

Dichtheitsprüfung von Komponenten

Lithium-Ionen Batteriezellen

TECHNISCHE HERAUSFORDERUNG

Die Produktion von Lithium-Ionen Batteriezellen ist in letzter Zeit deutlich angestiegen. Angetrieben wird sie durch die steigende Zahl mobiler Endgeräte, aber auch durch den wachsenden Markt der New Energy Vehicles mit Elektroautos, Hybridautos, aber auch Brennstoffzellenfahrzeugen. Die Funktionssicherheit einer Lithium-Ionen-Batterie ist entscheidend, während gleichzeitig eine ausreichende Lebensdauer und Leistung der Batterie erreicht werden soll. Gerade in der neuen Antriebsstrangtechnologie sind daher qualitativ hochwertige Batterien unabdingbar, um bei den neuen Anwendern dieser Technologie ein positives Image zu kreieren.

Es gibt vier unterschiedliche Bauformen für Batteriezellen: Rundzellen, Knopfzellen, prismatische Zellen und Pouch-Zellen. Rundzellen, Knopfzellen und prismatische Zellen besitzen ein stabiles Gehäuse, während Pouch-Zellen sich durch ein flexibles Gehäuse auszeichnen (sie werden auch als flexible Batteriezellen bezeichnet).

Batteriezellen müssen aus folgenden Gründen auf Undichtigkeiten geprüft werden:

- es darf keine Feuchtigkeit in die Batterie eindringen, da dies die Batterieleistung nachteilig beeinflusst und mit der Zeit die Batterie sogar vollständig zerstört
- bei Pouchzellen erhöht jeder Lufteinlass auch den Innendruck, so dass die Pouchzelle ihre mechanische Integrität verliert, was zu einem Kapazitätsverlust führt.
- Elektrolyt darf aus der Batterie nicht austreten, da dies die Batterieleistung negativ beeinträchtigen würde

Um alle diese Anforderungen zu erfüllen, müssen moderne Batteriezellen auf Leckraten im Bereich von 10^{-6} mbar-l/s getestet werden. Derart kleine Lecks lassen sich mit Technologien wie der Wasserbad-, Lecksuchspray- oder Druckabfallmethode nicht nachweisen.

DIE INFICON-LÖSUNG

Die Produktionsprüfung prismatischer Zellen wird in mehreren Schritten durchgeführt:

Vorprüfung von prismatische Zellen

Häufig wird das Gehäuse der prismatischen Batteriezellen vor dem Füllen mit Elektrolyt vorgeprüft, um sicherzustellen, dass die elektrischen Durchführungen dicht sind. Diese Vorprüfung wird normalerweise mittels Dichtheitsprüfung in der Vakuumkammer bei hohen Taktzeiten durchgeführt. Das Gehäuse der Batteriezelle wird dazu mit Helium gefüllt und dann in die an ein Vakuumsystem angeschlossene Testkammer platziert. Nach dem Schließen des Kammerdeckels wird mithilfe von leistungsstarken Vakuumpumpen ein Vakuum in der Testkammer erzeugt. Das Helium kann dann nach außen entweichen; ist ein Leck vorhanden, kann das an die Vakuumkammer angeschlossene [LDS3000 Dichtheitsprüfgerät](#) das aus der Batteriezelle austretende Helium nachweisen.



Zur Herstellung der Power-Akkus für Elektro- und Hybridfahrzeuge werden unterschiedliche Bauformen von Batteriezellen verwendet. So kommen beim Tesla Model S beispielsweise Rundzellen zum Einsatz; industrieweit werden jedoch prismatische Zellen und Pouch-Zellen häufiger verwendet. In mobilen Endgeräten werden in erster Linie Pouch- und Knopfzellen eingesetzt.



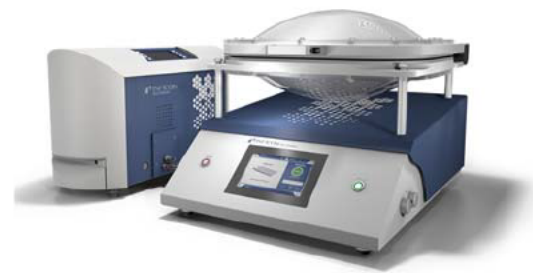
Mit Helium vorgefüllte Batterien werden üblicherweise mithilfe der Vakuum-Dichtheitsprüfung getestet. Dieses Verfahren ist weitverbreitet für prismatische Zellen.

Das Gehäuse der Batteriezelle wird nur dann mit Elektrolyt gefüllt und letztlich versiegelt, wenn diese Dichtheitsprüfung erfolgreich bestanden wird. Diese Art der Vorprüfung kann nicht auf Pouchzellen angewendet werden.

Selbst wenn das Gehäuse der Batteriezelle wie zuvor beschrieben vorgeprüft wurde, muss die gefüllte und versiegelte Batteriezelle einer Nachprüfung unterzogen werden, um die Funktionalität der abschließenden Abdichtung zu gewährleisten. Pouch-Zellen werden normalerweise nur einmal nach der abschließenden Versiegelung getestet.

End-of-Line Prüfung von assemblierten Hard-Case Zellen

Zur Integritätsprüfung von gefüllten Hard-Case Zellen (prismatisch, rund, Knopfzelle) wird das Verfahren der direkten Elektrolytdetektion eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden die zu prüfenden Batteriezellen in eine Prüfkammer gebracht, die auf ein Druckniveau unterhalb des Dampfdrucks des Elektrolytlösungsmittels evakuiert wird. Der Elektrolyt tritt aus auftretenden Lecks in die Prüfkammer aus, wo das Lösungsmittel des Elektrolyten verdampft. Das Lösungsmittel wird dann mit dem Sensor des [ELT3000 Batteriezellen-Dichtheitsprüfgeräts](#), einem Quadrupol-Massenspektrometer, nachgewiesen.



Das [ELT3000 Batteriezellen-Dichtheitsprüfgerät](#) kann kleinste Lecks bis in den μm -Bereich durch direkte Elektrolytdetektion aufspüren. Für unterschiedliche Zellgeometrien werden unterschiedliche Kammerausführungen eingesetzt.

End-of-Line Prüfung von Pouchzellen

Für die Integritätsprüfung von hermetisch verschlossenen Pouchzellen kann das gleiche Verfahren der direkten Elektrolytdetektion verwendet werden. Allerdings ist ein anderer Kammertyp erforderlich, da sich die Pouchzellen in einer Vakuumkammer aufblähen und die Siegelnähte der Pouchzelle beschädigt werden können. Diese Herausforderung wird durch die Verwendung einer flexiblen Kammer überwunden, die aus zwei Schichten einer Gummimembran besteht. Die zu testenden Pouchzellen werden zwischen die beiden Gummimembranen gelegt und in dieser "maßgeschneiderten" Testkammer wird ein Vakuum erzeugt. Die Membranen stützen die Pouchzelle während der Prüfung und ermöglichen so eine echte zerstörungsfreie Dichtheitsprüfung. Das aus eventuellen Lecks austretende Lösungsmittel wird ebenfalls von einem [ELT3000 Batteriezellen-Dichtheitsprüfgerät](#) detektiert.

VORTEILE DER DICHTHEITSPRÜFUNG MIT PRÜFGAS

- Genaue und wiederholbare Messungen für eine zuverlässige Dichtheitsprüfung
- Hochempfindliche Prüfmethode weisen kleinste Lecks von wenigen Mikrometern (im Bereich 10^{-6} mbar l/s) nach
- Hochautomatisiertes Verfahren mit kurzen Taktzeiten
- Testergebnis unabhängig von Bedieneingriffen
- Trockenes, zerstörungsfreies Verfahren

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, besuchen Sie uns auf www.inficonautomotive.com,
oder wenden Sie sich an Ihren zuständigen Vertriebsmitarbeiter.