

«Grundlagen zu Ereignissen mit alternativen Antrieben»: zweiter Teil einer Artikelserie

Feuer – Wasser – Unfall

Die Automobilindustrie erlebt einen fundamentalen Wandel. Vielfältige technische Innovationen, insbesondere die alternativen Antriebe, die Vernetzung der Fahrzeuge und autonomes Fahren, stellen die Industrie – und die Einsatzkräfte – vor neue Herausforderungen. Dieser Artikel ist der zweite Teil einer Artikelserie. Er erläutert die möglichen Konsequenzen für die Feuerwehraufgaben.

163 000 Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind bis und mit Februar 2020 in der Schweiz eingelöst. Dabei sind folgende drei Antriebsarten unter dem Begriff «alternative Antriebe» zusammengefasst:

- Elektrofahrzeuge
(Batterie Electric Vehicle BEV)
- Gasfahrzeuge
(Compressed Natural Gas CNG)
- Wasserstofffahrzeuge
(Fuel Cell Electric Vehicle FCEV)

Pro Jahr verunfallen mehrere Dutzend Autos mit alternativen Antrieben

2019 wurden 13 Prozent aller Personenwagen mit alternativen Antrieben verkauft. Von Januar bis Februar 2020 waren 20 Prozent aller verkauften Fahrzeuge mit einem alternativen Antrieb ausgerüstet. Politik, Hersteller und das Gewerbe sind sich einig:

Alternative Antriebe werden in der Schweiz weiterhin markant zunehmen.

Diese Entwicklung hatte bereits Auswirkungen und diese werden sich auf die Einsätze von Rettungskräften übertragen. Zwischen 2015 und 2019 sind pro Jahr mehrere Dutzend Stützpunkt- und Ortsfeuerwehren zu brennenden, gefluteten oder verunfallten Autos mit alternativen Antrieben aufgeboten worden. Diese Ereignisse haben je nach Antrieb unterschiedliche Gefahrenpotenziale. Um mögliche Gefahren erkennen zu können, sind Kenntnisse über den prinzipiellen Aufbau der vorhandenen Fahrzeugsysteme notwendig. Nur damit ist eine Gefahreinschätzung und somit das sichere Vorgehen im Einsatz möglich.

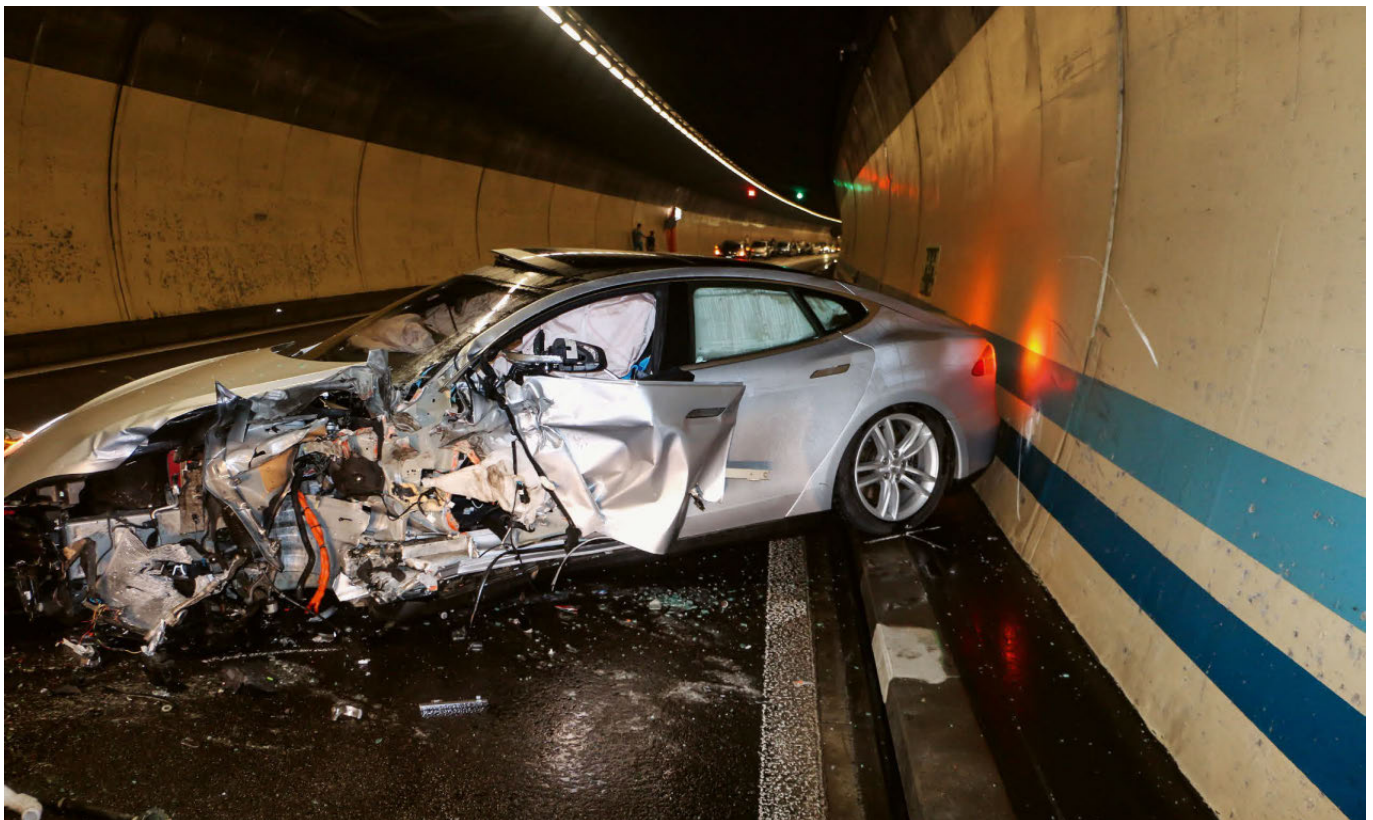
Aus Sicht der Verfasser ist nicht nur für Strassenrettungsstützpunkte eine Vorbereitung in Form von Weiterbildungen ange-

zeigt. Werden doch für Fahrzeugbrände, überflutete Tiefgaragen und bei Verkehrsunfällen als Erstes die zuständigen Ortsfeuerwehren alarmiert.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind die Art des Ereignisses und der Antrieb des Fahrzeugs zwingend zu berücksichtigen. Die möglichen Gefahren eines brennenden Elektrofahrzeugs unterscheiden sich wesentlich von denjenigen eines brennenden Fahrzeugs mit Gasantrieb. Ebenso ist ein geflutetes Fahrzeug mit E-Antrieb anders zu beurteilen als derselbe Fall mit einem Gas- oder einem Wasserstofffahrzeug.

Dieser Artikel beschreibt drei typische Fälle aus der Praxis. Weitere exemplarische Beispiele erläutert der Artikel «Ereignisse mit alternativen Antrieben – Praxiserfahrungen» in einer der folgenden Ausgaben.

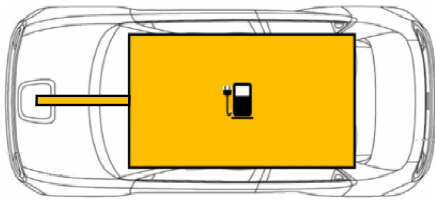
163 000 Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind in der Schweiz eingelöst. Mit der steigenden Beliebtheit dieser Fahrzeuge steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass Stützpunkt- und Ortsfeuerwehren zu brennenden, gefluteten oder verunfallten Autos mit einem alternativen Antrieb aufgeboten werden.



Prinzipieller Aufbau und Einbaulage der Energiespeicher

Elektroantriebe

Batterie Electric Vehicle BEV



Hochvolt-Batterie

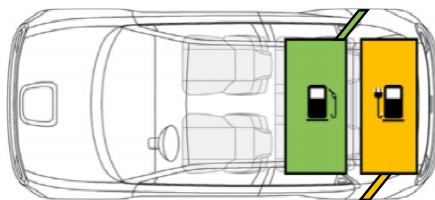
- Lithium-Ionen (Li-Ion), Lithium-Polymer (LiPo)
- 200 bis 800 Volt
- 25 bis 100 kWh
- entzündlich
- verzögerte Brandentstehung möglich
- evtl. Thermal Runaway bei Zellentemperaturen höher als 80 °C
- Elektrolyte sind teilweise flüssig, Anoden/Kathoden fest

Der Antrieb eines BEV besteht aus der Hochvolt-Batterie, einem Umrichter und einer E-Maschine. Temperaturen über 80 °C können je nach chemischer Zusammensetzung zur Entzündung des Elektrolyten in der Batterie und zum Thermal-Runaway führen.

Elektro-Hybrid-Antriebe

Hybrid Electric Vehicle HEV

Plug-in Hybrid Electric Vehicle PHEV



Hochvolt-Batterie

- Lithium-Ionen (Li-Ion), Nickel-Metall-Hydrid (NiMH)
- 150 bis 400 Volt
- 5 bis 30 kWh
- entzündlich
- verzögerte Brandentstehung möglich
- evtl. Thermal Runaway bei Zellentemperaturen höher als 80 °C
- zusätzliche Brandlast mit Treibstoff vorhanden

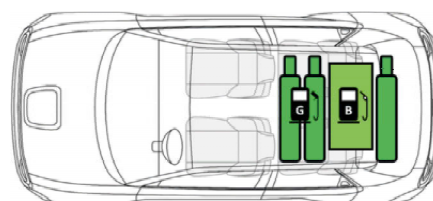
Kraftstofftank

- Diesel/Benzin flüssig
- entzündlich
- Explosionsbereich 0,6 bis 6,0/ 8,0 Vol.-% in Luft

Verbrennungsmotor und E-Maschine bilden den Antrieb. Beide Motoren benötigen «ihren» Speicher: den Tank und die Hochvolt-Batterie.

Gasantriebe

Autogas/Compressed Natural Gas CNG



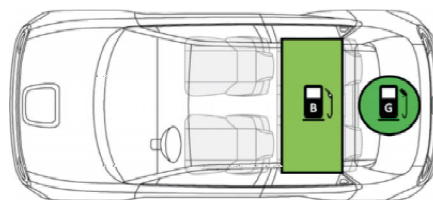
Kraftstofftank

- Benzin flüssig
- entzündlich
- Explosionsbereich 0,6 bis 8,0 Vol.-%

Erdgastank (CNG)

- Methan/Biogas
- gasförmig, unter Druck mit max. 200 bar
- 10 bis 40 kg im Unterbodenbereich
- leichter als Luft
- hochentzündlich
- Explosionsbereich 4 bis 17 Vol.-%

Flüssiggas/Liquefied Petroleum Gas LPG



Kraftstofftank

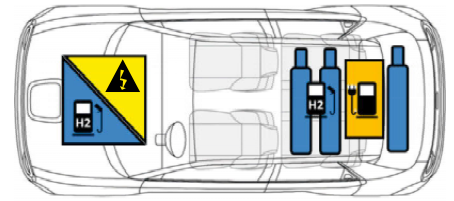
- Benzin flüssig
- entzündlich
- Explosionsbereich 0,6 bis 8,0 Vol.-%

Flüssiggastank (LPG)

- Butan/Propan
- gasförmig
- flüssig unter Druck bis max. 20 bar
- 40 bis 120 l im Kofferraumbereich
- schwerer als Luft
- hochentzündlich
- Explosionsbereich 1,5 bis 11 Vol.-% in der Luft
- narkotisierend, verdrängt Sauerstoff

Wasserstoffantriebe

Fuel Cell Electric Vehicle FCEV



Hochvolt-Batterie

- Lithium-Ionen (Li-Ion), Nickel-Metall-Hydrid (NiMH)
- 200 bis 500 Volt
- 3 bis 15 kWh
- entzündlich
- verzögerte Brandentstehung möglich
- evtl. Thermal Runaway bei Zellentemperaturen höher als 80 °C
- ein Akkubrand könnte auf die Gasflaschentanks einwirken

Wasserstofftank

- Wasserstoff
- gasförmig, unter Druck mit max. 700 bar
- 4 bis 7 kg im Bereich des Hecks oder des Unterbodens
- leichter als Luft
- hochentzündlich
- kleinste Funken oder Energiemengen entzünden das Gemisch
- Explosionsbereich 4 bis 73 Vol.-%
- selbstentzündlich
- bei Ausströmen unter Druck
- Flammentemperatur 2500 °C
- Flamme ist bei Tageslicht kaum sichtbar

In Personenwagen eingesetzte Brennstoffzellen (gelb-blau dargestellt) arbeiten bei intaktem Kühlsystem mit einer Arbeitstemperatur zwischen 60 und 120 °C. Dabei wird der Wasserstoff mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft in elektrische Energie umgewandelt. Die Spannung liegt dabei in der Zelle etwas über der Spannung der Hochvolt-Batterie. Der Antrieb erfolgt über eine E-Maschine. Die Hochvolt-Batterie wird meist als «Zwischenspeicher» bei der Rekuperation und bei der Beschleunigung eingesetzt. Europäische Hersteller verbauen Plug-in-Batterien mit der Lademöglichkeit an Steckdosen/Ladestationen, um die Reichweite zu verlängern.

Wikipedia

Hybride Antriebssysteme bestehen aus einer Kombination von mindestens zwei verschiedenen und getrennten Energiespeicher- und Antriebssystemen.

Feuer: Elektrofahrzeugbrand nach einem «Bagatellunfall»

Ein Fahrzeug hat nach einem Unfall einen Frontschaden vorne rechts, einen platten Reifen und eventuell einen Aufhängungsschaden. Der Pannendienst transportiert das Fahrzeug für die Reparatur zum zuständigen Spenglereibetrieb. Dort wird es um die Mittagszeit auf einem Parkplatz abgestellt. Nach circa 15 Stunden Standzeit, um 03.00 Uhr, erhält die Ortsfeuerwehr eine Alarmmeldung: Das Fahrzeug stehe in Flammen. Beim Eintreffen der Feuerwehr hat der Brand bereits auf ein zweites Fahrzeug übergegriffen.

Warum eine Hochvolt-Batterie verzögert brennen kann, wird in diesem Artikel detailliert beschrieben.

Was ist beim Löschen von Fahrzeugen mit E-Antrieben zu beachten?

Unabhängig vom Antrieb sind die verbauten Brandlasten, unter anderem Kunststoffanteile in den Fahrzeugen, der ausschlaggebende Faktor für die hohe Rauch- und Wärmefreisetzung bei Fahrzeugbränden. Bei Bränden mit Lithium-Ionen-Speichermedien können, wie bei vielen anderen Bränden auch, krebserregende Kohlenwasserstoffe, Flusssäure sowie Schwermetallablagerungen entstehen. Nach heutigem Kenntnisstand schützt die normierte Feuerwehr-Brandschutzkleidung mit Flammschutzhaube und umluftunabhängigem Atemschutz die Einsatzkräfte ausreichend. Um im Löscheinsatz eine elektrische Gefährdung auszuschliessen, sind die bekannten Schutzabstände analog «Gebäudebrand» bei Niederspannung bis 1000 Volt (1 m Abstand bei Sprühstrahl und 5 m bei Vollstrahl) einzuhalten (DIN VDE 0132).

Grundsätzlich ist bei allen Fahrzeugbränden die Gefahr der Kältemittel in den Klimaanlage zu beachten. Experimente der deutschen Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) haben gezeigt, dass aktuell vorgeschriebene Kältemittel, die auf heisse Motorteile gelangen, sich eventuell entzünden und dabei toxische Gase und zusammen mit Wasser Säuren bilden können.

Welches Löschmittel?

Untersuchungen (Kunkelmann-IMK-Bericht 192) zeigen, dass der Einsatz von Wasser zur Brandbekämpfung eines Hochvolt-Fahrzeugs geeignet ist. Dazu sind Randbedingungen zu beachten, zum Beispiel Mindestabstände beim Löschen wie oben beschrieben. Die Versorgung mit viel Wasser ist sicherzustellen. Es muss mit

der Bildung von Wasserstoff, auch bekannt als «Knallgas», gerechnet werden. Wenn möglich ist das Löschwasser aufzufangen.

Was ist nach dem Löschen zu beachten?

Oft ist die Hochvolt-Batterie oder grosse Teile davon nach einem Brand intakt. Die Isolation der Hochvolt-Kabel und die elektronischen Steuergeräte zur Sicherung der Anlage sind defekt oder nicht mehr vorhanden.

Die Zerlegung mehrerer Fahrzeuge zeigte unbeschädigte, aufgeladene Zellelemente. Die volle Spannung von 480 Volt war vorhanden, die Batterie zu 80 Prozent geladen. Die Energie in einer Hochvolt-Batterie kann nicht «abgeschaltet» werden. Wird das Fahrzeug nach dem Löschen bewegt, muss mit einem Kurzschluss und erneutem Brand gerechnet werden. Ein Brandschutz muss aufrechterhalten werden und ist mit dem Bergungsdienst abzusprechen. Für die Übergabe an den Bergungsdienst wird das Übergabeprotokoll empfohlen (vgl. Link am Ende des Artikels).

Wie lauten die Verwahrungsvorschriften?

Alle Fahrzeughersteller schreiben eine sichere Verwahrung von 48 bis aktuell 72 Stunden vor. Dabei sind mindestens 5 m Abstand zu brennbaren Materialien einzuhalten. Das Fahrzeug darf nicht in geschlossenen Räumen verwahrt werden. Das hier gezeigte Beispiel beweist die Sinnhaftigkeit dieser Vorschrift. Zudem sind die 12/48-Volt-Batterie(n) zu trennen, und eine Abschaltung des Hochvolt-Systems ist wenn möglich vorzunehmen.

In der Schweiz brannten in den letzten Jahren Elektrofahrzeuge durch Brandstiftung, 12-Volt-Kurzschlüsse, nach Verkehrsunfällen durch Kurzschlüsse in der Hochvolt-Batterie und durch Entzündung des Kältemittels. Dabei wurde die Antriebsart durch die aufgebauten Rettungskräfte oft erst nach dem Einsatz erkannt.



Wasser: geflutetes Elektrofahrzeug nach Wasserrohrbruch

Ein Wasserrohrbruch flutet Garagen von Einfamilienhäusern. Die Ortsfeuerwehr ist sofort vor Ort und pumpt das Wasser ab. Ein Fahrzeug im Wasser ist nach Aussagen des Besitzers ein reines Elektrofahrzeug. Es ist an der Ladestation angeschlossen.

Was ist bei gefluteten Fahrzeugen mit E-Antrieben in Tiefgaragen zu beachten?

Die Gefährdung durch das Hochvolt-System der E-Antriebe ist sehr gering. Hingegen ist die Gefährdung durch die gebäudeseitige Ladeinfrastruktur zwingend zu beachten.

Ohne Feststellung der Spannungsfreiheit sind überflutete Tiefgaragen, Werkstätten, Bastel- und Kellerräume nicht zu betreten. Eine grosse Gefahr geht nach Ansicht der Fachberater von laienhaft in Betrieb genommenen Ladestationen für diverse Scooter, Elektrofahräder, LiPo-Akkus usw. aus. Die Ladestationen der Hochvolt-Autos sind in der Regel von Elektrikern gemäss Vorschriften installiert.

Was ist nach der Bergung aus dem Wasser zu beachten?

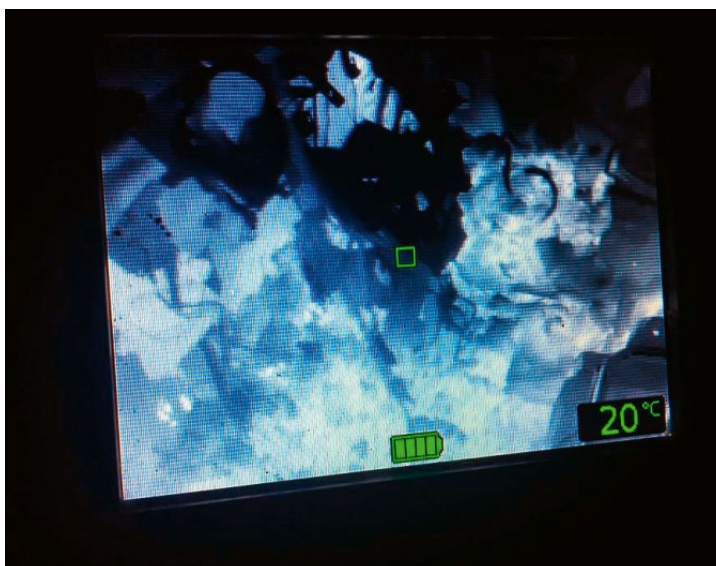
Die Überwachungselektronik und die Zellchemie müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden. Alle Hochvolt-Batterien sind aufwendig abgedichtet. Die «Wohlfühltemperatur» der Zellen beträgt +20°C, nur so ist die volle Leistungsfähigkeit gegeben. Deshalb muss die Temperatur der Zellen aufwendig in diesem Bereich gehalten werden. Ausserdem ist zwingend ein Druckausgleich verbaut. Geflutete Akkus sind in der Regel mit Wasser gefüllt.

Das Fahrzeug in diesem Realbeispiel war bis zu den Kopfstützen unter Wasser und reagierte drei Stunden nach der Bergung. Die Batterietemperatur erhöhte sich

auf 70°C bei einer Umgebungstemperatur von 5°C. Begleitet wurde der Temperaturanstieg von einem feinen Pfeifen. Danach sank die Temperatur auf die Umgebungstemperatur ohne weitere Vor-

kommnisse. Das Fahrzeug wurde exportiert und konnte deshalb nicht weiter untersucht werden.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit führte das Eindringen des Wassers zu Kurzschlüssen (Knallgasbildung) innerhalb der Batterie. Das Pfeifen weist auf abgelassenen Überdruck hin. Die Zellelemente erhitzen sich, das Wasser in der Hochvolt-Batterie kühlt die Zellelemente. Solange die Wärmeaufnahmefähigkeit des Wassers die Temperatur der Zellen nicht über 80°C ansteigen lässt, ist nach Angaben der Zellchemiehersteller kein Brandausbruch zu erwarten. Die Hersteller schreiben nach der Bergung aus dem Wasser eine Notabschaltung der gefluteten Fahrzeuge vor.



Wie lauten die Verwahrungsvorschriften?

Die Fahrzeuge dürfen nicht in geschlossenen Räumen abgestellt werden. Sie sind mit Abstand zu brennbarem Material zu verwahren.

Notabschaltung und Verwahrungsvorschriften sind im Crash Recovery System (CRS) zu finden.

Die Notabschaltung wird in den Rettungsdatenblättern dargestellt, die Verwahrungsvorschriften sind nicht in den Rettungsdatenblättern zu finden.

Aktuell ist keine Meldepflicht des Verwahrungsortes vorgeschrieben. Die zuständige Feuerwehr des Verwahrungsortes zu informieren, wäre aus der Sicht der Verfasser aber sinnvoll.

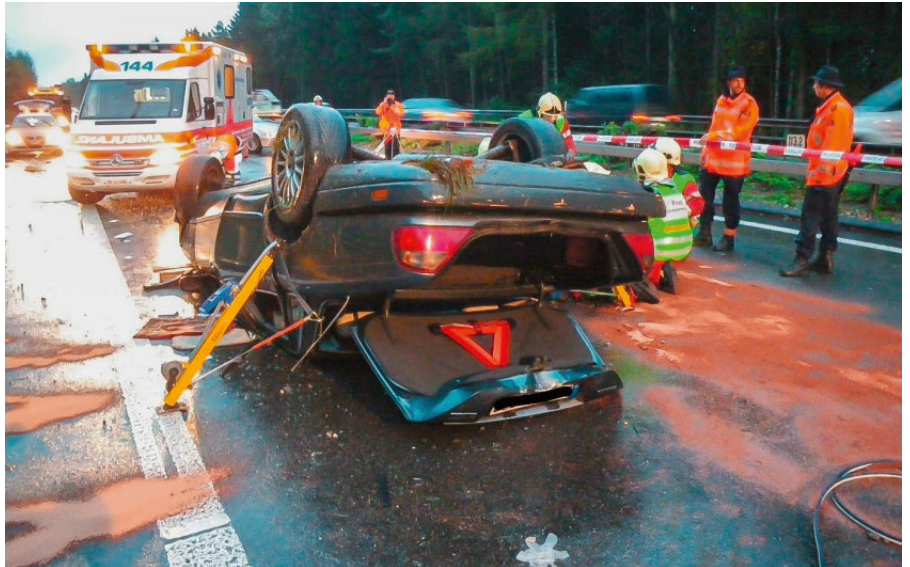
In der Schweiz gab es bereits mehrere Ereignisse mit gefluteten E-Fahrzeugen in Garagen, Tiefgaragen, Seen Teichen und Flüssen. Die Erfahrungsberichte hierzu folgen in der Fortsetzung dieser Artikelserie in einer der nächsten Ausgaben und werden aus der Praxis gewonnene Antworten geben.

Unfall: Ein ganz normaler Einsatz? Fast.

Früher Morgen auf einer Autobahn irgendwo in der Schweiz, der Morgenverkehr rollt. Ein Automobilist kommt auf der regennassen Fahrbahn ins Schleudern und verliert die Herrschaft über das Fahrzeug. Der Jaguar XJ kommt von der Fahrbahn ab, schleudert die Böschung hinauf, überschlägt sich und kommt auf dem Dach liegend, auf der Fahrbahn zum Stillstand.

Rettungskräfte werden alarmiert. Ein eingespielter Einsatzablauf beginnt.

Der Lenker befindet sich allein im Fahrzeug, hängt kopfüber in den Sicherheitsgurten, ist mittelschwer verletzt. Nach Absprache der Feuerwehr mit dem Rettungsdienst wird eine schonende Bergung eingeleitet.



Kein aussergewöhnliches Ereignis ...

Zur Informationsbeschaffung wird der ansprechbare Lenker routinemässig abgefragt. Auf die Frage nach der Fahrzeugantriebsart ist die Antwort: «Hybrid». Hybrid bedeutet, dass das Fahrzeug technisch betrachtet aus zwei Motoren oder zwei Energiespeichern bestehen kann.

Im Zuge der Beurteilung wird das Fahrzeug weiter systematisch untersucht. Nachdem an der Oberfläche ein Dreckklumpen weggewischt wurde, kommt ein ungewöhnlicher Deckel zum Vorschein (Foto Mitte). Der Kofferraum wird geöffnet und es wird klar, dass es sich um ein nachgerüstetes Flüssiggasfahrzeug (LPG) handelt (Foto unten).



... aber mit «Aha-Effekt»

Das manuelle Absperrventil wird geschlossen und mit dem Gasmessgerät die Dichtigkeit des Systems geprüft. Ein unspektakulärer Einsatz, aber dennoch ein Aha-Erlebnis für die Einsatzkräfte.





Moderne Fahrzeugsysteme sind nicht per se gefährlicher als herkömmliche Antriebsvarianten. Mit den integrierten Kontroll- und Sicherungselementen zeichnen sie sich durch eine hohe Eigensicherheit aus. Dennoch ist im Ereignisfall besonderes Wissen über die vorliegende Antriebstechnik erforderlich.

Die allgemeinen Sicherheitsregeln (z.B. Absicherung des Einsatzortes, Brandschutz und PSA) sind in jedem Fall einzuhalten. Jedoch werden bei modernen Antriebssystemen weitere Massnahmen erforder-

lich. Handelt es sich (wie im beschriebenen Beispiel) um ein bivalentes Fahrzeug, so ist sowohl ein flüssig- als auch ein gasförmiger Kraftstoff (der schwerer als Luft ist) vorhanden.

Feststellen

Für die richtige, sichere und verhältnismässige Vorgehensweise im Ereignisfall sind Kenntnisse über vorhandene Energieträger, Stoffeigenschaften, Systemkomponenten und Sicherheitsbauteile unumgänglich. Genau genommen muss die Antriebs-

Ein standardisiertes Vorgehen, das sich bei Fahrzeugbränden bewährt hat: zwei Trupps rücken mit je einer Druckleitung von vorne zum Fahrzeug vor, angeleitet vom Truppführer mit seiner WBK.

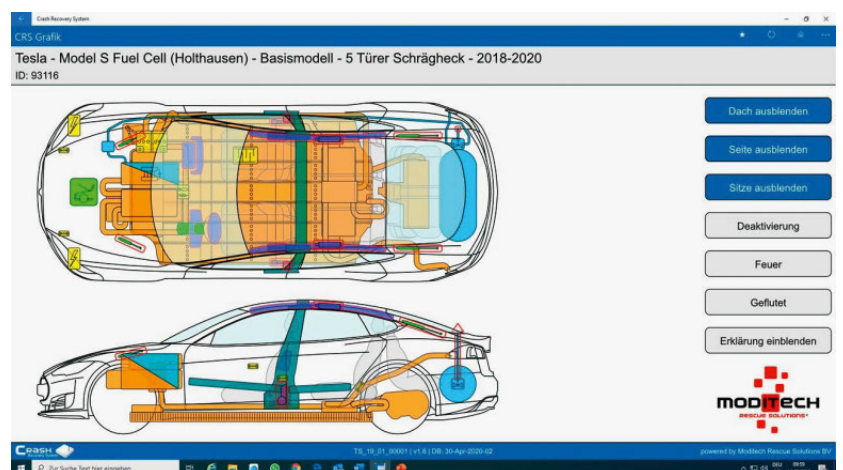
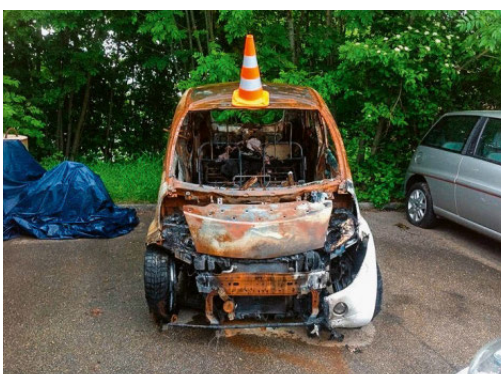
art und nicht das Fahrzeug so schnell wie möglich erkannt werden. Um aus der heute vorhandenen Palette der Antriebsmöglichkeiten die richtige Variante zu ermitteln, ist eine optimierte Erkundung zwingend notwendig. Dies wiederum setzt die Kenntnis der aktuellen Fahrzeugsysteme voraus. Nur

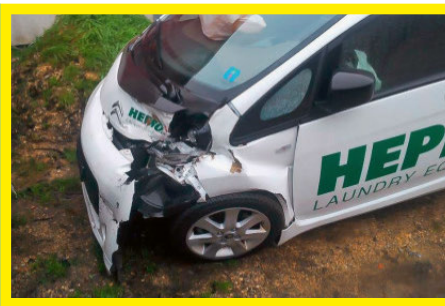


Foto links: Die Anzeige am Armaturenbrett weist auf die Fahrbereitschaft hin, und die Tankanzeige (rot eingekreist) verrät, ob es sich um einen alternativen Antrieb handelt.

Foto links unten: Es hat sich bei Rettungskräften durchgesetzt, dass sie Fahrzeuge mit erkanntem alternativem Antrieb für alle sichtbar mit einem Verkehrsleitkegel auf dem Dach kennzeichnen.

Foto unten: Rettungsorganisationen greifen direkt auf die Datenbank des Bundesamts für Strassen (ASTRA) zu, um anhand der Kennzeichen direkt das passende Rettungsdatenblatt aufzurufen.





so können Gefahren festgestellt, beurteilt und daraus die richtigen, verhältnismässigen Massnahmen im Einsatz getroffen werden. Eine universale und einfache Möglichkeit, einen alternativen Antrieb zu erkennen, bietet die Auto-Regel (vgl. Kästen unten).

Die Auto-Regel ergibt in der Praxis immer mehrere Verdachtsmomente. Zur weiteren Beurteilung kann die Feuerwehr die eventuell hinter der Sonnenblende platzierten Rettungsdatenblätter oder die Herstelleranweisungen aus dem Internet verwenden.

Feststellen und beurteilen

Das Rettungsdatenblatt ist selten auf der Sonnenblende zu finden und bei einem Brand nicht zugänglich. Die vielen Modellvarianten machen ein Finden im Internet und eine korrekte Zuordnung am Ereignisort sehr schwierig. Alleine ein Toyota Prius ist aktuell in sechs Versionen anzutreffen.

Immer öfter werden deshalb von den Einsatzkräften professionelle Datensammlungen eingesetzt. Eine Kennzeichenabfrage, gestützt auf die Datenbank des Bundesamts für Strassen (ASTRA), und ein Barcodeleser, der QR-Codes auf den Hecks der Fahrzeuge lesen kann, erlauben eine schnelle und korrekte Anzeige der einheitlichen Rettungsdatenblätter. PKW, Transporter, LKW, Busse und Spezialfahrzeuge sind integriert. Auch die Abfrage ausländischer Kennzeichen ist möglich.

Die dortigen Schnittzeichnungen zeigen die Art und die Einbaulage mit den

wichtigsten Angaben zum Energiespeicher, zur Verlegung von Gasleitungen oder Hochvolt-Kabeln, zu Sicherheitsventilen – kurzum, zu allen für die Feuerwehr relevanten Bauteile auf. Dazu sind die Herstelleranweisungen bei gefluteten, brennenden oder verunfallten Fahrzeugen abrufbar.

Beurteilung

Gemäss Hersteller gilt ein Fahrzeug mit Elektroantrieb als schwer verunfallt, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- Intrusionen oder Verformungen über 5 mm am Gehäuse der Hochvolt-Batterie
- Fahrzeug befindet sich ganz oder teilweise im Wasser
- Fahrzeug steht ganz oder teilweise in Brand

Alternative Antriebe werden in der Schweiz weiterhin markant zunehmen.

Die Bedingungen «Fahrzeug steht ganz oder teilweise in Brand» und «Fahrzeug befindet sich ganz oder teilweise im Wasser» können einfach und klar beurteilt werden. Das Kriterium «Durchdringung oder Verformung der Hochvolt-Batterie über 5 mm» kann in Werkstätten der Markenvertreter beurteilt werden, aber nicht in der Feuerwehrpraxis.

Trotzdem muss von allen betroffenen Feuerwehren festgestellt werden, ob von

Bagatellunfall: deformierte Stossstange, Kotflügel.

Mittelschwer verunfallt: deformierte Knautschzonen, Airbags haben eventuell ausgelöst.

Schwer verunfallt: deformierte Fahrgastzelle, Airbags haben ausgelöst.

potenziell gefährlichen Bauteilen eine Gefahr ausgeht: Gefahr erkannt, Gefahr gebannt. In der ersten Beurteilung ist der Fokus auf die Speicher zu legen. Die Frage lautet: Sind die Hochvolt-Batterie, der Gastank, der Wasserstofftank oder der Kraftstofftank betroffen? Die Schwierigkeit liegt dabei in der Vielfalt der Einbauorte und der Speicherarten. Dies unterscheidet sich sehr stark nach Fahrzeughersteller (Typ und Jahrgang), Energieträger (Benzin, Diesel, Hochvolt, Wasserstoff, Gas) und Systemfamilie (Verbrenner, Elektro, Hybrid, Plug-in-Hybrid, Wasserstoff).

Seit 2013 lösen Polizeikörper diese Aufgabe anhand eines Farbschemas: grün, gelb und rot (siehe Fotostrecke oben).

Alarmierung

Die Polizei kann in ihrem System anhand der Kennzeichenabfrage die Antriebsart feststellen. Seit 2019 sind auch viele Feuerwehren in der Schweiz mit diesem System ausgerüstet. Dieses informiert die Einsatzkräfte über thermische, chemische oder mögliche elektrische Gefahren.

- Bei einem Bagatellunfall (grün) ist keine Gefährdung zu erwarten. Die Polizei soll nach der Sicherung des Fahrzeugs die Fahrbereitschaft überprüfen.

Erkundung mithilfe der Auto-Regel und eines einmaligen «Rundgangs» um das Fahrzeug

A	U	T	O
Austretende Betriebsstoffe und Armaturenbrettanzeige	Unterboden, Motor- und Kofferraum erkunden	Tankdeckel öffnen	Oberfläche absuchen
<ul style="list-style-type: none"> • hören, riechen, sehen • Zische, Knattern, Pfeifen • Gasgeruch • Kraftstoffaustritt • weisser Rauch • Nebel-, Lachenbildung 	<ul style="list-style-type: none"> • Gastanks • kein Auspuff • kein Getriebe • E-Maschine • auffällige Wölbungen • orange Kabel 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Tankklappe • zwei Tankklappen • am falschen Ort • Tankklappe öffnen (nach situativer Gefahrenabschätzung) und Anschlussart kontrollieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschriftungen, Werbekleber, Bezeichnungen wie Hybrid, CNG, LPG, H₂, CO₂-neutral • Hat es bläuliche Markenzeichen?



- Bei einem mittelschweren Unfall (gelb) kann eine Gefährdung vorliegen. Die Polizei sichert die Unfallstelle und das Fahrzeug, informiert nach eigenem Ermessen die Feuerwehr.
- Bei einem schweren Unfall (rot) ist eine Gefährdung wahrscheinlich. Die Polizei sichert die Unfallstelle sowie das Fahrzeug und alarmiert die Feuerwehr.

Im Zweifel wird die Feuerwehr gerufen

Polizisten wurden bisher in der Hochvolt-Ausbildung instruiert, je nach Schadensbild die Unfälle an die zuständige Organisation weiterzugeben. Bei der Übergabe wird die Feuerwehr von der Polizei informiert. Die Ausrüstung der Feuerwehr ist den möglichen Gefahren angepasst. Die Feuerwehr sollte in der Lage sein, die möglichen Gefahren aus Feuer, Wasser oder Unfall einzuschätzen, um mit ihrer Ausrüstung und Ausbildung das Ereignis bewältigen zu können. Dazu benötigt sie Beurteilungskriterien.

■ Gefahr erkannt – Gefahr gebannt

Beurteilungskriterien

Exemplarische Bilder mit den Einbaulagen der Energiespeicher zeigen auf, dass bei einer Deformierung der Fahrgastzelle mit hoher Wahrscheinlichkeit die Energiespeicher betroffen sind. Auch eine Hochvolt-Batterie ist bei gefluteter Fahrgastzelle mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Wasser gefüllt. Brennt die Fahrgastzelle, ist davon auszugehen, dass alle Energiespeicher thermisch betroffen sind.

Eine deformierte Fahrgastzelle hat mit hoher Wahrscheinlichkeit eine entsprechende Wirkung auf die Energiespeicher.

Dies kann für alle Antriebsarten angenommen werden. Die Fragen für eine Erstbeurteilung müssen lauten:

- Ist die Fahrgastzelle oder sind Teile davon deformiert?
- Befindet sich das Fahrzeug ganz oder teilweise im Wasser?
- Steht das Fahrzeug ganz oder teilweise in Brand?

Eigenschutz

Mit «Fahrgastzelle deformiert» kann eine genaue Beurteilung nicht vorgenommen werden. Dazu sind die konkreten Einbaulagen der Bauteile notwendig (CRS).

Für den Eigenschutz, zum Beispiel bei einem Brandereignis mit Gasfahrzeugen, sollten die konkrete Lage der Gasflaschen-Sicherheitsventile und die Richtung des Abblasens bekannt sein.

Entscheiden

Die von modernen Fahrzeugantriebssystemen ausgehende Gefahr muss nicht zwangsläufig das vordringlichste Problem darstellen. Folglich müssen die erkannten Schwierigkeiten nach Dringlichkeit priorisiert werden. Die bekannten Einsatzphasen und der etablierte Führungsrhythmus geben die Vorgehensweise vor. Die Auto-Regel hilft beim Feststellen und bei der Beurteilung.


Fazit

- Auch in der Schweiz gab es bereits einige Feuer-, Wasser- und Unfallereignisse mit alternativen Antrieben.
- Ereignisse mit alternativen Antrieben betreffen alle Feuerwehren.
- Die möglichen Gefahren sind bei alternativen Antrieben unterschiedlich.
- Die Erkennung der Gefahren muss schnell, einfach und sicher erfolgen.
- Für die Beurteilung muss eine für autotechnische Laien verständliche Information zur Verfügung stehen.

Links: Laden eines Elektrofahrzeugs (Batterie Electric Vehicle BEV)

Mitte: Betankung eines Gasfahrzeugs (Compressed Natural Gas CNG)

Rechts: Betankung eines Wasserstofffahrzeugs (Fuel Cell Electric Vehicle FCEV)

- Handlungen der Rettungskräfte leiten sich aus der Situation und dem Schadensbild ab. Dabei sind die Verhältnismässigkeiten bei der eigenen Sicherheit, der Personenrettung sowie dem Schutz von Sachwerten und Umwelt zu berücksichtigen. 

Kurt Bopp, Fachberater SFV
Markus Erni, Fachberater SFV

Link zum Formular «Übergaberapport Fahrzeug»:
www.swissfire.ch

■ Zweiter Teil der Artikelserie

Diese Artikelserie zeigt den fundamentalen Wandel der Auto-technik, dessen Hintergründe und die möglichen Konsequenzen für die Feuerwehren.

Im ersten Artikel (siehe Ausgabe 2|2020) lag der Schwerpunkt bei den Umfeldveränderungen, der Elektrifizierung, der Vernetzung und dem teilautonomen Fahren. In diesem zweiten Artikel werden entlang des roten Fadens «Feuer, Wasser, Unfall» mögliche Konsequenzen für die Feuerwehraufgaben erläutert.

Es folgt die Fokussierung auf die Besonderheiten der Strassenrettung.