

VOLLINTEGRIERTE TREIBER FÜR HV-SCHÜTZE

Mehr Sicherheit für Elektrofahrzeug-Batterien

Hohe Spannungen in Elektrofahrzeugen sicher zu schalten ist nicht trivial. Leistungsfähige Schaltelemente wie Hochspannungs-Schütze erfüllen diese Aufgabe – und integrierte Treiberlösungen sorgen für die richtige und effiziente Ansteuerung.

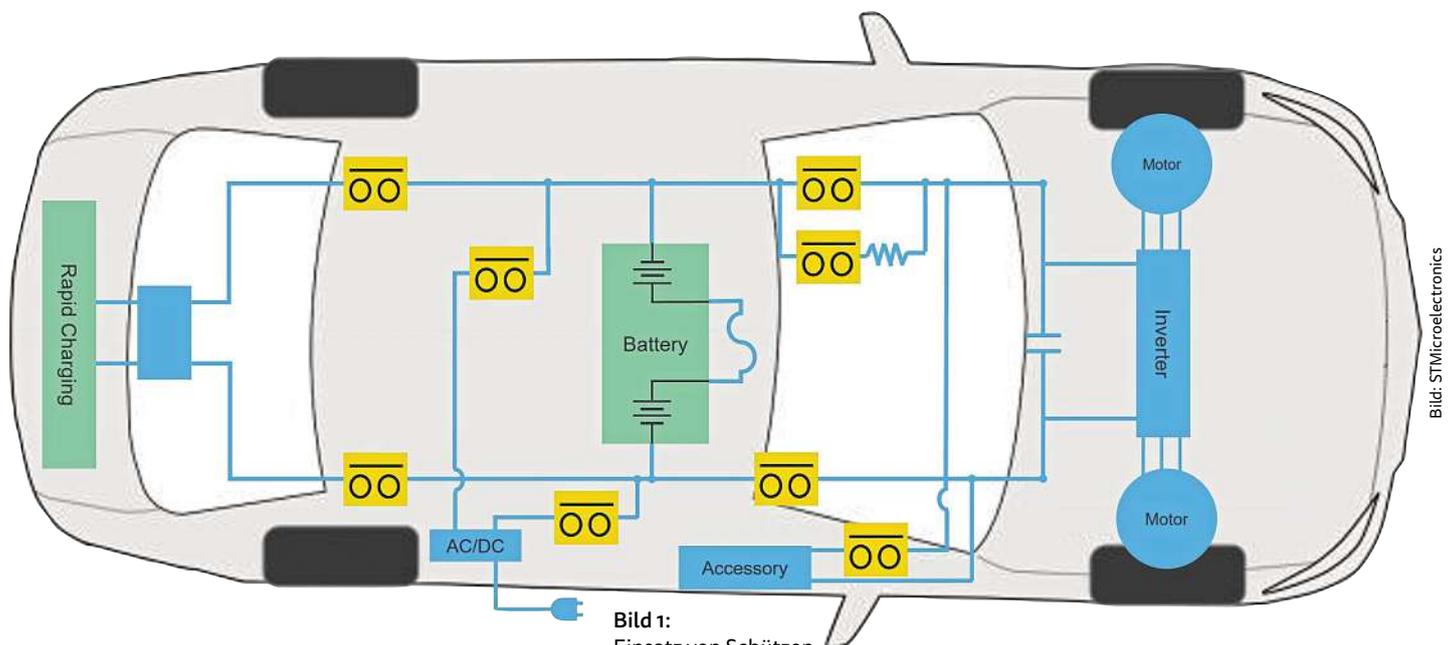


Bild 1:
Einsatz von Schützen
(gelbes Symbol) in
Elektrofahrzeugen.

Beim historischen Pariser Abkommen aus dem Jahr 2015 wurde das ehrgeizige Ziel vereinbart, bis 2050 die CO₂-Neutralität zu erreichen, um den langfristigen Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur auf 1,5 °C zu begrenzen. Hierfür ist es notwendig, den Energiesektor auf Erneuerbare anstatt auf fossile Brennstoffe zu fokussieren, und ein Teil dieser Umstellung wird auch den Automobilsektor betreffen, wo es darum geht, die Produktion von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zurückzuführen und auf alternative Antriebe umzusteigen.

Laut einer Studie von IHS Markit werden Elektrofahrzeuge (xEVs) ab 2026 die dominierende Rolle spielen und die Mehrheit der produzierten Fahrzeuge ausmachen. Als „Elektrofahrzeuge“ gelten hierbei rein batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge (BEVs), Fahrzeuge mit Hybridantrieb (HEV) und Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEVs). Da die Energie bei xEVs in erster Linie in Batterien gespeichert wird, sind Wirkungsgrad, Sicherheit und Zuverlässigkeit wesentliche Parameter.

Hier bietet die eigens für den Automobilsektor entwickelte VIPower-Technik von STMicroelectronics mit ihrem breit gefächerten Portfolio sehr gute Voraussetzungen. Der Hersteller hat diese Technik durch verbesserte



VERFASST VON
Nicolò Cascone
Technical Marketing
Engineer
STMicroelectronics

Leistungsdaten, neue Features und zunehmende Miniarisierung aufgewertet und damit als Wegbereiter für die fortschreitende Elektrifizierung und Digitalisierung der Kraftfahrzeuge positioniert. Als intelligente Leistungsschalter lassen sich die VIPower-Bausteine als high- und low-seitige Treiber für elektrische Verbraucher und für Elektromotoren einsetzen, wobei ihre sehr geringen Verluste und ihre hohe Strommessgenauigkeit zum Tragen kommen.

Elektronische Bauelemente jeglicher Art spielen in Elektrofahrzeugen eine entscheidende Rolle, und die Verbesserungen betreffen hier auch die Anhebung des Qualitäts- und Zuverlässigkeitsniveaus. Ausgehend von einer derzeitigen Ausfallrate von 0,08 ppm (parts per million), besteht das wichtigste Ziel für die nahe Zukunft darin, VIPower zu einer Zero-Defect-Technik zu machen.

Hohe Spannungen in EVs als potenzielles Sicherheitsrisiko

Fehlfunktionen in der Elektronik des Automobils selbst oder in der Ladeinfrastruktur können potenziell erhebliche Sicherheitsprobleme sowohl für die Fahrzeuginsassen

Bild: STMicroelectronics

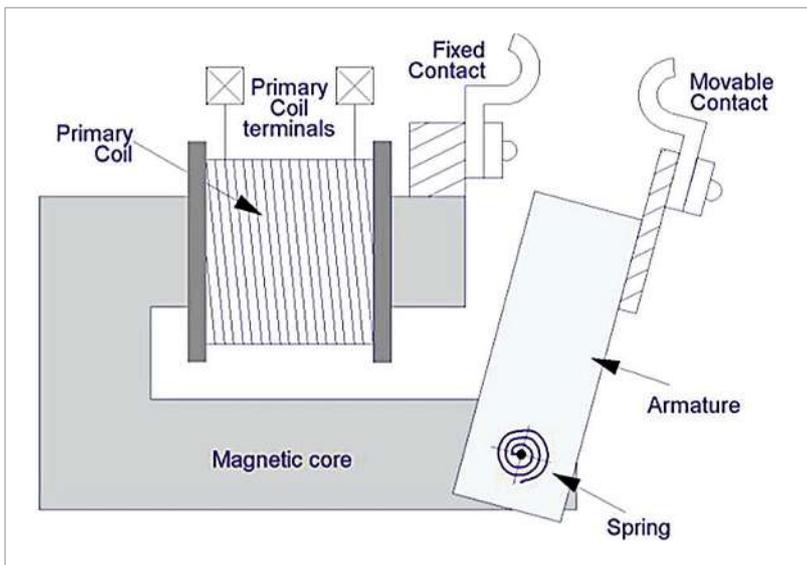


Bild 2:
Aufbau eines Hochspannungs-Schützes (mit Schließkontakt).

als auch für andere Personen heraufbeschwören. Daher muss die Leistungselektronik in jedem Elektrofahrzeug auf sichere Weise an die Hochspannungs-Batterie angeschlossen werden. Hierfür greift man auf Hochspannungs-Schütze zurück, elektromechanische Schalter für hohe Ströme und hohe Spannungen – im Unterschied zu Relais, die für eher geringe Lastströme ausgelegt sind.

Zwei Hauptschütze und ein Ladevorbereitungs-Schütz sind in jedem Elektrofahrzeug verbaut – also in einem Fahrzeug mit Hybridantrieb ebenso wie in einem rein elektrisch angetriebenen Fahrzeug. Die Hauptschütze schließen bzw. trennen die Verbindung zwischen dem Batteriesatz und der Leistungselektronik und können diese Verbindung schnell unterbrechen, sollte es zu einem Unfall oder einem anderen Ereignis kommen. Das Ladevorbereitungs-Schütz lädt den zunächst noch leeren Gleichspannungs-Zwischenkreis vor dem Schließen des Hauptschützes auf und vermeidet so hohe Inrush-Ströme, die schädlich für die Batterie und die Verbraucher sein könnten.

Die größte Zahl an Hochspannungs-Schützen kommt in rein batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) zum Einsatz, denn hier werden sie nicht nur im AC-Ladesystem und im DC-Schnellladesystem benötigt, sondern auch in den Hilfsfunktionen, wie man in Bild 1 erkennen kann. Insgesamt finden man in einem BEV acht Schütze vor, in einem PHEV fünf und in einem HEV drei.

Bild: STMicroelectronics

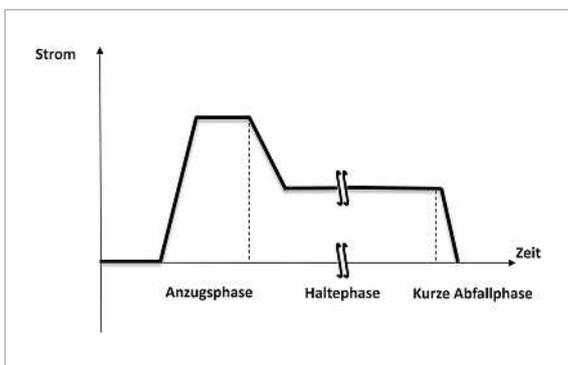


Bild 3:
Typisches Stromprofil in der Betätigungsspule eines Hochspannungs-Schützes.



Anwenderkongress Steckverbinder

3. – 5. Juni 2024,
Würzburg

**JETZT
TICKET
SICHERN**

Leitkongress der Steckverbinder-Branche

Ein Pflichttermin für alle, die Steckverbinder entwickeln oder einsetzen und Kontakte knüpfen möchten.

www.steckverbinderkongress.de

Eine Veranstaltung von **ELEKTRONIK PRAXIS**

einer Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

Bild 4: Typische Topologie einer Schaltung zum Ansteuern eines Hochspannungs-Schützes.

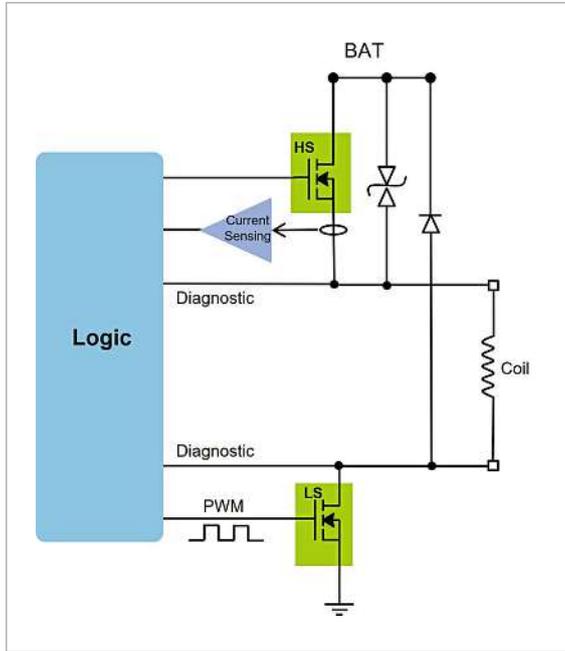


Bild: STMicroelectronics

sicheres Schließen des Kontakts (meist innerhalb von Millisekunden) zu sorgen.

- **Haltephase:** In dieser Phase ist der Strom geringer als in der vorangegangenen Anzugsphase, um die Leistungsaufnahme zu reduzieren und das Schütz effizient im geschlossenen Zustand zu halten. Diese Phase kann unbegrenzt lange andauern (bis zu mehreren Stunden).
- **Kurze Abfallphase:** Hier fällt der Strom schnell, nämlich in etwa 10 ms ab, um im Interesse der Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Schützes ein zügiges Öffnen zu erreichen.

Bild 4 zeigt die typische Topologie einer Schaltung zum Ansteuern eines Hochspannungs-Schützes. Es handelt sich um eine diskrete, aus High-Side- und Low-Side-Treibern auf Basis der VIPower-Technik bestehende Schaltung, die neben der Ansteuerung auch Schutz- und Diagnosefunktionen übernimmt.

Während der High-Side-Treiber das Stromprofil zur korrekten Ansteuerung des Hochspannungs-Schützes überwacht, erfolgt die Ansteuerung des Low-Side-Treibers per Pulsweitenmodulation, um das Profil des Laststroms zu modulieren. Beide Treiber sind notwendig, um das Hochspannungs-Schütz vor Kurzschlüssen zur Masse und zur Batterie zu schützen und ein hinreichendes Sicherheitsniveau zu erreichen.

Betriebs sichere Treiber für Hochspannungs-Schütze

Wie man in Bild 2 sieht, besteht ein Schütz aus zwei Eisenkernen. Der starre Kern ist mit der aus isoliertem Kupferdraht bestehenden Betätigungsspule bewickelt, und der bewegliche Kern sorgt für das Öffnen bzw. Schließen der Kontakte. Der bewegliche Teil wird durch Federkraft in seiner Grundstellung gehalten, solange die Betätigungsspule unbestromt ist. Damit ein Schütz ordnungsgemäß schließt, ist für die Betätigungsspule das in Bild 3 gezeigte typische Stromprofil erforderlich, welches sich in drei Phasen gliedert:

- **Anzugsphase:** Hier sollte der Strom ausreichend hoch sein und genügend lange anhalten, um für ein

Bild 5: VNH7100BAS als vollintegrierter Treiber für Hochspannungs-Schütze.

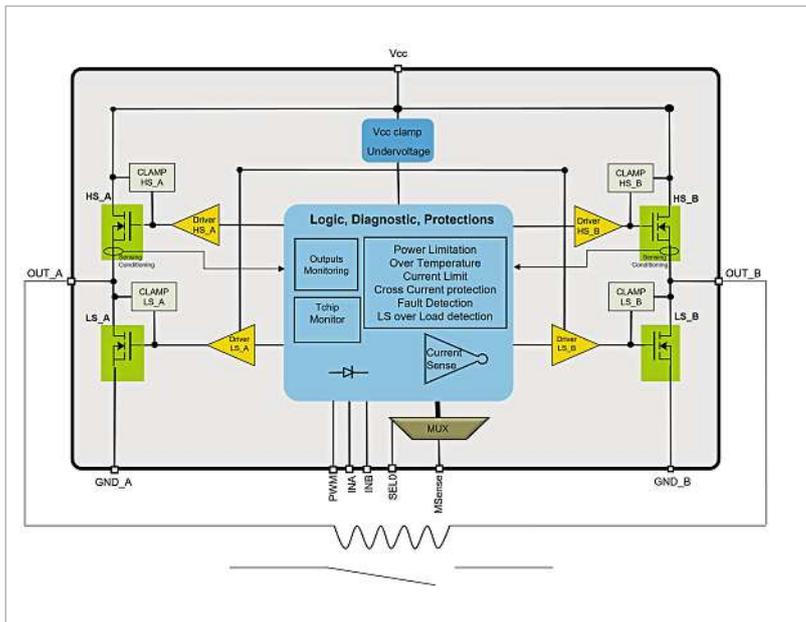


Bild: STMicroelectronics

Vollintegrierte Treiberlösung

Der in der VIPower-Technik hergestellte Baustein VNH7100BAS ist ein Vollbrücken-Chip zum Ansteuern von Gleichstrommotoren und enthält einen monolithischen, doppelten High-Side-Schalter sowie zwei Low-Side-Schalter in einem Gehäuse der Bauart SO-16N auf galvanisch isolierten Leadframes. Ferner ist der VNH7100BAS mit einer Vielzahl von Diagnosefunktionen (Strommessung, Diagnose im abgeschalteten Zustand und Temperaturüberwachung) sowie Schutzfunktionen (Leistungs- und Strombegrenzung, Überhitzungsschutz und Querstrom-Schutz) ausgestattet. Dadurch lassen sich mit dem Baustein Lösungen für sicherheitssensible Anwendungen mit einem hohen Grad an Zuverlässigkeit und Miniaturisierung realisieren.

Über die Anwendung mit Gleichstrommotoren hinaus ist der VNH7100BAS als innovative Lösung zum Ansteuern von Hochspannungs-Schützen einsetzbar (siehe Bild 5). In einem einzigen Baustein fasst der VNH7100BAS sämtliche Funktionen zusammen, die für die korrekte Ansteuerung, die Überwachung und den Schutz von Hochspannungs-Schützen erforderlich sind – einschließlich der Stromrezirkulation im PWM-Betrieb und der schnellen Entmagnetisierung.

Die in Bild 3 gezeigten drei Phasen des Ansteuerstroms für ein Hochspannungs-Schütz lassen sich hier wie folgt umsetzen:

- **Anzugsphase:** Ansteuerung im Uhrzeigersinn (HSA und LSB eingeschaltet)
- **Haltephase:** Aktivierung des PWM-Signals an LS
- **Kurze Abfallphase:** Ansteuerung der Betätigungsspule mit umgekehrter Polarität (nur HSB eingeschaltet)

Der VNH7100BAS reduziert somit den Bauteileaufwand und die Leiterplattenfläche der finalen Applikation. Zudem trägt es mit seinen umfangreichen Überwachungs- und Schutzfunktionen aktiv zur Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit bei. (cg)