViriCiti zeichnet sich dadurch aus, dass es große Datenmengen mit hoher Genauigkeit analysiert, was es Twaice ermöglicht, die zuverlässigsten Erkenntnisse über E-Busse und Batterien zu liefern, die derzeit auf dem Markt sind.

Entscheidend ist, dass die Analyse für alle Busse einen äußerst genauen SoH-Wert in Bezug auf das End-of-Life-Kriterium offenlegte – mit Ergebnissen, die per Bus aufgeschlüsselt werden können, einschließlich historischer Daten im Zeitverlauf.

Darüber hinaus zeigte eine maßgeschneiderte Datenanalyse, dass das vom OEM angewandte Testverfahren potenzielle Nachteile in Bezug auf die

Validität aufwies und für die Diskussionen über Garantien nicht detailliert genug war.

Insgesamt wird durch die Hinzunahme einer neutralen dritten Partei, die Daten sowohl von Herstellern als auch von Betreibern sammelt und analysiert, möglichen oder vermeintlichen Verzerrungen vorgebeugt. Damit kann eine einheitliche Quelle von grundlegenden Daten, Ergebnissen und Erkenntnissen als Basis für die Garantiediskussion verwendet werden.

### Erfolgsfaktoren

ViriCiti hat bereits früh auf einen datengesteuerten Ansatz gesetzt. Das Sammeln großer Mengen detaillierter Daten – bis auf die Ebene der Batterie zelle – ist auch der Schlüssel für eine zuverlässige Analyse des Batteriezustands. Daraus resultierende Datenverfügbarkeit bilden die Grundlage für verlässliche Batterieanalysen, die Twaice anbietet. Die unabhängige Bestimmung des Batteriezustands wurde durch die breite Palette erfasster Daten in Kombination mit der Partnerschaft zwischen ViriCiti und Twaice möglich. Diese Integration der beiden Plattformen ermöglicht einen umfassenden und zuverlässigen Einblick in den Zustand einer Batterie (**Bild 3**).

Ein weiterer Erfolgsfaktor für die Bereitstellung des datengetriebenen "Battery Health Package" sind Betreiber, die die Relevanz von Daten für das Flottenmanagement in der Elektromobilität frühzeitig erkannt haben, auch wenn der genaue Nutzen ursprünglich noch nicht gänzlich offensichtlich war. Die Einbettung einer datengetriebenen Strategie in den Flottenbetrieb bei dem Betreiber von Anfang an hat dazu beigetragen, dass die Daten sofort verfügbar waren und eine schnelle Verarbeitung möglich war. ■ (eck)

[www.twaice.com](http://www.twaice.com)



**Christiana Stoian** ist Content Marketing Manager bei ViriCiti. © ViriCiti



**Jonas Böhm** fungiert als Manager Partnerships bei Twaice. © Twaice