

# Spannende Technik

**Neue E-Fahrzeuge verlangen bei Verkehrsunfällen neue Anforderungen an die Einsatzkräfte – Unvorsichtiges Agieren mit „Strom-Autos“ kann zum Tod führen**

Von Alfons Fellner\*

Zunehmende Forderungen nach der Vermeidung und Minderung von Schadstoffemissionen machen auch vor dem Straßenverkehr nicht Halt. Neben rein rechtlichen Maßnahmen wie z. B. Fahrverboten in Umweltzonen für nicht schadstoffarme Fahrzeuge, die am Ort der Immission, also der Einwirkung der Schadstoffe ansetzen, rücken vermehrt solche in den Vordergrund, die sich auf das Emissionsverhalten der Kraftfahrzeuge, also den Schadstoffausstoß konzentrieren. Auch wenn das Konzept von Elektroantrieben bis in das vorletzte Jahrhundert hineinreicht – die ersten Elektrofahrzeuge gehen tatsächlich auf das 19. Jahrhundert zurück – wird das Fahren mit alternativen Energiekonzepten erst durch den jüngsten Fortschritt bei der Entwicklung von Akkumulatoren (Batterien) und Brennstoffzellen wirtschaftlich attraktiv und lässt – auch auf Grund der politischen Grundentscheidungen für die Elektromobilität – künftig eine weite Verbreitung von Elektrofahrzeugen oder Varianten davon erwarten. Betroffen ist davon nicht mehr nur der Individualverkehr mit PKW, sondern in absehbarer Zeit auch der regionale und lokale Lieferverkehr mit Klein-LKW.

Aus den neuen Antriebstechniken ergeben sich bei der Unfallhilfe auch neue Anforderungen an die Einsatzkräfte. Im Wesentlichen lassen sich die Fahrzeuggruppen, die derzeit am erfolgreichsten auf den Markt drängen, so aufteilen: „Reine“ Elektrofahrzeuge, die den Fahrstrom aus mitgeführten Akkumulatoren beziehen. Das Fahrzeug fährt rein elektrisch. Die Aufladung der Akkumulatoren erfolgt am Hausstromnetz oder an besonderen „Elektrotankstellen“.

*Brennstoffzellenfahrzeuge*; hier wird die notwendige Antriebsener-

gie direkt durch Brennstoffzellen erzeugt, das Fahrzeug fährt rein elektrisch. Treibstoff ist hier Wasserstoff.

*Hybridfahrzeuge*; hier wirken konventionelle Verbrennungsmotoren entweder mittelbar über einen Generator und einen elektrischen Fahrmotor auf den Antriebsstrang (serieller Hybridantrieb) oder gemeinsam mit einem Elektromotor unmittelbar auf den Antriebsstrang (paralleler Hybridantrieb). Das Fahrzeug fährt also nicht nur rein elektrisch, sondern bezieht seine Antriebsenergie (auch) vom Verbrennungsmotor (z. B. TOYOTA® PRIUS).

Bei den Hybridfahrzeugen findet sich gelegentlich eine Unterscheidung nach „Mikro-Hybrid“, „Mild-Hybrid“ und „Voll-Hybrid“. Hiermit werden – auch abhängig vom jeweiligen Hersteller – unterschiedliche Leistungsmerkmale beschrieben.

| Bezeichnung                                  | Mikro-Hybrid | Mild-Hybrid | Voll-Hybrid |
|--|--------------|-------------|-------------|
| Start-Stopp-Funktion beim Anhalten           | ja           | ja          | ja          |
| Energierückgewinnung beim Bremsen            | ja           | ja          | ja          |
| Antrieb durch Verbrennungs- und Elektromotor |              | ja          | ja          |
| Antrieb nur durch Elektromotor (zeitweise)   |              |             | ja          |

**Mit Ausnahme von Mikro-Hybriden sind alle vorgenannten Fahrzeuge mit einer sog. „Hochvoltanlage“ ausgestattet, an der eine Spannung von bis zu 650 V Gleichspannung anliegt!**

Wie bei allen spannungsführenden Teilen ist auch bei den neuartigen Gleichstrom-Hochvolt-Bordnetzen besondere Vorsicht geboten. Während die konventionellen 12/24-V-Anlagen nur geringfügige Auswirkungen bei unmittelbarer Berührung haben, sind Gleichspannungen

von 650 V akut lebensgefährlich. Neben der Dauer der Spannungseinwirkung ist eine Reihe von Faktoren für die Auswirkungen auf den Körper von Bedeutung. Hierzu zählen die Stromart (Gleichstrom/ Wechselstrom), die Stromstärke und der Körperwiderstand (z. B. trockene/nasse Hautoberfläche), der beim Stromfluss im Körper besteht oder der Weg, den der Strom durch den Körper nimmt (z. B. Hand zu Fuß oder Hand zu Hand). Ströme ab 500 mA können schon nach wenigen Millisekunden tödlich wirken, ab einer Stromstärke von 200 mA treten ungewollte Körperreaktionen (z. B. Verkrampfungen) auf. Steht eine Person auf dem Boden und berührt ein Kabel, das unter 400 V Spannung steht, fließen rechnerisch tödliche 500 mA!

Nach den Vorgaben des VDE darf in Deutschland die maximale Berührungsspannung von 50 V bei Wechselspannung und 120 V bei Gleichspannung nicht überschritten werden. Für bestimmte Bereiche (z. B. Medizintechnik oder Kinderspielzeuge) gelten sogar noch deutlich geringere Grenzwerte von höchstens 25 V Wechsel- und 60 V Gleichspannung. Die in den Elektro- und Hybridfahrzeugen anliegenden Spannungen im Hochvoltnetz (HV) liegen deutlich über diesen Werten.

Bei den Folgen von Stromdurchfluss auf den Menschen wird zwischen den elektrischen und den thermischen Wirkungen unterschieden. Neben Muskelverkrampfungen, die das Loslassen des elektrischen Leiters erschweren oder verhindern, sind elektrische Effekte beispielsweise unwillkürliche Muskelkontraktionen. Beeinträchtigt wird auch die Funktion der Nerven bis hin zum Herzkammerflimmern oder dem Herzstillstand.

Bei steigender Stromstärke überlagern die thermischen Effekte die elektrischen: Es entstehen äußerliche und innere Verbrennungen und Verkochungen bis hin zum kompletten Gewebeverlust.

\* Der Autor ist RR im Innenministerium, SG IC4, Straßenverkehrsrecht.

**Wie bei allen anderen Arbeiten an spannungsführenden Teilen kommt damit der Eigensicherung auch bei Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen ein besonderer Stellenwert zu.**

Zum Schutz der Fahrzeuginsassen, insbesondere bei Unfällen und damit auch zum Schutz der Einsatzkräfte, bestehen fahrzeugseitig folgende Vorkehrungen: Alle bisherigen Serienfahrzeuge haben orangefarbene Kabel im HV-Teil. Hochspannungsführende Bauteile sind zudem mit Warmaufklebern versehen.



Bei Vorserienfahrzeugen oder Einzelanfertigungen ist eine derartige Kennzeichnung nicht sichergestellt. Gelegentlich finden sich folgende Hinweise:



Das HV-Netz ist zum 12/24 V-Bordnetz und zur Fahrzeugmasse konstruktiv (galvanisch) vollständig getrennt.

HV-Batterie und Leitungen befinden sich außerhalb der aufprallgefährdeten Zonen.

Die Isolation der Leiter im HV-Netz wird überwacht. Registriert das System einen Fehler im Kabelmantel (z. B. nach mechanischer Beschädigung) wird das HV-Netz vollständig abgeschaltet (Spannungsfreischaltung).

Mit Auslösung der Airbags („Crashsensoren“) wird das HV-Netz ebenfalls vollständig abgeschaltet.

Beim Ausschalten der Zündung wird auch die HV-Spannung abgeschaltet. Im Interesse der Eigen-

sicherung ist also bei Einsätzen der Zündschlüssel abzuziehen und so zu verwahren, dass eine unbefugte Inbetriebnahme ausgeschlossen ist. Bei sog. „keyless“-Systemen sollte die Codekarte außerhalb der Funkreichweite von rund 20 m verwahrt werden, damit ein unbeabsichtigtes Wiedereinschalten vermieden wird.

Fällt das 12 V-Bordnetz aus, wird zwangsläufig auch das HV-Netz abgeschaltet.

Abschaltung der Stromkreise beim Öffnen von Abdeckungen, z. T. auch beim Öffnen der Motorhaube. Aber Achtung: die vorstehend genannten Sicherheitseinrichtungen sind bei Klein-/Vorserienmodellen oder Einzelanfertigungen nicht zu 100 % sicher gestellt.

Ein Austritt von Batterieflüssigkeit ist nur bei starker Verformung der HV-Batterie-Module möglich. Die Art der Gefahr hängt von der Batterietechnologie ab und ist mit besonderen Gefahren verbunden: z. B. Bildung giftiger Gase, Hitzeentwicklung mit Feuer- und Berstgefahr und oder reizende bis hin zu ätzender Wirkung. Einatmen der Dämpfe und Berührung mit Batterieflüssigkeit ist unbedingt zu vermeiden.

Abschaltungen im HV-Bereich dürfen nur von Spezialisten (Hochvolttechniker oder voll ausgebildete Elektrofachkraft) vorgenommen werden! Hierbei ist insbesondere auch persönliche Schutz- und Prüfausstattung erforderlich, über die reguläre Einsatzkräfte nicht verfügen.

Hilfreiche Unterstützung bietet die vom ADAC ins Leben gerufenen Rettungskarte (vgl. *brandwacht* 5/2009). Sie findet sich in immer mehr Fahrzeugen und ist dort in der Regel auf der Innenseite der Fahrersonnenblende untergebracht.

**ACHTUNG: Selbst wenn der HV-Stromkreis abgeschaltet ist, liegt an den Batterieblöcken der HV-Anlage immer noch eine so hohe Spannung an, dass Lebensgefahr besteht! □**