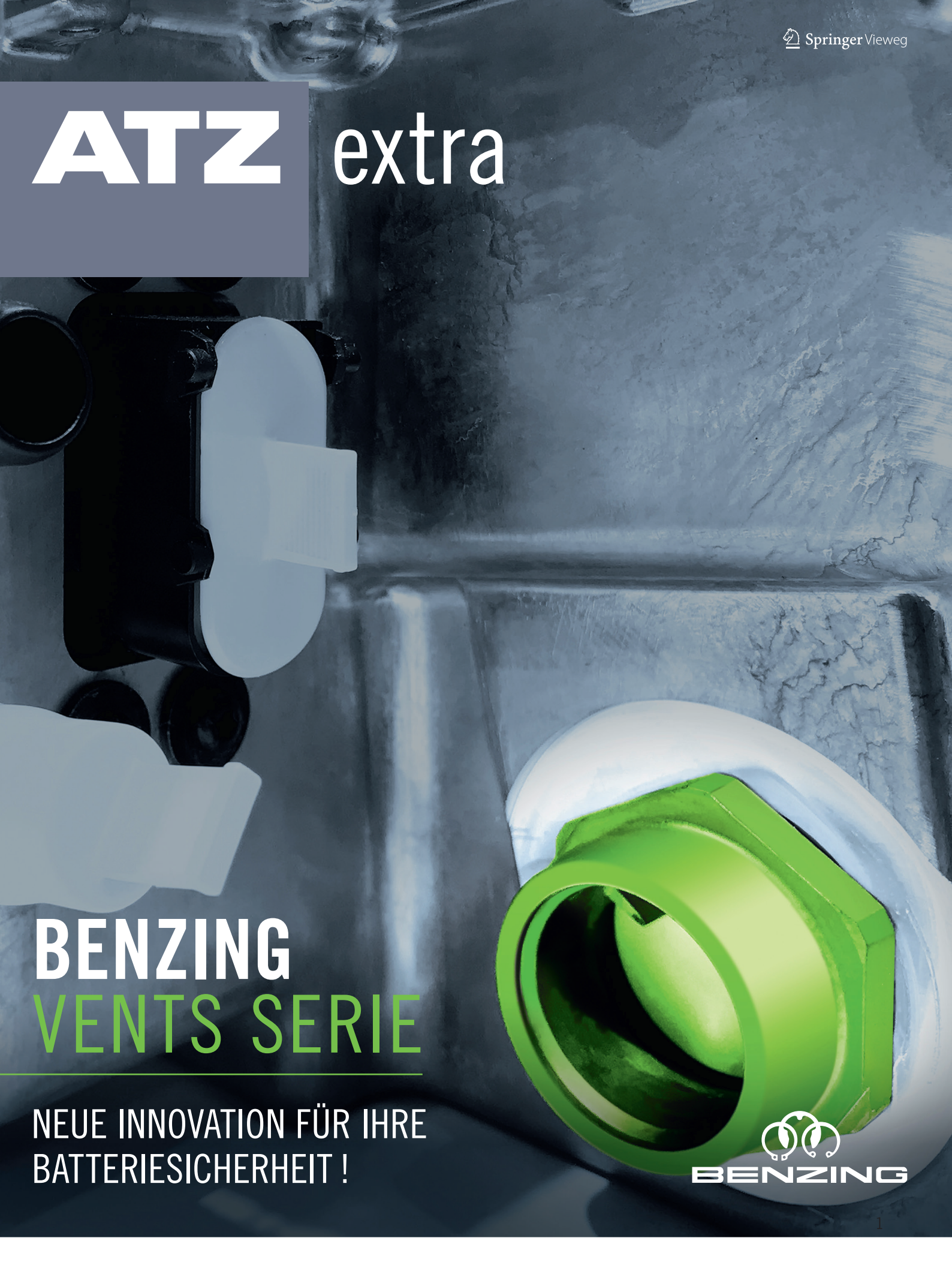
Springer Vieweg

ATZ extra



BENZING
VENTS SERIE

NEUE INNOVATION FÜR IHRE BATTERIESICHERHEIT !

BENZING

Systemsichere Elektromobilität

Liebe Leserin, liebe Leser,

der Erfolg der Elektromobilität ist vor allem auch ein Verdienst der Systemsicherheit aktueller Hochvoltakkumulatoren. Werden diese thermisch so angeregt, dass eine Kettenreaktion erfolgen könnte, stellen die Lithium-Ionen-Zellen in Hybrid- und Elektrofahrzeugen ein hohes Risiko dar. Ein Arbeitsumfeld, mit dem sich der 1933 gegründete Sicherungselementehersteller Hugo Benzing erfolgreich seit langem befasst. Den Anfang machte in den frühen 1990iger Jahren dabei die Ventiltechnik für Lenkungsdämpfer, die, in eine hydraulische Lenkung eingebaut, Stöße im Hydraulikkreislauf verhinderten. Der Grundstein war gelegt.

Es folgten weitere Projekte, die sich ausschließlich um sicherheitsrelevante Themen rund um das Automobil bezogen. Neben der Entwicklung spezieller Rückschlag-, Druckbegrenzungs- und Absperrventile, die im Ölkreislauf den Rückfluss verhindern, begleiteten die Ingenieure von Benzing für einen Premiumhersteller schon seit den Anfängen der Lithium-Ionen-Batterietechnik für Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuge die Entwicklung von Sicherheitselementen. Im Laufe der Zeit wurden durch das stete Verifizieren eine breite Palette von Berstscheiben und Berstmembranen wie auch Druckausgleichselemente entwickelt, die für alle Anwendungen in Lithium-Ionen-Batterien geeignet sind.

Die Erfahrungen auf dem Gebiet sicherheitsrelevanter Produkte für Hochvolt-Lithium-Ionen-Batterien nutzt das Unternehmen, um neben zahlreichen Anwendungen mit Standardprodukten auch kundenspezifische Entwicklungen anzubieten. So werden die Innovationen von Hugo Benzing nicht nur von einigen der führenden Unternehmen in der Automobilbranche, wie BMW, Bosch, Daimler, Ford, Getrag, GM, Porsche, VW und ZF geschätzt. Auch für Non-Automotive Applikationen hat das in Korntal-Münchingen am Stadtrand von Stuttgart ansässige Unternehmen hochwertige Produkte im Portfolio.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme und interessante Lektüre

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burkert
Korrespondent der ATZ/MTZ

BENZING

MINIMIZE THE RISKS:
AVOID BATTERY CASE EXPLOSIONS
WITH OUR PATENTED
BENZING VENTS.

Hugo Benzing GmbH & Co. KG
Daimlerstrasse 49 - 53
70825 Korntal - Münchingen
Deutschland

E-Mail: info@hugobenzing.de
Telefon: +49 711 8000 6 - 0

HÖCHSTE PRÄZISION IN METALL.
www.hugobenzing.de

© Daimler

Lithium-Ionen-Akkumulatoren – Sicherheitselemente bei Brandgefahr und mechanisch/thermischen Einflüssen

Lithium-Ionen-Zellen in Hybrid- und Elektrofahrzeugen können ein hohes Risiko darstellen, wenn sie thermisch so angeregt wurden, dass eine Kettenreaktion unausweichlich ist. Das dann entweichende Luftvolumen belastet das Gehäuse einer Batterie so stark, dass man von einer unkontrollierten Deformation spricht. Es gibt Lösungen, diesen Fall zu entschärfen. Mittels Berstscheiben und -membranen oder Druckausgleichselementen wird das Gehäuse so entlastet, dass Temperaturunterschiede ausgeglichen und unvermeidbare Brände zeitlich hinausgezögert werden. Hugo Benzing erklärt die Zusammenhänge.

THERMAL RUNAWAY

Jede Lithium-Ionen-Zelle, wie sie in einer Traktionsbatterie verbaut ist, enthält brennbare Komponenten, die je nach Art der eingesetzten Materialien mehr oder weniger reaktiv und gefährlich sind. Die Risiken lassen sich jedoch durch Schutzmaßnahmen verringern. So listet der „Sicherheitsfaden für Lithium-Ionen-Hausspeicher“ [1] in Kapitel 6 zahlreiche Schutzziele für Zellen, Akkumulatoren und ein Energiespeicher-Gesamtsystem auf. Die Verfasser des Leitfadens, zu denen unter anderem der Bundesverband Solarwirtschaft (BVES) und der VDE zählen, empfehlen die Berücksichtigung der Schutzziele sowie die Betrachtung allgemeiner Gefahrenquellen im Rahmen einer Risikoanalyse. Detaillierter wird

AUTOR

Dipl.-Ing. ET (univ)
Volker Buchmann
ist Senior Engineer
Electronical Systems bei der
Hugo Benzing GmbH & Co. KG
in Korntal-Münchingen.

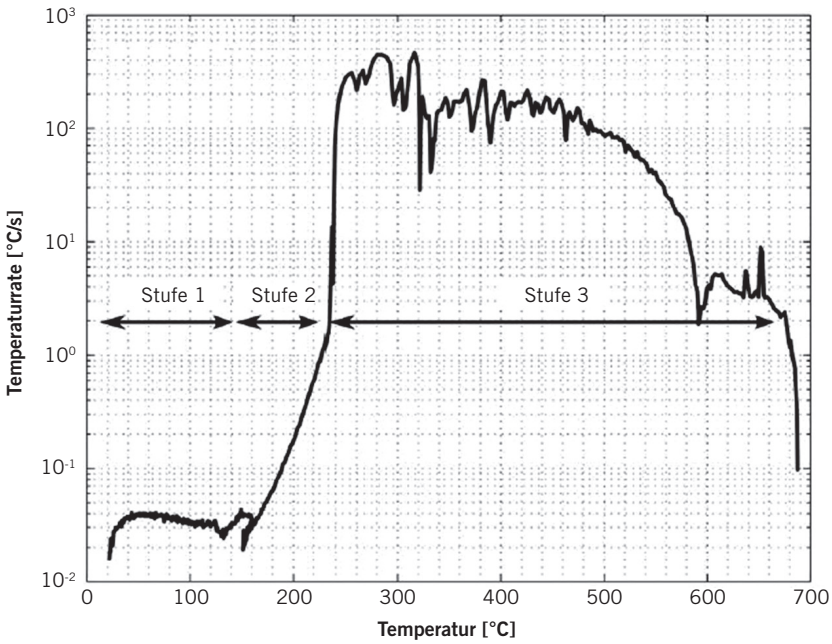


BILD 1 Temperaturverlauf, ab Phase 2 Thermal Runaway (© Hugo Benzing)

eine Veröffentlichung über „Thermal-runaway experiments on consumer Lithium-ion batteries with metal-oxid and olivin-type cathodes“ [2] speziell für Lithium-Ionen-Akkus.

So zeigt sich, dass, egal welche Lithium-Ionen-Zelltypen bezogen auf die Kathode verwendet werden (LFP – Lithium-Eisenphosphat, NMC – Nickel-Mangan-Kobalt, LCO/NMC – Lithium-Kobalt/Nickel-Mangan-Kobalt), bei entsprechender Erwärmung die Batterie 30 % H_2 und 40 % C_2H_4 erzeugt. Dies gilt für Temperaturen oberhalb von Theta Null (θ_0). Ab dieser Temperatur kommt ein unaufhaltsamer Prozess in Gang – der im Deutschen mittlerweile etablierte englische Begriff Thermal Runaway (thermisches Durchgehen).

RISKANTE TEMPERATUR-ERHÖHUNG

TABELLE 1 veranschaulicht, wie sich θ_0 abhängig vom Zelltyp unterscheidet. Die Ursachen für die Temperaturerhöhung sind interne und externe Kurzschlüsse, Über- oder Tiefenentladung sowie Überstrom und Übertemperatur. Der Temperaturanstieg bis zu θ_0 verläuft bei Lithium-Ionen-Batterien sehr langsam. Ist allerdings der Punkt θ_0 erreicht, vollzieht sich der weitere Temperaturanstieg sehr schnell, **BILD 1**. Die Temperatur steigt innerhalb von Sekunden auf über 600 °C, je nach Elektrolyten kann die Temperatur auch bis 1200 °C betragen.

Erhöhte Temperaturen sorgen dafür, dass sich Luft erwärmt und ausdehnt. Dadurch entsteht ein Volumenstrom. Dieser Volumenstrom kann bei einem Hochvolt-Akku für ein Elektrofahrzeug durchaus 700 l/s betragen. Das entspricht einer Füllmenge von deutlich mehr als drei Badewannen innerhalb einer Sekunde. Diese beachtlich große Luftmenge sollte aus dem Gehäuse kontrolliert entweichen. Die einfachste Lösung wäre der Weg über Löcher im Gehäuse. Allerdings entstehen dadurch mechanisch zugängliche Öffnungen, eindringende Feuchtigkeit und Schmutz gefährden die Sicherheit zudem.

BRANDVERZÖGERUNG DURCH BERSTSCHEIBEN UND BERSTMEMBRANEN

In dem erwähnten Sicherheitsleitfaden werden sogenannte Berstscheiben, **BILD 2**, als eine der auch für den automobilen Einsatz geeigneten korrektiven Maßnahmen beschrieben. Berstscheiben oder -membranen bestehen aus verschiedenen Materialien. Entscheidend ist, dass sie bei geringem Druck definiert und kontrolliert öffnen (bei Scheiben) oder bersten (bei Membranen). Der Druck definiert sich durch die Gehäusekonstruktion und liegt häufig unter 0,5 bar. Durch eine 50-mm-Öffnung entweicht bei diesem Druck ein Luftvolumenstrom von rund 240 l/s. Größer sollte die Öffnung aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) nicht sein. Speziell für die Verwendung in der Automobilindustrie gelten sehr hohe Anforderungen, unter anderem:

- kontinuierliche Gaspermeation für den Druckausgleich

BILD 2 Berstscheibe für den Einsatz im Batteriegehäuse (© Hugo Benzing)