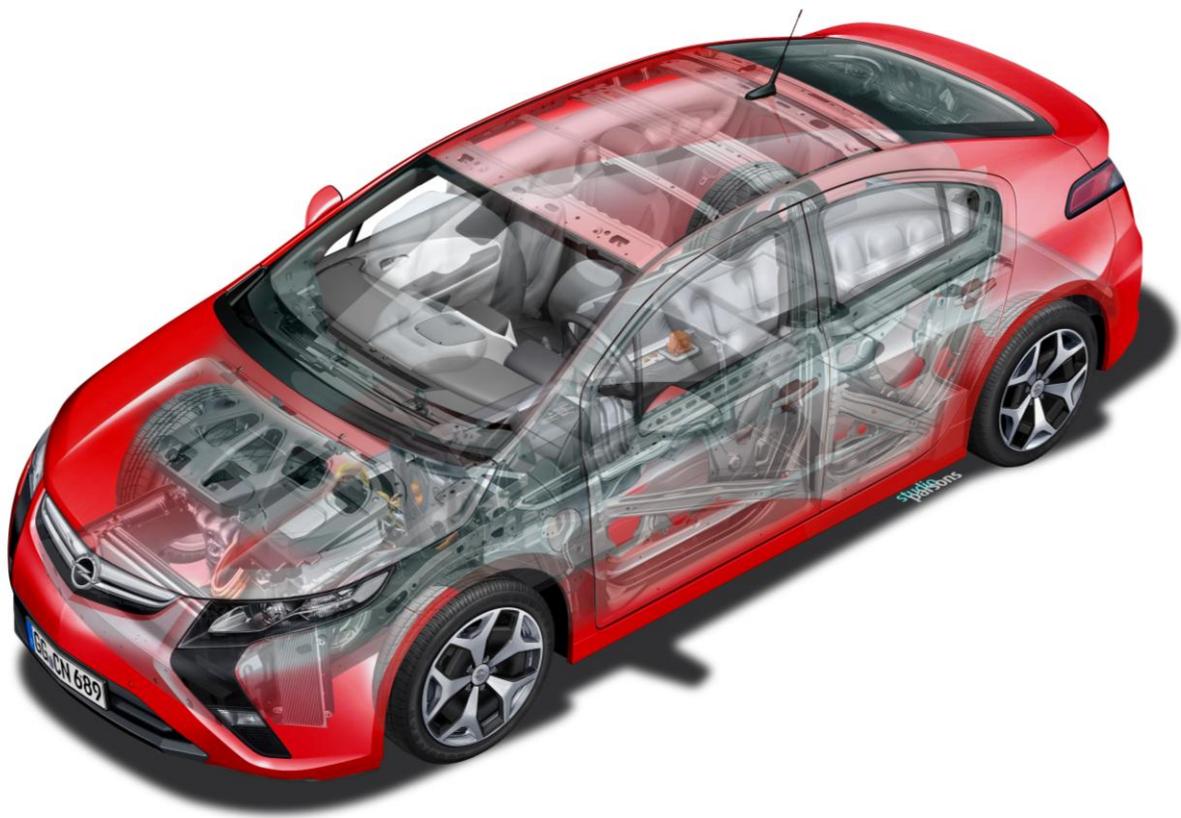


Feuerwehreinsatz an modernen Kraftfahrzeugen

Kursbuch



Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	4
2. Einführung in die Fahrzeugsicherheit	5
2.1. Sicherheitsprinzipien	5
2.2. Frontalkollisionen.....	7
2.3. Seitenkollisionen	13
2.4. Heckkollisionen.....	15
2.5. Fahrzeugüberschlag	18
2.6. Fußgängerschutz.....	19
2.7. Nach dem Unfall.....	20
3. Karosserie und Werkstoffe	21
3.1. Planung der Unfallrettung aus verstärkten Fahrzeugen.....	23
3.2. Schneid- und Spreiztechniken für verstärkte Fahrzeuge	26
4. Rückhaltesysteme	32
4.1. Sensorik für Rückhaltesysteme	32
4.2. Airbags.....	33
4.3. Gurtstraffer.....	36
4.4. Automatische Überrollbügel	37
4.5. Handhabung von Rückhaltesystemen nach dem Unfall	38
5. Alternative Antriebe	40
5.1. Sicherheitsbetrachtung	40
5.2. Wichtige Hinweise zu HV-Fahrzeugen.....	42
5.3. Handhabung alternativer Antriebe nach dem Unfall.....	44
6. Hinweise für den Einsatz.....	46
6.1. Einsatzgrundsätze	46
6.2. Wissen was drin ist	47
6.3. Gasaustritt und Schaden an Hochvoltbatterien/Kondensatoren prüfen.	49
6.4. Fahrzeug gegen wegrollen sichern.....	50
6.5. Auslösebereich von Rückhaltesystemen freihalten	51
6.6. Fahrzeug deaktivieren.....	52
6.7. Wenn möglich Sicherheitsgurt von den Insassen entfernen.....	59
6.8. Gefahrenzonen meiden	60
6.9. Extreme Karosserieverstärkungen meiden.....	64
7. Ideen für die Ausbildung.....	65
7.1. Airbags einbauen	65
7.2. Batterie „einbauen“	66
7.3. Alternativen Antrieb simulieren	66
7.4. Fahrzeugidentifikation ermöglichen.....	67
8. Wissen was drin ist – LKW.....	68
9. Wissen was drin ist – Busse	69

Copyright:

Moditech Rescue Solutions B.V.
Koningspade 16-B
1718 MN Hoogwoud
Niederlande

Kontakt:
training@moditech.com

1. Vorwort

Kraftfahrzeuge haben sich in den vergangenen Jahren mit großen Schritten weiterentwickelt. Niemals waren sie so komfortabel, so effizient und so sicher wie heute. Durch mehr Technik, mehr Elektrik, mehr Sicherheitssysteme, andere Materialien sind die Fahrzeuge komplexer geworden, was für Besitzer und Fahrer viele Vorteile hat. Unter anderem ist die Wahrscheinlichkeit bei einem Unfall in seinem Fahrzeug eingeklemmt zu werden in den letzten Jahren gesunken und auch die Zahl der im Straßenverkehr getöteten Fahrzeuginsassen ist stetig am Sinken.

Aus Sicht von Rettungskräften kann diese Entwicklung nur positiv betrachtet werden, wenngleich die zunehmende Komplexität der Fahrzeuge die Hilfeleistung bei Einsätzen auch erschweren kann. Deshalb ist es wichtig, sich auf neue Technologien und daraus erwachsende Herausforderungen einzustellen, indem Einsatzkräfte geschult und mit den notwendigen Werkzeugen für ein schnelles und effizientes Arbeiten ausgestattet werden. Denn sicher ist, dass sich auf absehbare Zeit Unfälle nicht ganz vermeiden lassen werden und das der Einsatz von Rettungskräften zur Unfallrettung immer wieder notwendig werden wird.

Die Intention dieses Kursbuches ist es Ausbilder von Rettungsdiensten mit dem notwendigen Hintergrundwissen zu moderner Fahrzeugtechnik auszustatten. Der Fokus liegt dabei nicht auf einem allumfassenden Einblick in die unterschiedlichen Technologien sondern mehr auf einem generellen Überblick mit allem was für Rettungskräfte wirklich wichtig ist. Zudem stehen nicht die möglichen Probleme, die sich aus neuen Technologien ergeben können, im Vordergrund, sondern Lösungsmöglichkeiten.

Um einen möglichst hohen Praxisbezug zu erreichen enthält dieses Kursbuch auch Ideen für die praktische Ausbildung.

Dieses Kursbuch soll Einsatzkräfte mit allen Informationen versorgen, die für ihren Einsatz wirklich von Bedeutung sind.

Hinweis:

Wichtige Einsatzhinweise sind in den folgenden Kapiteln mit Symbolen markiert:



Hinweise zu Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeugen



Hinweise zu Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeugen



Hinweise zu Rückhaltesystemen (Airbags, Gurtstraffer, Überrollbügel)



Hinweise zur Nutzung von Fahrzeuginformationen

2. Einführung in die Fahrzeugsicherheit

2.1. Sicherheitsprinzipien

- Die Fahrzeugsicherheit hat sich in den letzten Jahrzehnten maßgeblich verbessert. Auch die immer größer werdende Zahl von Fahrzeugen mit sehr guten Crashtestergebnissen dokumentiert dies. Weiterhin steigt die Zahl der bei Verkehrsunfällen getöteten permanent in den Ländern, in denen neue Fahrzeugmodelle in zunehmendem Maße auf der Straße zu finden sind.
- Fahrzeugsicherheit kann in zwei Teilbereiche untergliedert werden: **Aktive und passive Sicherheit**.
- Aktive Sicherheit beschreibt Sicherheitssysteme, die dazu beitragen sollen, einen Unfall gänzlich zu verhindern, z.B.:
 - Traktionskontrolle
 - Automatischer Blockierverhinderer
 - Elektronisches Stabilitätsprogramm

Passive Sicherheit beschreibt Sicherheitssysteme, die dazu beitragen sollen, Unfallfolgen zu mildern, z.B.:

- Stabile Konstruktion der Fahrgastzelle mit Knautschzonen
 - Airbags
 - Gurtstraffer
- In den vergangenen Jahren sind beide Teilbereiche näher zusammengerückt. Neuere Systeme versuchen auch die Folgen eines Unfalls durch aktiven Eingriff (z.B. Bremsen) vor einem drohenden Unfall zu reduzieren. In dieser Zeit kann das Sicherheitssystem die Insassen auch auf einen drohenden Unfall vorbereiten, z.B. durch Vorstraffung der Sicherheitsgurte oder durch das Schließen von Fenstern.

<p>1. Phase</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Optische und akustische Warnung ▶ Vorbefüllung Bremsanlage ▶ Dämpferverstellung 	<p>2. Phase</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Warnruck ▶ Gurtlosereduzierung ▶ Teilbremsung 1 (ca. 30%) 	<p>3. Phase</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Teilbremsung 2 (ca. 50%) ▶ Warnblinken ▶ Dach / Fenster schließen 	<p>4. Phase</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ reversibler Gurtstraffer ▶ Vollverzögerung 
--	--	---	--

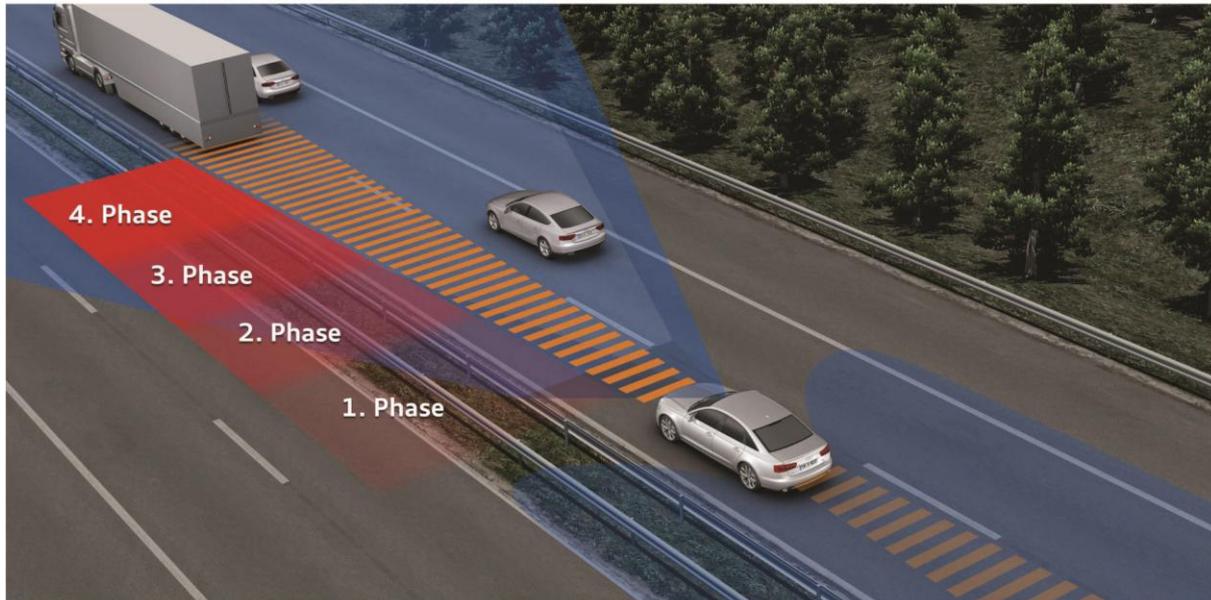


Abbildung 1: pre-sense front Sicherheitssystem von Audi. Das Fahrzeug beginnt zu bremsen, wenn es auf ein langsames Objekt auffährt. Außerdem wird der Insasse beim Unterschreiten einer gewissen Distanz auf einen mögliche Kollision vorbereitet (schließen der Fenster, Vorstraffen des Sicherheitsgurtes). (Grafik: Audi)

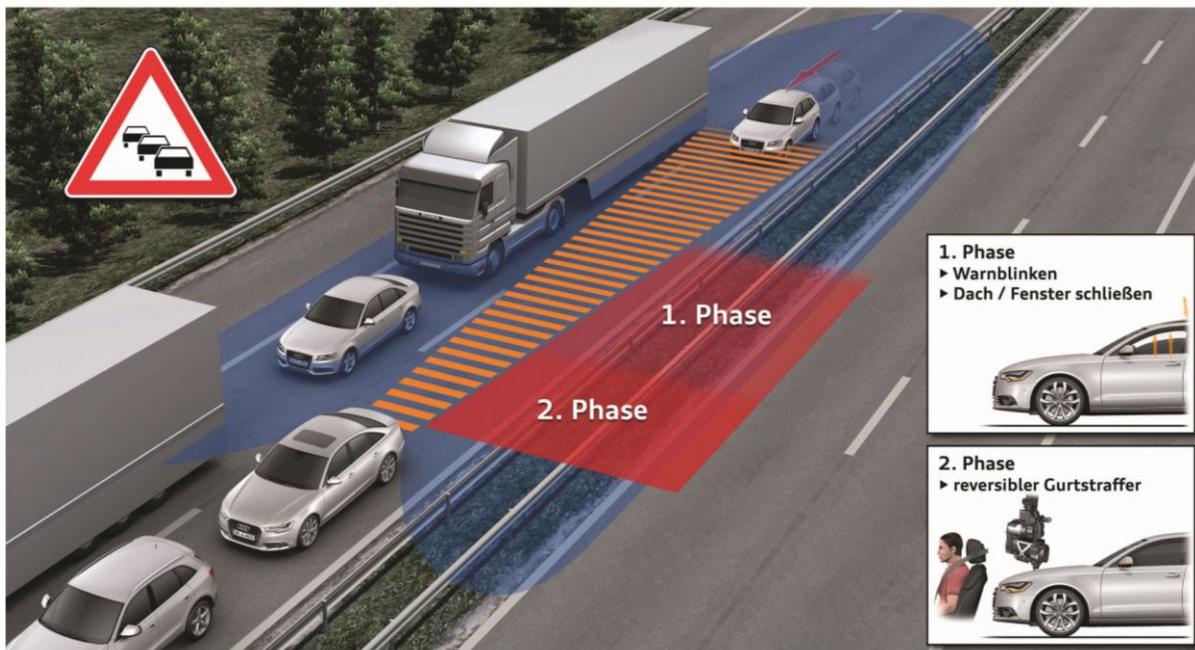


Abbildung 2: pre-sense rear Sicherheitssystem von Audi. Das System reduziert die Folgen eines Heckaufpralls durch Schließen von Fenstern und Vorspannung des Sicherheitsgurtes wenn sich ein Fahrzeug von hinten mit hoher Geschwindigkeit nähert. (Grafik: Audi)

2.2. Frontalkollisionen



Abbildung 3: Karosseriestruktur eines Mercedes-Benz GL-Class. Die Pfeile zeigen die Lastpfade im Falle einer Frontalkollision. Der vordere Bereich ist als Knautschzone ausgelegt und absorbiert Unfallenergie. Die Sicherheitsfahrpassagierzelle soll möglichst lange intakt bleiben. (Grafik: Daimler)

- Bei einer Frontalkollision absorbiert der vordere Karosseriebereich Unfallenergie und reduziert durch diese „**Knautschzone**“ die maximalen Belastungen auf die Fahrzeuginsassen. Dabei besteht die Frontstruktur aus zwei Längsträgern, die sich bei hohen Belastungen deformieren. Querverbindungen zwischen den Längsträger sorgen auch bei versetzten Frontalkollisionen dafür, dass auch die gegenüberliegende Seite Unfallenergie aufnehmen kann.
- Die Fahrzeugzelle soll auch bei großer Deformation intakt bleiben und es sollen keine Objekte eindringen. Deshalb ist auch der Übergangsbereich von A-Säule und Schweller speziell verstärkt um ein Eindringen des Rades in den Fußraum zu verhindern.
- Die Reaktion anderer Komponenten, wie beispielsweise der **Lenksäule** ist außerdem von großer Bedeutung. Die Lenksäule soll möglichst lange an ihrer Position verbleiben und sich bei Deformation im Vorderwagen nicht bewegen. Unter anderem deshalb ist sie mit Kreuzgelenken versehen, die eine Bewegung von Lenksäulenteilen erlauben ohne dass sich das Lenkrad selbst bewegt.
- Manche Hersteller verwenden auch **zusammenschiebbare Lenksäulen**. Da das Lenkrad ein potentieller Kontaktbereich für Fahrzeuginsassen ist erlaubt dieses Design, dass die Lenksäule bei Kontakt einige Zentimeter nach vorne gedrückt werden um Energie abzubauen. Manchmal werden sogar pyrotechnische Ladungen verwendet um die Lenksäule bei einem Unfall freigängig zu machen.



Abbildung 4: Ein Querträger der beide A-Säulen verbindet hindert den Motor bei diesem Fahrzeug daran in die Fahrgastzelle einzudringen und den Überlebensraum einzuschränken. (Grafik: Volvo)



Abbildung 5: Das Rad wird bei einem schweren Unfall zurückgeschoben und kann sich an der verstärkten A-Säule abstützen. Hierdurch wird der Fußraum geschützt. (Grafik: Volvo)

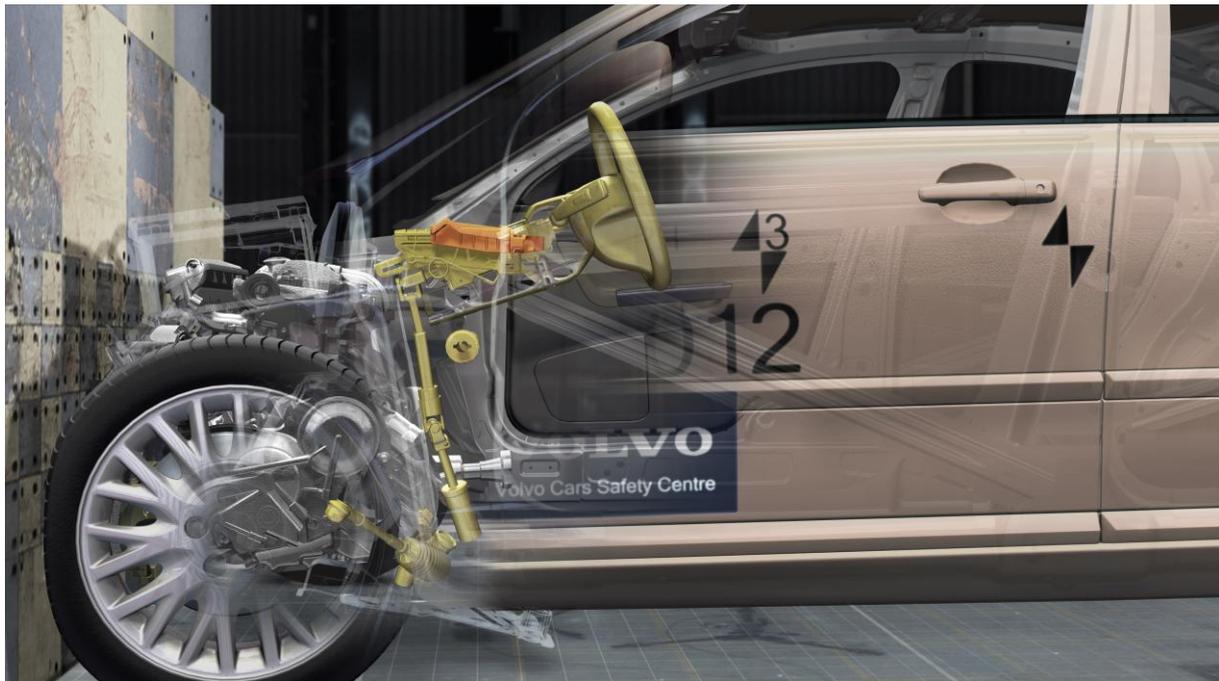
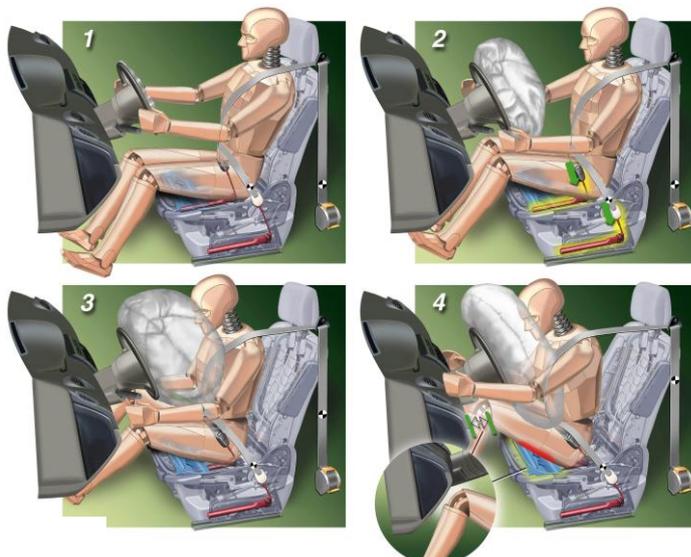


Abbildung 6: Deformationen im Bereich des Vorderwagens sollen nicht dazu führen, dass sich Lenksäule oder Lenkrad bewegen. Deshalb besteht die Lenksäule aus mehreren Teilen, die mit Kreuzgelenken verbunden sind. So kann sich die Lenksäule deformieren ohne dass dies Auswirkungen auf das Lenkrad hat. (Grafik: Volvo)

- Der **Sicherheitsgurt** ist der Lebensretter Nummer 1. Durch das Tragen des Gurtes kann die Wahrscheinlichkeit und Schwere von Verletzungen reduziert werden. Er hindert die Fahrzeuginsassen daran gegen harte Innenraumteile oder andere Insassen zu prallen und reduziert die Gefahr aus dem Fahrzeug geschleudert zu werden.
- **Gurtstraffer** werden zusätzlich ausgelöst um den Gurt zu spannen und um die Vorwärtsbewegung des Insassen frühzeitig zu stoppen. Durch das Entfernen der sogenannten Gurtlose wird der Insasse in einer frühen Phase des Unfalls an die Fahrzeugverzögerung angekoppelt.
- Gurtstraffer können entweder am Gurtaufrollautomaten, am Gurtschloss oder am Festpunkt des Beckengurtes montiert sein. Kombinationen mehrere Einbauorte sind ebenfalls möglich.



- **Fahrer- und Beifahrerairbag** werden als Ergänzung zum Sicherheitsgurt ausgelöst um Kontakt der Insassen mit harten Bauteilen, wie beispielsweise dem Lenkrad, zu verhindern.

Abbildung 7: Der Sicherheitsgurt ist das wichtigste Rückhaltesystem. Gurtstraffer spannen den Gurt zusätzlich. Airbags erweitern den Schutz durch Polsterung von harten Bereichen wie dem Lenkrad. (Grafik: Renault)

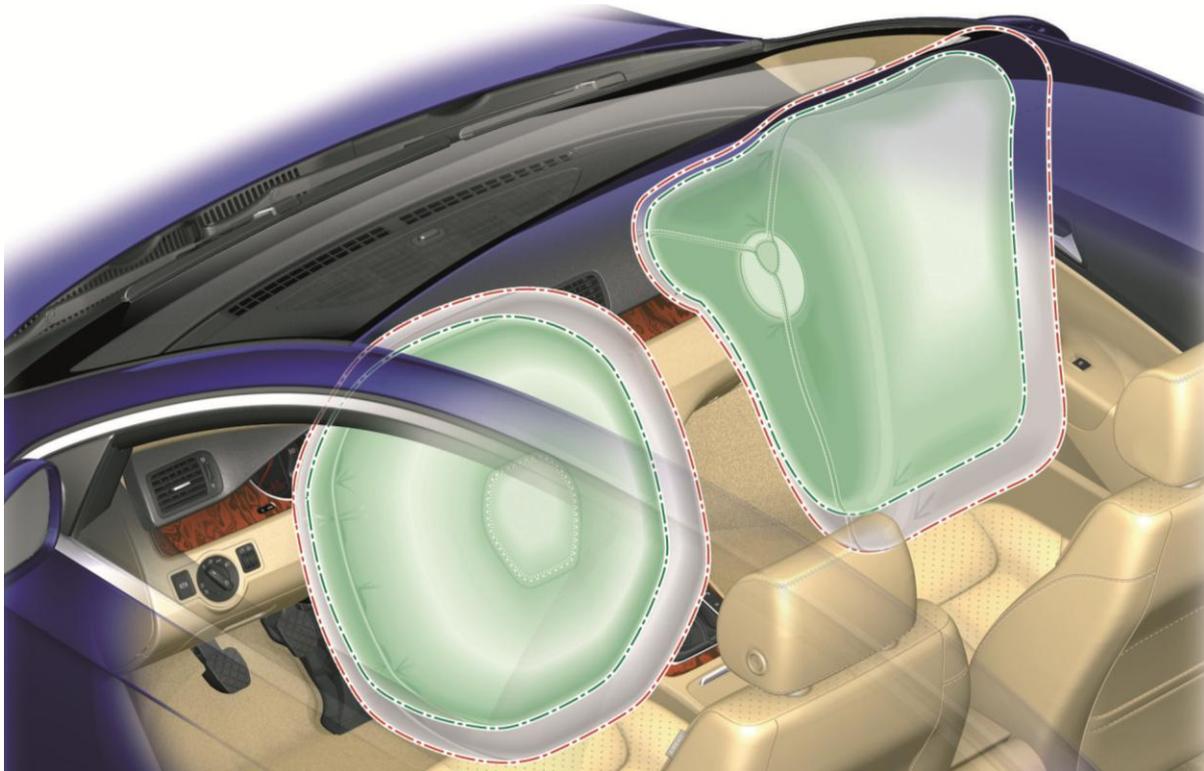


Abbildung 8: Fahrer- und Beifahrerairbag bei diesem Volkswagen Passat sind mit zweistufigen Gasgeneratoren ausgestattet. Abhängig von der Unfallcharakteristik können die Airbags entweder mit mehr oder weniger Druck befüllt werden um die Insassen bestmöglich zu schützen. (Grafik: Volkswagen)



Abbildung 9: Fahrerseitiger Knieairbag bei einem Volkswagen Sharan. Der Knieairbag entfaltet sich aus dem unteren Bereich des Armaturenbretts. (Grafik: Volkswagen)

- Fahrer- und Beifahrerairbag können sich in manchen Fahrzeugen an die Unfallcharakteristik anpassen. Derartige **adaptive Airbagsysteme** nutzen verschiedene Sensoren um Parameter des Rückhaltesystems anzupassen. Hierdurch kann die

Leistungsfähigkeit den tatsächlichen Erfordernissen und der tatsächlichen Position der Insassen angepasst werden. Die Sensoren können z.B. Unfallschwere, Größe und Gewicht der Insassen und Sitzposition erfassen und entsprechend auswerten.

- Bei der Airbagauslösung werden diese Parameter bewertet um die Kraft der Airbagauslösung und den Fülldruck anzupassen. Deshalb sind die Airbagmodule von Fahrer- und Beifahrerairbag bei manchen Fahrzeugen mit mehrstufigen (z.B. **zweistufigen Gasgeneratoren**) oder (aktiven) Belüftungsöffnungen ausgestattet.
- Fahrer- und Beifahrerairbag gehören heute bei nahezu allen Fahrzeugen (auch Transportern und ggf. LKW) zur Standardausstattung. Außerdem gibt es weitere Airbagsysteme/Einbauorte, die nicht zur Standardausstattung gezählt werden können, bei Fahrzeugen aber dennoch zum Einsatz kommen:
 - **Knieairbags** können im unteren Bereich des Armaturenbretts auf der Fahrer- oder Beifahrerseite eingebaut sein. Ein auslösender Knieairbag schützt den Kniebereich von Fahrer und Beifahrer vor dem direkten Kontakt mit dem Armaturenbrett und löst bei Frontalkollisionen zeitgleich mit Fahrer- und Beifahrerairbag aus.
 - **Anti-Submarining Airbags** (auch als Sitzflächen-Airbag bezeichnet) können in der Sitzfläche von Vorder- oder Rücksitzen montiert sein. Bei einem Frontalaufprall hebt der auslösende Airbag die Front der Sitzfläche zusammen mit den Beinen des Insassen an um das sogenannte Submarining (d.h. das Hindurchtauchen des Insassen unter dem Beckengurt) zu verhindern.



Abbildung 10: Dieser Toyota/Scion iQ verfügt über einen Anti-Submarining Airbag im Beifahrersitz. Der Airbag hebt die Front der Sitzfläche an um das hindurchtauchen des Insassen unter dem Beckengurt zu verhindern. (Grafik: Toyota)

- **Gurtairbag.** Der ausgelöste Gurtairbag unterstützt die gleichmäßige Verteilung der Unfallenergie auf den Körper der Fahrzeuginsassen und reduziert so das Verletzungsrisiko. Der Sicherheitsgurt-Airbag wird durch einen Gasgenerator gefüllt, der im Bereich des Gurtschlusses montiert ist und erst dann mit dem Gurt verbunden ist, wenn der Insasse den Sicherheitsgurt ordnungsgemäß angelegt hat.



Abbildung 11: Gurtairbag, hier gezeigt bei Insassen auf dem Rücksitz. Der Gurtairbag hilft dabei die Unfallenergie besser über den Körper der Insassen zu verteilen. (Foto: Ford)

2.3. Seitenkollisionen



Abbildung 12: Karosseriestruktur eines Mercedes-Benz GL. Die Pfeile zeigen die Lastpfade im Fall einer Seitenkollision. Anders als bei Frontalunfällen ist der Abstand zwischen Insassen und Seitenstruktur gering. Deshalb gibt es nicht viel Deformationszone (Knautschzone) zum Energieabbau. Deshalb versuchen die Fahrzeughersteller die Seitenstruktur so massiv zu verstärken, dass die Intrusion in die Fahrgastzelle möglichst gering ausfällt. (Grafik: Daimler)

- Um die Integrität der Seitenstruktur bei einer Seitenkollision möglichst zu erhalten ist diese bei modernen PKW besonders verstärkt. Ziel ist es Intrusion in die Fahrgastzelle zu vermeiden, da es dann zum direkten Kontakt mit den Fahrzeuginsassen kommen könnte, der mit hohem Verletzungsrisiko verbunden ist.
- Verstärkungen in der Tür (sog. Seitenaufprallschutz) helfen dabei die Unfallenergie von der Tür auf die Fahrzeugsäulen zu übertragen umso größere Intrusionen zu verhindern.



Abbildung 13: Das Foto zeigt sitzseitig montierte Seitenairbags für vordere und hintere Sitzreihe sowie den durchgehenden Kopfairbag, der sich aus der Dachkante heraus entfaltet. (Foto: Daimler)

- **Sitzseitig montierte Seitenairbags** können in der Flanke von Front- und Rücksitzen montiert sein um den Brustbereich der Insassen bei einer Kollision abzupolstern und um direkten Kontakt mit der harten Seitenstruktur zu verhindern. Manche Airbags entfalten sich auch nach oben und sollen so auch den Kopfbereich der Insassen abdecken.
- Bei einigen Fahrzeugen wird auch mehr als ein Seitenairbag pro Sitz verwendet. Beim **Pelvis Airbag** (Beckenairbag) entfaltet sich zum Beispiel ein kleiner Airbag aus dem Bereich des Sitzscharniers und deckt den Beckenbereich ab während der eigentliche Seitenairbag den Brustbereich schützt. Manche Fahrzeuge verfügen auch über einen zusätzlichen **Kopfairbag** im Sitz, der den Kopfbereich abdeckt und sich aus der oberen Hälfte des Sitzes entfaltet.
- Alternativ zum Sitz können **Seitenairbags** auch **in der Türverkleidung** oder in der Seitenverkleidung eingebaut sein.



Abbildung 14: Sitzseitig montierter Seitenairbag, der sich auch nach oben entfaltet und so auch den Kopfbereich des Insassen abdeckt. (Foto: Daimler)

- Der **Kopfairbag** überdeckt typischerweise die komplette Seitenstruktur. Er entfaltet sich aus der Dachkante nach unten und schützt so sowohl Insassen in der ersten als auch in der zweiten Sitzreihe. Einige Jahre lang kam auch ein spezielles Kopfairbagdesign zum Einsatz, bei dem sich ein röhrenförmiger Airbag diagonal vor dem Fenster entfaltete. Kopfairbags bleiben im Regelfall einige Zeit aufgeblasen um auch bei Überschlagen oder Mehrfachkollisionen Schutz zu bieten.



Abbildung 15: Türseitig montierter Seitenairbag kombiniert mit einem ITS (Inflatable Tubular Structure) Kopfairbag. (Foto: BMW)



Abbildung 16: "Front center airbag" bei einem GMC Acadia. (Grafik: GM)

- Bei einigen Fahrzeugen wird auch ein **Center Airbag** verwendet, Der Luftsack entfaltet sich hier aus der Innenseite des Vordersitzes und begrenzt bei einem Seitenaufprall den Bewegungsspielraum des Fahrers. Sind beide Vordersitze besetzt fungiert der Airbag auch als Polster um gefährliche Berührungen von Fahrer und Beifahrer abzumildern.
- **Kopfairbags** können ggf. **auch bei Frontalkollisionen** auslösen um den Kopf der Insassen vor dem ungeschützten Anprall an die A-Säule oder Dachkante zu bewahren.

2.4. Heckkollisionen

- Für den Fall einer Heckkollision ist auch der hintere Bereich eines Kraftfahrzeugs als Knautschzone zur Absorption von Crashenergie konstruiert.
- Zusätzlich werden bei einigen Fahrzeugen bei einem Heckaufprall Gurtstraffer ausgelöst, um den Insassen besser im Sitz zu fixieren. Im Falle einer Heckkollision ist es unwahrscheinlich das Front- oder Seitenairbags ausgelöst werden.
- Das Risiko eines Schleudertraumas bei Heckkollisionen kann durch den Einsatz spezieller **Schleudertrauma-Schutzsysteme** reduziert werden. Manche Systeme bewegen die Kopfstütze innerhalb weniger Millisekunden nach vorne und oben um den Kopf des Insassen möglichst früh abzustützen und umso eine Überdehnung der Halswirbelsäule zu verhindern. Ausgelöst werden diese entweder durch das Gewicht des Insassen, über vorgespannte Federn oder auch über kleine pyrotechnische Ladungen. In einigen Fällen

bewegt sich auch die Sitzlehne zusammen mit dem Insassen um die Halswirbelsäule zu schützen.

- Es gibt auch Fahrzeuge, bei denen ein **Heckairbag** zum Einsatz kommt. Dieser entfaltet sich wie ein Vorhang aus der Dachkante über der Heckscheibe und schützt zusammen mit den Kopfstützen den Kopf der Insassen vor Kontakt mit harten Fahrzeugteilen.



Abbildung 17: Daimlers Neck-Pro Schleudertrauma-Schutzsystem reduziert den Abstand zwischen dem Kopf des Insassen und der Kopfstütze um eine Überdehnung der Halswirbelsäule zu verhindern. (Fotos: Daimler)



Abbildung 18: Sitze von aktuellen Volvos sind mit WHIPS (Whiplash Protection System) ausgestattet. Bei diesem System ist die gesamte Sitzlehne darauf ausgelegt sich bei Heckkollisionen mit dem Insassen zu bewegen. Hierfür ist der Sitz mit einem Metallteil ausgestattet, dass sich bei einem Unfall verbiegt und so Energie absorbiert. (Grafik: Volvo).



Abbildung 19: Heckairbag bei einem Toyota/Scion iQ. (Grafik: Toyota)

2.5. Fahrzeugüberschlag

- Bei einem Fahrzeugschlag ist es besonderer Bedeutung, dass die Fahrgastzelle möglichst intakt bleibt um Überlebensraum für die Insassen zu bieten. Deshalb werden auch spezielle Crashtest und Tests der Dachsteifigkeit durchgeführt.
- Einige Fahrzeuge verfügen zusätzlich über eine Überschlagserkennung. Wird ein Überschlag erkannt werden je nach Fahrzeug **Gurtstraffer und/oder Kopfairbags** ausgelöst um die Insassen im Sitz zu halten und den Verletzungen durch den Anprall an der B-Säule und Seitenstruktur zu reduzieren.
- Besondere Vorsichtsmaßnahmen werden für den Fall eines Fahrzeugüberschlags bei **Cabriolets** getroffen:
 - Die A-Säule von Cabriolets ist speziell verstärkt um entsprechend Widerstand gegen Einknicken zu bieten. Eine einknickende Säule würde den Überlebensraum massiv einschränken. Deshalb sind **A-Säulen** von modernen Cabriolets meist mit besonders massiven **Verstärkungen** versehen.
 - Ein **automatischer Überrollschutz** ("ROPS") wird bei einigen Cabriolets verwendet, die nicht über einen festen Überrollbügel verfügen. Der automatische Überrollschutz springt oder klappt bei einem Überschlag hinter den Sitzen hoch und sichert so zusammen mit der verstärkten A-Säule den Überlebensraum.
 - Cabriolets können nur schwer mit einem Kopfairbag im Bereich der Dachkante ausgestattet werden. Deshalb werden bei diesen Fahrzeugen auch **türseitig montierte Kopfairbags** verwendet, welche sich aus der Oberkante der Tür nach oben entfalten anstatt aus dem Dachhimmel nach unten auszulösen. Dieses Airbagdesign ist allerdings nicht nur bei Cabriolets zu finden.



Abbildung 20: Das Sicherheitssystem von Cabriolets kann einige Besonderheiten aufweisen. Die Abbildung zeigt einen türseitig montierten Kopfairbag, da ein Kopfairbag nur schwer im Dach untergebracht werden kann. Das Fahrzeug verfügt auch über einen automatische Überrollschutz hinter den Rücksitzen und eine verstärkte A-Säule. (Grafik: Volvo)

2.6. Fußgängerschutz

- Die meisten Fußgänger sterben im Straßenverkehr durch Kopfverletzungen, die sie beim Aufprall auf der Motorhaube und der Windschutzscheibe erleiden. Während die Haube selbst im Regelfall aus Blech hergestellt ist, das in einem gewissen Maß Energie aufnehmen kann entstehen viele Verletzungen wenn der Abstand zwischen Haube und harten Motorteilen zu gering ist und die Haube „durchschlagen“ wird.
- Aus diesem Grund ist die Front moderner Fahrzeuge so ausgelegt, dass hohe Belastungen vermieden werden, zum Beispiel durch weichere Stoßfänger und durch einen größeren Abstand zwischen Haube und Motorteilen. Manche Hersteller verwenden auch Fußgängerschutzsysteme um den notwendigen Abstand herzustellen. Die Systeme heben Teile der Motorhaube mit vorgespannten Federn, pyrotechnischen Elementen oder kleinen Airbags an um den Aufprall abzdämpfen.



Abbildung 21: Fußgängerschutzsystem, hier bei einem Audi A3. Sensoren im vorderen Stoßfänger erkennen eine Kollision mit einem Fußgänger und lösen zwei pyrotechnisch freigegebene Kolben aus, die den hinteren Bereich der Motorhaube anheben. Hierdurch wird der Freiraum zwischen Haube und Motorteilen vergrößert. (Grafik: Audi)

- Manche Bereiche der Haube können nicht weicher ausgeführt werden, zum Beispiel die Kanten oder der Bereich der Spritzwand. Manche Hersteller versuchen dieses Problem durch Auslösung eines **Fußgänger-Airbags** zu reduzieren, welcher die Haube anhebt und den Aufprall des Insassen auf die harten Bereiche dämpft.



Abbildung 22: Fußgänger-Airbag bei einem Volvo V40. Wenn eine Kollision mit einem Fußgänger erkannt wird werden die Scharniere der Motorhaube von zwei kleinen pyrotechnischen Ladungen freigegeben. Der Fußgänger-Airbag entfaltet sich anschließend und hebt die Haube ca. 10 cm an. Durch den Airbag wird die Verletzungsgefahr beim Anprall an harte Bauteile reduziert. (Grafik: Volvo)

2.7. Nach dem Unfall

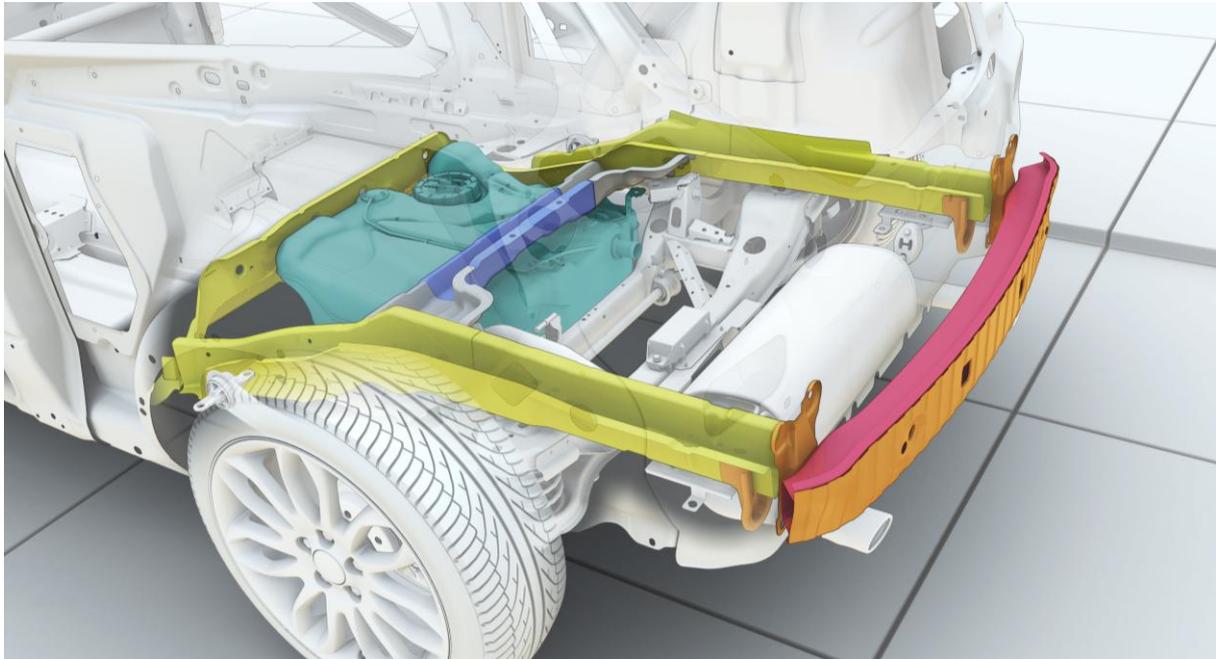


Abbildung 23: Geschützter Einbauort eines Kraftstofftanks im Bereich der Hinterachse. (Grafik: Volvo).

- Um die Fahrzeuginsassen auch in der Folge eines Unfalls weiter vor Gefahren zu schützen versuchen die Fahrzeughersteller Risiken, wie beispielsweise die Entstehung eines unfallbedingten Fahrzeugbrandes zu reduzieren.
- Relevante Komponenten des Fahrzeugantriebs (z.B. der Kraftstofftank oder die Hochvoltbatterie) werden deshalb in geschützten Bereichen des Fahrzeugs eingebaut, bei denen die Wahrscheinlichkeit einer unfallbedingten Beschädigung gering ist, z.B. der Bereich der Hinterachse oder die Mitte des Fahrzeugs.
- Basierend auf der Unfallerkennung, kann das Airbagsteuergerät auch zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen initiieren z.B.:
 - Abschaltung des Antriebs durch Abschaltung der Kraftstoffversorgung zum Motor. Dies reduziert die Brandgefahr, da kein Kraftstoff mehr gefördert wird.
 - Entriegelung von Türen die während der Fahrt verriegelt wurden. Dies erlaubt einen einfacheren Zugang zu den Insassen wenn die Türen nicht verklemmt sind.
 - Einschalten der Warnblinkanlage. Hierdurch werden andere gewarnt und das Unfallfahrzeug kann leichter erkannt werden.
 - Einleitung einer Notbremsung, um Sekundärkollisionen zu verhindern, die vorkommen könnten wenn das Fahrzeug nach dem Aufprall weiter rollt.
 - Einschalten der Innenraumbelichtung zur einfacheren Orientierung der Insassen.
 - Automatischer Notruf. Das Fahrzeug meldet einen Unfall mit Airbagauslösung automatisch an ein Service Center. Langfristig wird jedes Fahrzeug in Europa über das Notrufsystem eCall verfügen, dass direkt 112 informiert.

3. Karosserie und Werkstoffe

- Die Karosserie vieler moderner PKW besteht aus einem großen Anteil hochfester bzw. ultrahochfester Stähle. Diese Materialien finden sich insbesondere in typischen „Schnittbereichen“ in denen Einsatzkräfte nach schweren Verkehrsunfällen hydraulische Rettungsgeräte einsetzen müssen. Ältere hydraulische Schneidgeräte sowie Säbelsägen können einige dieser Verstärkungen erfahrungsgemäß nicht durchtrennen Außerdem besteht eine nicht unerhebliche Gefahr, dass das Rettungsgerät beim Trennen dieser Verstärkungen beschädigt werden kann.
- Als Alternative zu Stahl (insbesondere um Gewicht zu sparen) kommen auch Werkstoffe wie Aluminium, Kunststoff und Magnesium in Bereich der Fahrzeugkarosserie zum Einsatz.

- Weiche Stähle
- Hochfeste Stähle
- Moderne hochfeste Stähle
- Ultrahochfester Stahl warmumgeformt
- Aluminium
- Kunststoff
- Magnesium-Druckguß

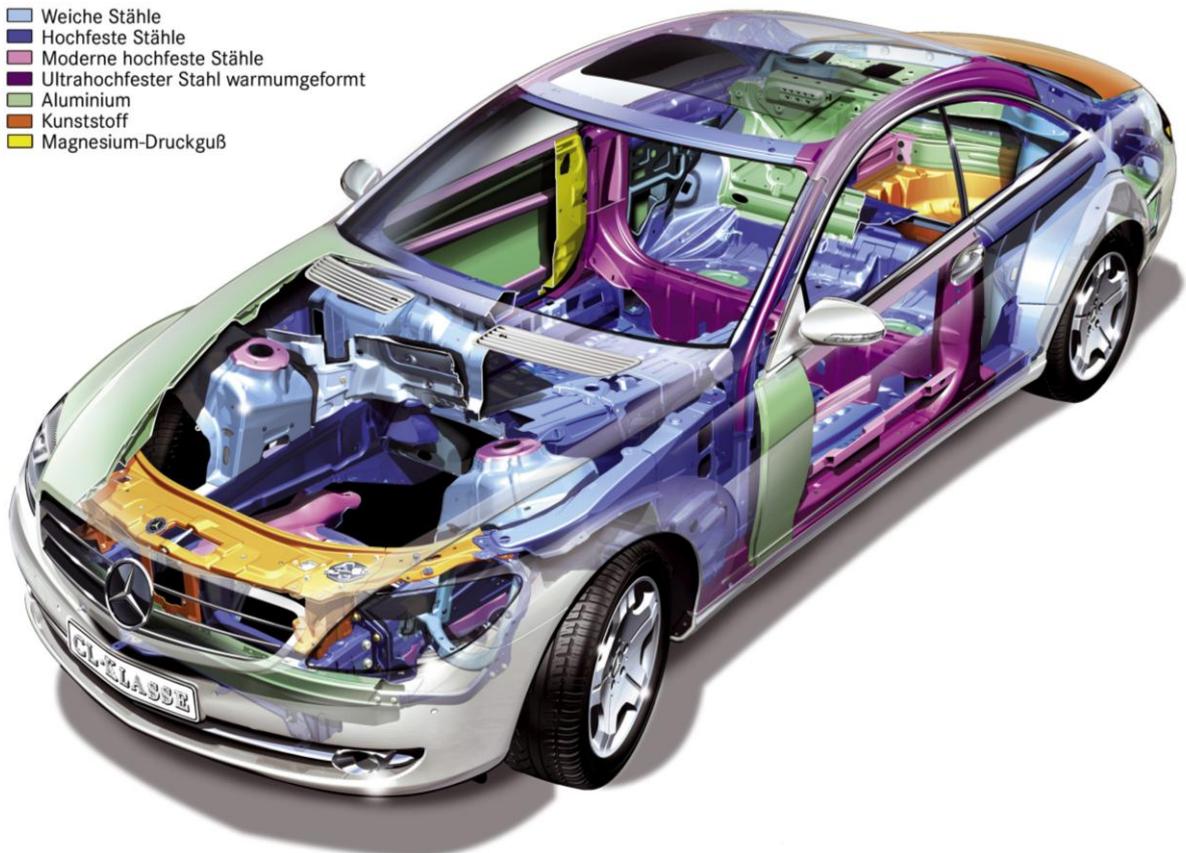


Abbildung 24: Dieses Mercedes-Benz CL Coupé ist ein gutes Beispiel für den hohen Anteil von ultrahochfesten Stählen in der Karosserie. Diese besteht außerdem aus alternativen Werkstoffen, wie Kunststoff und Magnesium. Weil ein Coupé nicht über eine durchgehende B-Säule verfügt ist das Fahrzeug mit einem Verstärkungsrohr in der A-Säule ausgestattet, um bei einem Fahrzeugüberschlag den Überlebensraum zu sichern. (Grafik: Daimler)



Hinweis:

Die Lage von Verstärkungen kann der CRS Grafik entnommen werden. Zusätzliche Informationen zur Art und Kategorie der Verstärkung erhält man nach Auswahl der entsprechenden Verstärkung.



Verstärkung

- Die Frage ob eine Verstärkung aus (ultra)hochfestem Stahl mit einem hydraulischen Schneidgerät durchtrennt werden kann, ist nicht einfach zu beantworten. Vielmehr hängt dies u.a. vom Rettungsgerät, der Messerform und dem Können des Geräteführers ab.
- Das Crash Recovery System gibt Informationen, welche Bereiche der Karosserie wie verstärkt sind und ermöglicht so frühzeitig nach gangbaren Alternativen zu suchen um Rettungszeit zu sparen. Bei der Entscheidung sollte dabei immer auch die Leistungsfähigkeit des vorhandenen Rettungsgerätes einbezogen werden.

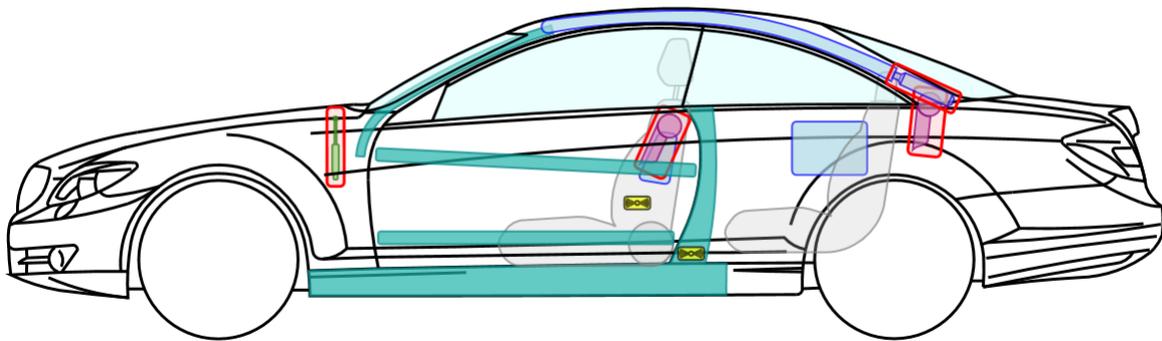


Abbildung 25: Die CRS Grafik des Mercedes-Benz CL zeigt die verstärkten Bereiche, hier insbesondere A-Säule, Schweller und B-Säule.

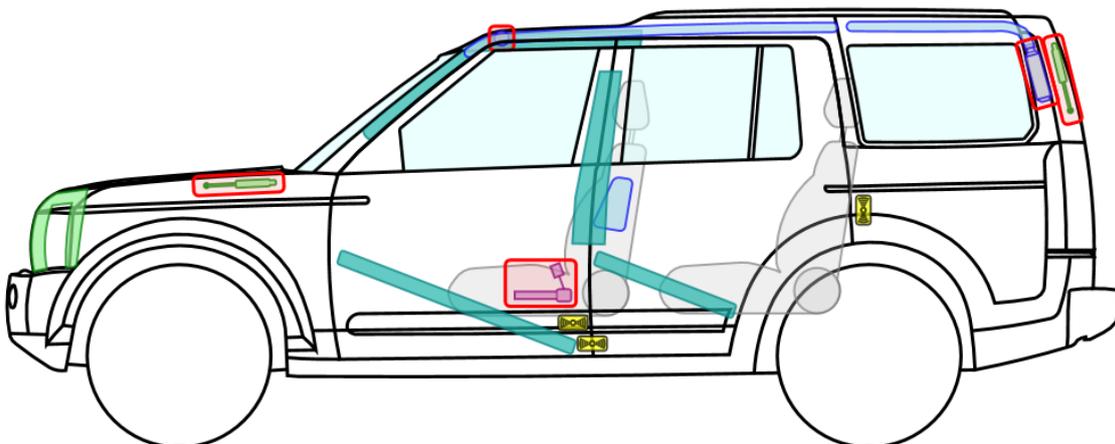


Abbildung 26: Die CRS Grafik des Land Rover Discovery zeigt Verstärkungen in der A- und B-Säule sowie in der Dachkante. Die Verstärkung in der B-Säule kann einfach umgangen werden, indem oberhalb oder unterhalb geschnitten wird.

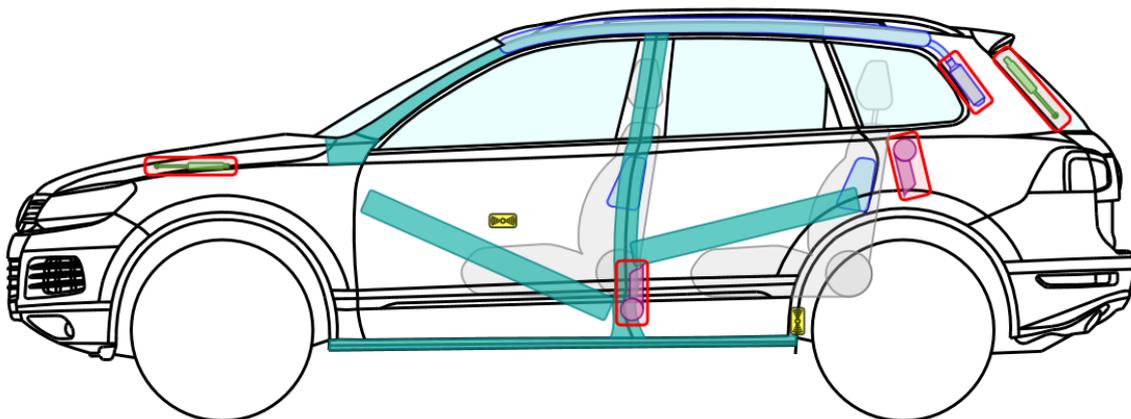


Abbildung 27: Die CRS Grafik dieses Volkswagen Touareg zeigt Verstärkungen in der gesamten Seitenstruktur. Wenn A- oder B-Säule getrennt werden sollen gibt es keine offensichtliche Schwachstelle. Das vorhandene Schneidgerät und das Können des Geräteführers sind in einem solchen Fall entscheidend.

3.1. Planung der Unfallrettung aus verstärkten Fahrzeugen

Plan A, B und C

- Zu wissen, wo Verstärkungen eingebaut sind erlaubt es dem Geräteführer und dem Einsatzleiter Entscheidungen auf Basis der tatsächlichen Fahrzeugausstattung zu fallen und das in einer frühen Phase des Einsatzes.
- Einsatzkräfte sollten immer einen Plan B in der Hinterhand haben, falls Plan A (z.B. das Durchtrennen einer verstärkten Fahrzeugsäule) nicht funktioniert.
- Man kann nicht sagen, dass verstärkte Säulen generell nicht durchtrennt werden können. Deshalb kann ein guter Plan A sein, dies zu probieren. Erfahrungsgemäß sind insbesondere Bereiche die mit einem Rohr verstärkt sind besonders schwer zu durchtrennen, ggf. sogar mit modernsten Schneidgeräten.
- Plan B kann eine leichte Abwandlung der existierenden Schneidtechnik sein. Anstelle einer totalen Dachentfernung (Plan A) kann das Dach beispielsweise auch nach vorne geklappt werden um eine Verstärkung zu umgehen.

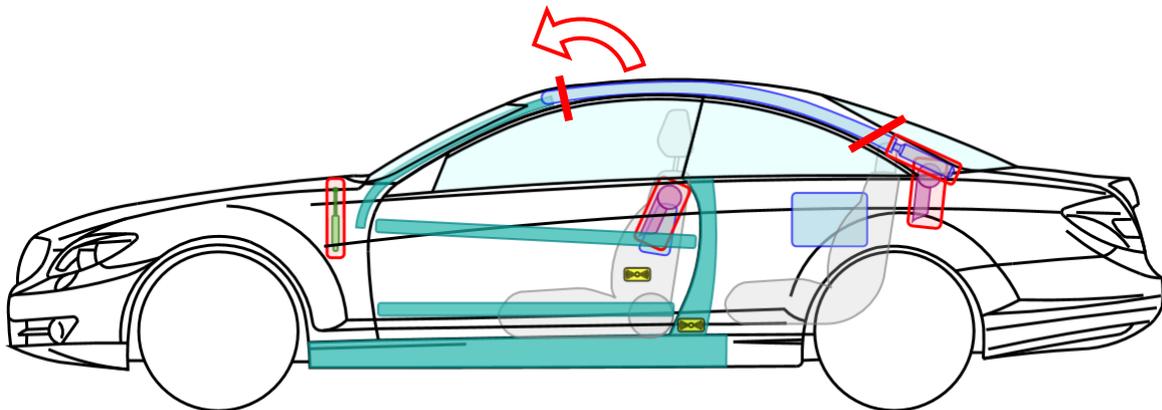


Abbildung 28: Anstatt das Dach komplett zu entfernen (Plan A) kann es auch nach vorne geklappt werden. Hierzu werden zwei Entlastungsschnitte hinter der Verstärkung der A-Säule gesetzt.

- Ein Plan B kann auch das Umgehen des verstärkten Bereiches sein. Wenn bekannt ist, wo die Verstärkung endet, kann z.B. um diese herumgeschnitten werden.

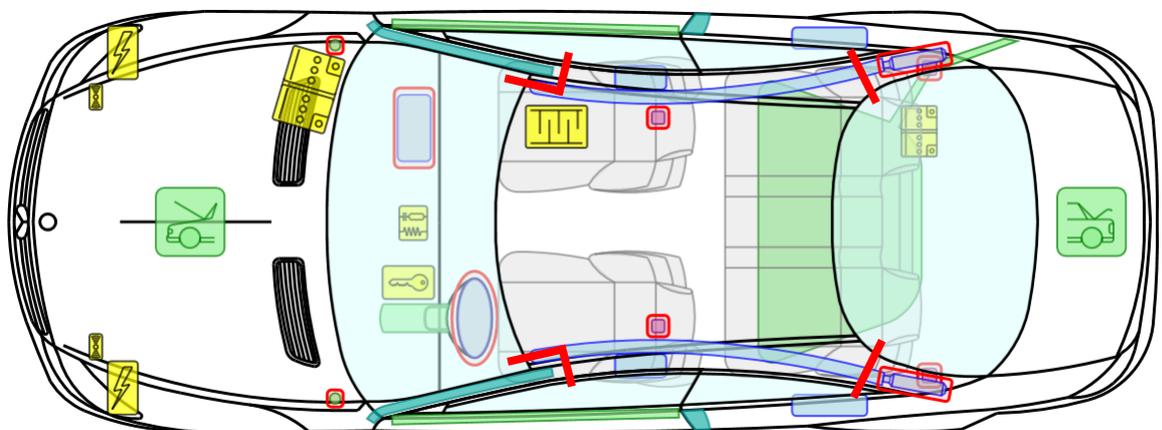


Abbildung 29: Plan B kann das Umgehen der Verstärkung sein. Das Crash Recovery System zeigt deren genaue Position, so dass um die Verstärkung herumgeschnitten werden kann.

- Plan B kann auch ein alternatives Werkzeug, z.B. eine Säbelsäge oder einen Trennschleifer enthalten.

Flexibilität

- Alternative Werkstoffe, die in der Fahrzeugkarosserie zum Einsatz kommen (z.B. Aluminium oder Kunststoff) können auch die Anwendung bewährter Techniken erschweren. Deshalb ist es wichtig flexibel auf Probleme mit den Werkstoffen zu reagieren. Einsatzkräfte sollten in der Lage sein verschiedene Techniken anzuwenden, wenn eine Technik aufgrund von unvorhergesehenem Verhalten der Werkstoffe nicht funktioniert.

Weniger ist mehr

- Schneid- und Spreizarbeiten an modernen Fahrzeugen (z.B. die totale Dachentfernung) können aufgrund der komplexen Konstruktion mehr Zeit in Anspruch nehmen. Deshalb ist es wichtig, das Ziel den Insassen so sicher und schnell wie möglich zu befreien nicht aus den Augen zu verlieren. Vielleicht gibt es alternative Rettungswege, die schneller und einfacher dargestellt werden können, auch wenn sie vielleicht für die Rettungskräfte selbst nicht so komfortabel sind.
- Ein solches Beispiel ist die Nutzung vorhandener Öffnungen des Fahrzeugs. Es ist ggf. möglich Fahrzeuginsassen durch das Heck des Fahrzeugs zu retten. Sitze können häufig umgeklappt oder entfernt werden um den Rettungsweg frei zu machen. Selbst im schlechtesten Fall, einem Fahrzeug mit einem relativ kleinen Heckfenster (Coupé oder Limousine) ist es oftmals möglich, den Heckscheibenausschnitt mit hydraulischen Rettungsgeräten entsprechend zu erweitern. Verglichen mit einer totalen Dachentfernung ergibt sich hierbei ggf. ein signifikanter Zeitvorteil.

Teamwork

- Der parallele Einsatz mehrerer Schneidgeräte (ggf. in Kombination mit einer Säbelsäge) kann die Befreiungszeit signifikant reduzieren. Viele moderne Hydraulikaggregate erlauben den parallelen Einsatz von zwei Geräten.
- Bei der Unfallrettung ist häufig der abwechselnde Einsatz verschiedener Rettungsgeräte erforderlich. Die verantwortliche Führungskraft sollte dabei immer sicherstellen, dass das nächste Werkzeug bereits einsatzbereit ist, wenn das vorherige Gerät seinen Arbeitsschritt beendet hat.
- Spreizer und Schneidgerät sollten grundsätzlich zum direkten Einsatz bereitstehen. Der abwechselnde Einsatz von Schere und Spreizer kann Probleme lösen, die durch die Verwendung alternativer Werkstoffe entstehen, z.B. das auseinanderschälen der Tür mit dem Spreizer. Mit dem Schneidgerät kann beispielsweise das Schloss abgeschnitten werden sobald in diesem Bereich ausreichend Platz vorhanden ist. Dies kann deutlich schneller sein als weiter mit dem Spreizer zu versuchen die Tür zu entfernen, erfordert aber die direkte Verfügbarkeit des Schneidgerätes.



Abbildung 30: Der vordere Kotflügel dieses Volkswagen Touareg besteht aus Kunststoff. Das Quetschen bringt nicht den gewünschten Effekt Zugang zu den Scharnieren zu erlangen. Der Geräteführer muss flexibel sein und auf Plan B umschalten um mit einer anderen Technik das Ziel zu erreichen.



Abbildung 31: Die Abbildung zeigt beispielhafte eine Methode um schnell einen Rettungsweg durch die Heckscheibe herzustellen. Anstelle einer totalen oder partiellen Dachentfernung kann der Heckscheibenausschnitt mit dem Spreizer erweitert werden, entweder indem das Dach nach oben oder die Hutablage nach unten gedrückt wird.

3.2. Schneid- und Spreiztechniken für verstärkte Fahrzeuge

Leistungsfähigkeit der Schneidgeräte maximal nutzen

- Wie bei jedem anderen Werkzeug auch erfordert der Einsatz von hydraulischen Rettungsgeräten entsprechende Übung um ein möglichst optimales Ergebnis zu erzielen.
- Um die **maximale Kraft** eines hydraulischen Rettungsgerätes zu erreichen muss der Anwender die Zeit abwarten, die das Hydraulikaggregat benötigt um den **maximalen Hydraulikdrucks** zu erreichen. Abhängig vom Hersteller kann dies einige Sekunden dauern in denen der Bediener die Bedieneinrichtung betätigt lassen muss. Die maximale Kraft ist erst bei Erreichen des maximalen Hydraulikdruck vorhanden.
- Ein hydraulisches Schneidgerät hat die **meiste Kraft im Bereich des Drehpunktes der Messer**. Deshalb ist es wichtig, dass Schneidgerät beim Ansetzen komplett zu öffnen. Wird das Gerät weggedrückt ist es möglich, dass Material mit den Messern weiter zusammendrücken um das Schneidgerät anschließend wieder näher an das zu trennende Material zu bringen. Wenn möglich sollte nicht ausschließlich mit dem Spitzen des Schneidgerätes geschnitten werden.
- Türrahmen und andere Komponenten können mit verstärkten Fahrzeugsäulen überlappen und beim Einsatz des Schneidegerätes als Abstandshalter fungieren. Der stärkste Teil des Schneidegerätes kann in einem solchen Fall die verstärkten Bereiche ggf. nicht erreichen, da der Türrahmen das Schneidegerät von der Säule weghält. In einem solchen Fall sollten die **Abstandshalter vor dem Ansetzen an der Säule entfernt** werden.
- Die Kraft eines hydraulischen Schneidgerätes steigt je weiter die Messer geschlossen werden. Profile lassen sich deshalb ggf. besser längs als quer durchtrennen.
- Um es den Fahrzeuginsassen zu ermöglichen den Sicherheitsgurt an die Körpergröße anzupassen kann der Gurtumlenker bei vielen Fahrzeugen an der B-Säule bewegt werden. Die Metallschiene der **Gurthöhenverstellung** verstärkt die Säule zusätzlich und sollte nicht durchtrennt werden.
- Bleibt das Schneidgerät beim Durchtrennen einer Säule stehen sollte es um mehr als 90° versetzt werden und ein neuer Versuch gestartet werden. Durch das Umsetzen wird die Säule ggf. weiter geschwächt und kann ggf. doch durchtrennt werden.

Reißen statt schneiden

- Reißen ist eine Alternative (Plan B) zum Durchtrennen von Bauteilen.
- Wenn eine B-Säule oder Dachkante nicht durchtrennt werden kann ist es alternative möglich, dass **Dach mit einem Hydraulikzylinder von der B-Säule abzureißen**. Selbst wenn ultrahochfeste Stähle vorhanden sind kann der Zylinder die Dachkante ggf. soweit wegdrücken, dass die Schweißpunkte abreißen und das Material reißt.
- Das zu reißende Material wird immer **an seiner schwächsten Stelle reißen**. Es ist nicht notwendig zu wissen wo diese Stelle ist, allerdings kann das Material auch an einer ungünstigen Stelle reißen.
- Reißen kann auch bei breiten Fahrzeugsäulen (z.B. C- und D-Säulen) zum Einsatz kommen und kann **auch mit einem hydraulischen Spreizer durchgeführt werden**.



Abbildung 32: Die B-Säule dieser Mercedes-Benz S-Klasse wurde mit einem Hydraulikzylinder gerissen. Der Zylinder wurde zwischen Schweller und Dachkante angesetzt und dann ausgefahren. Das Dach konnte so komplett von der B-Säule abgerissen werden.



Abbildung 33: Ein Teleskopzylinder wird hier zum Abreißen des Daches von der B-Säule verwendet. Der erste Einsatz erfolgt hinter der B-Säule. Der Holzkeil dient zum Schutz der Kolbenstange des Zylinders vor scharfen Kanten. Nach dem Umsetzen des Zylinders vor die Säule konnte das Dach komplett abgerissen werden. Ein Schwelleraufsatz kommt zum Einsatz um das Einbrechen des Zylinders in den Schweller zu verhindern, außerdem wurde die B-Säule entsprechend unterbaut.



Abbildung 34: Der Spreizer wird bei diesem Volkswagen Scirocco zum Reißen der C-Säule eingesetzt. Zuerst hatte der Geräteführer erfolglos versucht die Säule mit Schnitten von links und rechts zu durchtrennen. Anstatt den verbleibenden (schwer zugänglichen) Teil der Säule zu schneiden wurde dieser mit Hilfe des Spreizers durchgerissen.



Abbildung 35: Der hintere Teil der Dachfläche konnte in diesem Fall mit einem Hydraulikzylinder angehoben bzw. nach vorne gebogen werden. Hierzu kann es im ersten Schritt erforderlich sein Entlastungsschnitte links und rechts in die hintere Dachkante zu setzen um Startpunkte für das Reißen zu definieren. In diesem Fall ist die Dachfläche an den Schweißpunkten an der Dachkante abgerissen.



Abbildung 36: In diesem Fall wurde ein hydraulisches Schneidgerät eingesetzt um den Heckscheibenausschnitt zu erweitern. Hierzu wurden links und rechts Schnitte in die Dachkante gesetzt und die Dachkante anschließend wie ein Spoiler nach oben gebogen. Hierdurch wird ggf. bereits genug Platz gewonnen, dass der Insasse durch die Heckscheibe befreit werden kann.

Wegdrücken statt Abschneiden

- Anstatt Teile des Fahrzeuges komplett zu entfernen kann es bei modernen Fahrzeugen sinnvoller und schneller sein diese lediglich aus dem Weg zu drücken.



Abbildung 37: Das Dach dieser Mercedes-Benz C-Klasse wurde nicht abschnitten sondern lediglich zur Seite gedrückt. Diese Technik funktioniert am besten bei Fahrzeugen mit drei Säulen, da das Dach beim Wegdrücken der mittleren Säule dann nach oben gedrückt wird.

Weiche Bereiche nutzen

- Das Konzept “weiche Bereiche nutzen” umfasst Techniken, die sich auf Fahrzeugbereiche konzentrieren die im Regelfall **nicht mit ultrahochfestem Stahl verstärkt** sind.
- Ein Beispiel hierfür ist das Fahrzeugdach. Es ist ggf. Deutlich einfacher durch das **Blech der Dachfläche zu schneiden** (z.B. mit einer Säbelsäge) als die einzelnen Fahrzeugsäulen zu durchtrennen. Zwei parallele Schnitte parallel zur rechten und linken Dachkante ermöglichen die Dachfläche zusammen mit dem Dachhimmel nach vorne zu klappen (**Fischdosen-Methode**). Ggf. Ist es auch möglich nur eine Seite zu durchtrennen und das Dach anschließend auf die andere Seite zu klappen. Hinweis: Bei manchen Fahrzeugen besteht der Dachquerträger aus ultrahochfestem Stahl und kann ggf. nicht durchtrennt werden.
- Um das Durchtrennen von Fahrzeugsäulen zu vermeiden ist es auch eine Option sich durch den Kofferraum zu Arbeiten (**Tunneln durch den Kofferraum**) um Insassen durch den Heckbereich des Fahrzeugs zu retten. Weder der Kofferraumdeckel noch die Hutablage sind speziell verstärkt und können mit hydraulischen oder elektrischen Rettungsgeräten durchtrennt und so entfernt werden. Nach dem Entfernen der Rücksitzlehne ist der Weg nach hinten frei. Hinweis: Bei einigen Fahrzeugen befindet sich z.B. die Hochvoltbatterie hinter der Rücksitzbank, so dass die Anwendung dieser Methode ggf. nicht möglich ist.



Abbildung 38: Das Blech des Daches dieses Volkswagen Golfs wurde auf beiden Seiten mit einer Säbelsäge durchtrennt. Anschließend konnte es zusammen mit dem Dachhimmel nach vorne umgeklappt werden. Hierdurch ist genug Raum entstanden um den Patienten durch den Heckbereich zu retten.



Abbildung 39: Tunneln durch den Kofferraum bei einem Audi S5. Der Kofferraumdeckel wurde mit dem Schneidgerät entfernt und die Hutablage mit Säbelsäge und Schneidgerät herausgetrennt. Anschließend wurde der Rücksitz auf dem Fahrzeug entfernt.

4. Rückhaltesysteme

4.1. Sensorik für Rückhaltesysteme

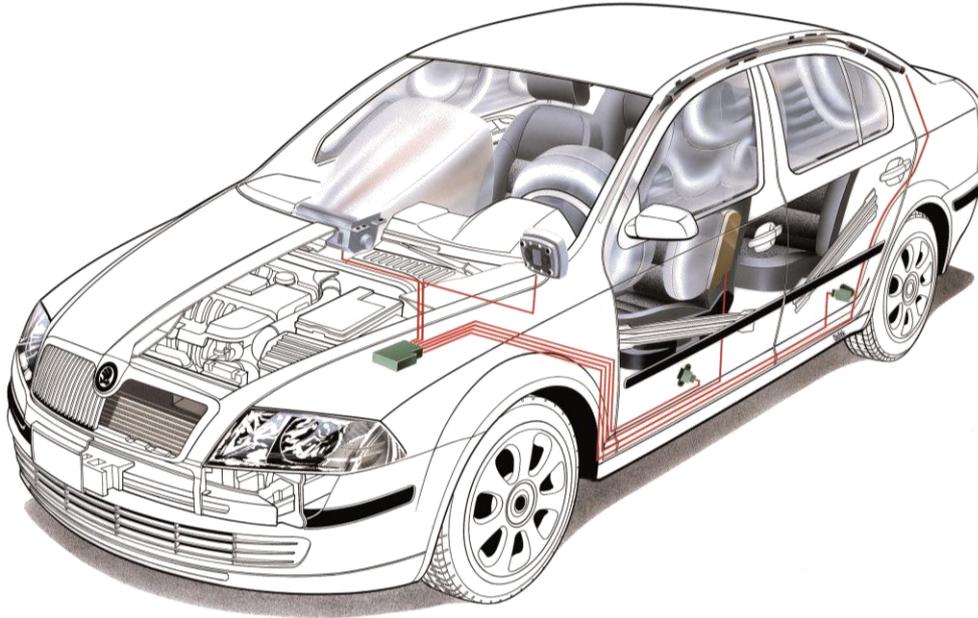


Abbildung 40: Rückhaltesysteme in einem Skoda Octavia. Die Grafik zeigt Sensoren in der Seitenstruktur, das SRS Steuergerät auf dem Mittelunnel sowie Fahrer- Beifahrer- und Kopfairbags. (Grafik: Skoda)

- Das **SRS Steuergerät** überwacht eine Reihe interner und **externer Sensoren**, z.B. Beschleunigungs- und Drucksensoren. Wird ein voreingestellter Wert überschritten löst das SRS Steuergerät die angeschlossenen Rückhaltesysteme, z.B. Airbags, Gurtstraffer oder automatische Überrollbügel aus.

Hinweis:

Das SRS Steuergerät löst grundsätzlich nur die Rückhaltesysteme aus, die in der entsprechenden Unfallkonstellation wirklich benötigt werden (siehe Kapitel 1). Es ist unwahrscheinlich, dass bei einem Fahrzeug mit sechs oder mehr Airbags alle Luftsäcke ausgelöst werden!

Hinweis:

Manche ältere verwenden **mechanische Sensoren**. Diese Sensoren arbeiten unabhängig vom Status der Zündung und vom 12/24 Volt Bordnetz.

- Die meisten SRS Steuergeräte verfügen über einen eingebauten Kondensator, der Energie zum Auslösen der Rückhaltesysteme speichert, falls die Spannungsversorgung des Fahrzeugs in einem frühen Stadium des Unfalls zusammenbricht. **Die Zeit bis zur Entladung dieses Kondensators variiert** zwischen wenigen Millisekunden bis zu 30 Minuten abhängig vom Fahrzeug.

Hinweis:

Das SRS Steuergerät und die Sensoren sind aktiv solange die Zündung des Fahrzeugs eingeschaltet ist. Die Entladung des Kondensators beginnt, sobald die Zündung ausgeschaltet wird.

- Manche Fahrzeuge verfügen über eine **Sitzbelegungserkennung** auf dem Beifahrersitz. Eine Sitzbelegungserkennung kann die Airbagauslösung von Airbags für den Beifahrer unterdrücken, wenn der Sitz zum Zeitpunkt des Unfalls nicht besetzt ist.

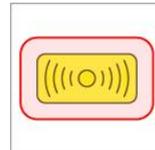


Hinweis:

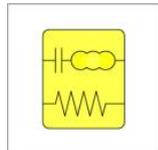
Die Einbauorte der Sensorik für das Rückhaltesystem sind in der CRS Grafik dargestellt. Mechanische Sensoren sind mit einer roten Gefahrenzone markiert.



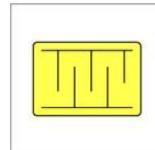
Sensor Front/Seite



Sensor Front/Seite
(mechanisch)



SRS Steuergerät



Sitzbelegungssensor

4.2. Airbags

- Ein Airbagmodul besteht grundsätzlich aus einem Gasgenerator und dem eigentlichen Airbagsack. Der Gasgenerator arbeitet entweder pyrotechnisch oder mit komprimiertem Gas oder mit einer Kombination aus beiden und erzeugt innerhalb weniger Millisekunden das für die Airbagfüllung notwendige Gasvolumen.



Abbildung 41: Schnittmodell eines Fahrerairbags. Der pyrotechnische Gasgenerator ist in der Mitte des Lenkrades sichtbar. Bei Zündung brennt die pyrotechnische Treibladung ab und erzeugt eine große Menge Stickstoff um den Airbag zu füllen. Beim Entfalten reißt dieser die Abdeckung des Lenkrades auf. (Foto: Daimler)

- Für Einsatzkräfte stellen nicht ausgelöste Airbags zwei potentielle Gefahren dar. **Airbags können durch Arbeiten mit Rettungsgeräten ausgelöst werden**, z.B. aufgrund von Manipulation an den Sensoren oder durch Kurzschlüsse. Zusätzlich kann das Durchtrennen oder anderweitige **Beschädigung der Gasgeneratoren** zum Umherfliegen von Bauteilen oder zum Freiwerden der pyrotechnischen Treibladung kommen.

- Es gibt weltweit mehrere dokumentierte Fälle bei denen Airbags bei der Unfallrettung ausgelöst haben oder bei welchen Gasgeneratoren versehentlich beschädigt wurden und Teile umhergeflogen sind.

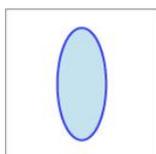


Abbildung 42: Airbagausstattung einer Mercedes-Benz A-Klasse. Ein Fahrerairbag, Knieairbags für Fahrer- und Beifahrer, sitzseitig montierte Seitenairbags vorne und hinten sowie der durchgehende Kopfairbags sind auf der Grafik erkennbar. (Grafik: Daimler)

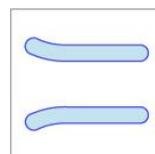


Hinweis:

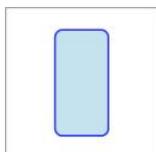
Die Einbauorte von Airbagmodulen und abgesetzt montierten Gasgeneratoren sind in der CRS Grafik mit folgenden Symbolen dargestellt:



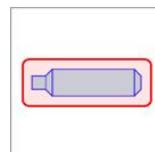
Fahrerairbag



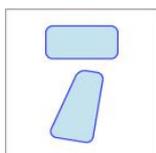
Kopfairbag



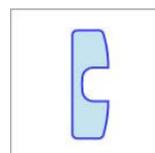
Im Armaturenbrett:
Beifahrerairbag
Im Sitz:
Anti-Submarining Airbag



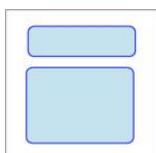
Druckgasgenerator
(z.B. für Kopfairbags)



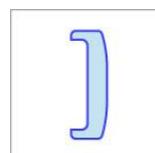
Seitenairbag (sitzseitig)



Knieairbag Fahrer



Seitenairbag (türseitig)



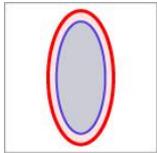
Knieairbag Beifahrer

- Manche Airbags, speziell aus den frühen Zeit der Airbagentwicklung, arbeiten ggf. rein mechanisch. **Mechanische Airbags** nutzen nicht die Spannungsversorgung des Fahrzeugs um den Gasgenerator auszulösen und können deshalb nicht ohne weitere Deaktiviert werden.
- Einige anpassungsfähige (zweistufige) Airbags lösen ggf. nur einer der Airbagstufen um den Airbag zu entfalten. Eine verbleibende Airbagstufe stellt ein gewisses Gefahrenpotential für Einsatzkräfte. Normalerweise sind ausgelöste Airbags nicht gefährlich. Allerdings gilt dies nicht für einen adaptiven Airbag bei dem eine Airbagstufe aktiv bleiben kann. Hier sind zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen geboten.



Hinweis:

Mechanische Airbags oder adaptive Airbags bei denen eine Airbagstufe aktiv bleiben kann sind in der CRS Grafik mit einer roten Gefahrenzone markiert. Weitere Hinweise sind in den interaktiven Hintergrundinformationen zu finden.



Airbag (mechanische Auslösung)

Airbag (zweistufige Auslösung, einzelne Stufe kann aktiv bleiben)

4.3. Gurtstraffer

- Ein Gurtstraffer hat die Aufgabe den Sicherheitsgurt zu straffen damit dieser nicht schlaff am Insassen anliegt sondern bei einem Unfall den Insassen möglichst frühzeitig an die Fahrzeugverzögerung koppelt. Während der Sperrmechanismus verhindert, dass der Gurt weiter ausgezogen werden kann zieht der Gurtstraffer zusätzlich am Sicherheitsgurt um diesen zu straffen.
- Gurtstraffer können entweder am Gurtaufroller montiert sein und spulen den Gurt bei Auslösung weiter auf oder sie sind am Gurtschloss bzw. Endbeschlag des Beckengurtes befestigt und ziehen den Sicherheitsgurt bei Auslösung einige Zentimeter zurück. Es können auch mehrere Gurtstraffer für einen Sitzplatz montiert sein. Die meisten Gurtstraffer arbeiten pyrotechnisch.

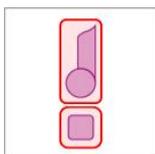


Abbildung 43: Fahrersitz mit Sicherheitsgurt. Der Gurtstraffer kann entweder am Gurtaufroller, am Gurtschloss oder am Endbeschlag des Beckengurtes montiert sein. In diesem Fall gibt es zwei Gurtstraffer, einen am Gurtschloss, einen am Endbeschlag. (Grafik: Renault)

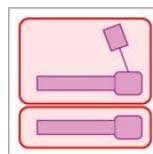


Hinweis:

Die Einbauorte der Gurtstraffer sind in der CRS Grafik dargestellt. Die Form und Größe des Symbols kann abweichen um die tatsächliche Einbausituation wiederzugeben.



Gurtstraffer
(am Aufrollautomat)



Gurtschlossstraffer
Beckengurtstraffer

4.4. Automatische Überrollbügel

- Automatische Überrollbügel werden bei Cabriolets verwendet. Sie sind so konstruiert, dass sie bei einem Fahrzeugüberschlag hinter den Sitzen hochklappen oder hochspringen um so den Überlebensraum für die Fahrzeuginsassen zu sichern. Dabei arbeiten sie im Zusammenspiel mit der verstärkten A-Säule des Fahrzeugs.
- Die meisten automatischen Überrollbügel verwenden zum Auslösen vorgespannte Federn und können deshalb einfach zurückgesetzt werden. Aus diesem Grund lösen sie nicht nur bei Überschlagsunfällen aus sondern häufig auch bei anderen Unfällen, die vom SRS Steuergerät erkannt werden.

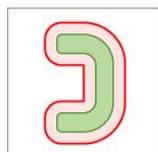


Abbildung 44: Automatischer Überrollbügel bei einem Audi A4 Cabriolet. Die beiden automatischen Überrollbügel springen hinter dem linken und rechten Sitz nach oben wenn ein Überschlag erkannt wird. (Grafik: Audi)



Hinweis:

Die Einbauorte der automatischen Überrollbügel sind in der CRS Grafik dargestellt. Die Form und Größe des Symbols kann abweichen um die tatsächliche Einbausituation wiederzugeben.



Automatischer Überrollbügel

4.5. Handhabung von Rückhaltesystemen nach dem Unfall



Hinweis:

Beim Umgang mit einem Fahrzeug das über Rückhaltesysteme verfügt, sollten die folgenden Faustregeln beachtet werden:

- **Wissen was drin ist.**
- **Auslösebereich von Rückhaltesystemen freihalten.**
- **Rückhaltesystem deaktivieren.**
- **Gefahrenzonen, speziell Gasgeneratoren, Gurtstraffer und Sensorik für Rückhaltesystem meiden.**
- **Wenn möglich Sicherheitsgurt von den Insassen entfernen.**

Weitere Einsatzhinweise finden sich in **Kapitel 6**.

Wissen was drin ist

- Wissen ob ein Fahrzeug über Rückhaltesysteme verfügt und wo sich diese befinden ist für das Arbeiten an einem modernen Fahrzeug von großer Bedeutung.



Hinweis:

Die Einbauorte der Rückhaltesysteme sind in der CRS Grafik dargestellt.

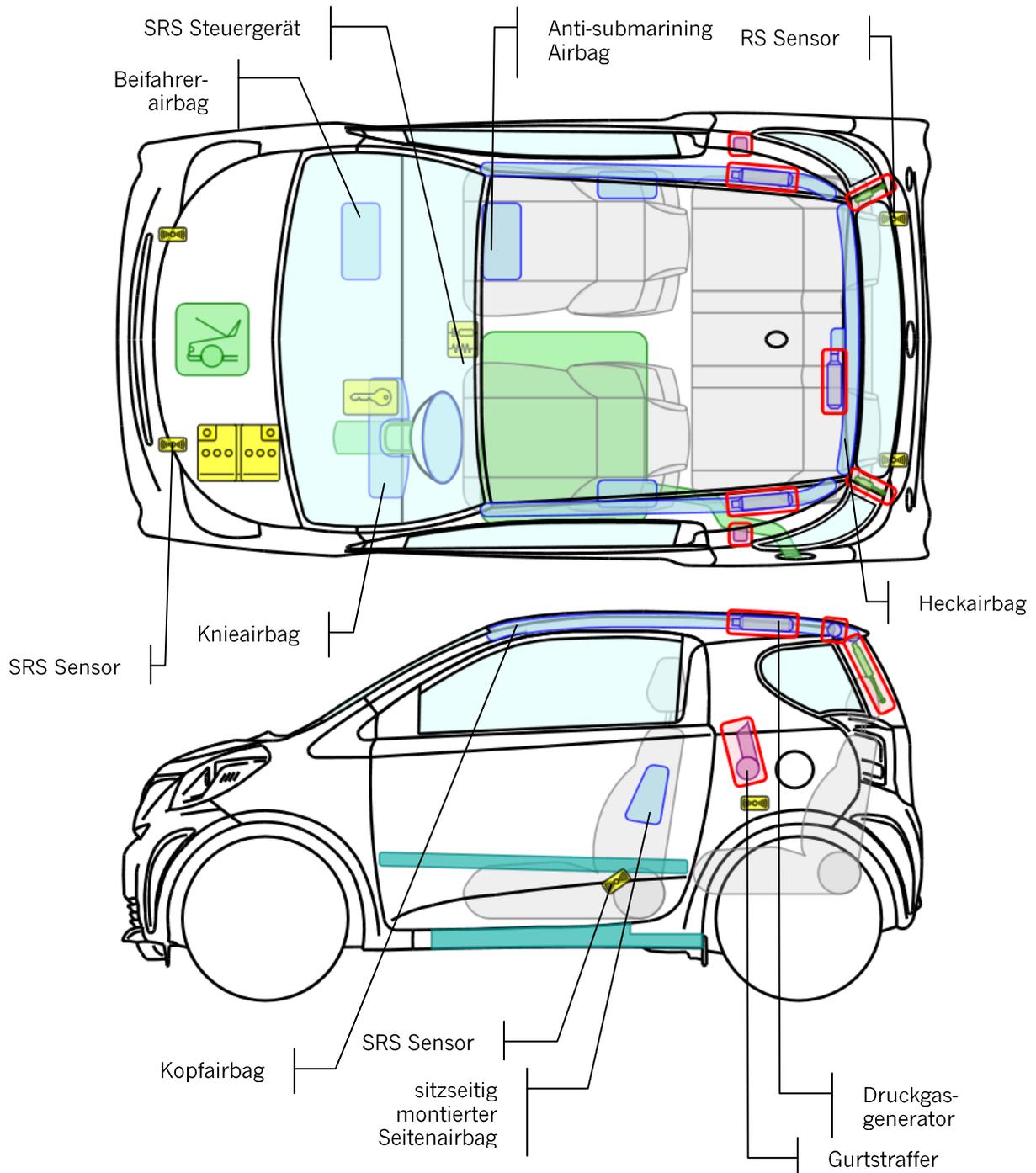


Abbildung 45: Rückhaltesysteme dargestellt an einem Toyota iQ.

5. Alternative Antriebe

Hinweis:

In diesem Kapitel werden Fahrzeuge mit Hochvoltsystem (HV-Fahrzeuge) als Beispiel herangezogen. HV-Fahrzeug bezeichnet jedes Fahrzeug mit einem elektrifizierten Antrieb, z.B. Hybridfahrzeuge, Plug-In Hybridfahrzeuge oder Elektrofahrzeuge.

Das Kapitel enthält lediglich generelle Informationen zu alternativen Antriebssystemen. Eine komplette Übersicht über die Antriebssysteme und Einsatzmaßnahmen kann dem Kursbuch *“Alternative Fahrzeugantirebe im Feuerwehreinsatz”* entnommen werden.

5.1. Sicherheitsbetrachtung

- Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind **grundsätzlich sicher!** Unterschiede in den potentiellen Gefahren, die durch Antriebskomponenten hervorgerufen wurden, werden durch die Fahrzeughersteller während der Fahrzeugentwicklung permanent beachtet und durch gezielte Maßnahmen reduziert. Hierdurch kann es jedoch zu Unterschieden bei der Handhabung dieser Fahrzeuge nach Unfällen kommen.
- Es gibt zwei grundsätzliche Prinzipien für die Auslegung eines sicheren Antriebssystems auch für den Fall eines Unfalls:

Sicher verpacken

- Kraftstofftanks, Gastanks und Hochvoltbatterien werden in Bereichen der Karosserie eingebaut die **bei der Mehrzahl der Unfälle nicht betroffen** sind, z.B. im Bereich der Hinterachse oder in der Fahrzeugmitte.
- Gastanks sowie Hochvoltbatterien verfügen ggf. über **Schutzrahmen oder sind sehr stabil ausgeführt**, so dass das Risiko einer mechanischen Beschädigung reduziert wird.
- Bei HV-Fahrzeugen ist Elektrizität eine weitere Gefahr. Deshalb verfügen Hochvoltkomponenten über einen **Berührschutz oder entsprechende Isolierung**. Anders als das 12/24 Volt Bordnetz ist das Hochvoltsystem außerdem **galvanisch von der Fahrzeugmasse getrennt**.



Abbildung 46: Frontal-Offset Crashtest mit einem Opel Ampera. Der Test zeigt das hohe Sicherheitsniveau, alle Sicherheitsfunktionen arbeiteten wie geplant. Das Antriebssystem wurde bei Unfallerkennung abgeschaltet (Abschalten); die Hochvoltbatterie wurde nicht beschädigt. (Foto: EuroNCAP)

Abschalten

- Nach einem Unfall kann die Integrität der Komponenten des Antriebssystems häufig nicht mehr garantiert werden. Deshalb soll eine **automatische Abschaltung** das Antriebssystem bei einem Unfall der eine **gewisse Schwere überschreitet** automatisch deaktivieren. In den meisten Fahrzeugen erfolgt die Unfallerkennung mit Hilfe der Sensoren des Rückhaltesystems.
- Erkennen die Sensoren des Rückhaltesystems einen Unfall wird ein Signal ausgesendet um die **relevanten Komponenten des Antriebssystems abzuschalten**, z.B. die Kraftstoffpumpe bei konventionellen Benzin- oder Diesel-Fahrzeugen. Bei HV-Fahrzeugen werden Schutzrelais an der Batterie geöffnet um die Hochvoltbatterie vom Hochvoltstromkreis zu trennen.

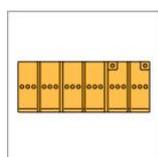


Abbildung 47: Die Abbildung dieses Toyota Yaris Hybrid zeigt deutlich die Einbauorte der Komponenten der Hochvoltanlage. Die Hochvoltbatterie befindet sich unter dem Rücksitz. Orangefarbene Hochvoltkabel verlaufen am Fahrzeugboden zum Motorraum, wo sie mit dem Elektromotor und anderen Komponenten verbunden sind. (Grafik: Toyota).

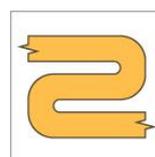


Hinweis:

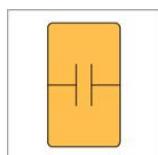
Die Einbauorte von Hochvoltkomponenten sind in der CRS Grafik dargestellt.



Hochvoltbatterie



Hochvoltkabel
Hochvoltkomponente



Ultrakondensator

5.2. Wichtige Hinweise zu HV-Fahrzeugen

- HV-Fahrzeuge können **betriebsbereit sein, obwohl kein Motorengeräusch zu hören ist**.
- Hochvoltkabel sind mit einer **orangefarbenen Isolierung** versehen. Hochvoltkomponenten sind mit entsprechenden Warnaufklebern gekennzeichnet.



Abbildung 48: Beispiele für Warnaufkleber an Hochvoltkomponenten.

- Die meisten HV-Fahrzeuge verfügen über eine Hochvoltbatterie sowie **eine oder mehrere konventionelle 12 Volt Batterien**.
- Das **Hochvoltsystem und das 12/24 Volt Bordnetz können über einen elektrischen Konverter miteinander verbunden sein**, der 12/24 Volt Spannung aus der Hochvoltbatterie erzeugt, solange das Fahrzeug eingeschaltet ist.
- Deshalb ist es möglich, dass die Unterbrechung des 12/24 Volt Bordnetzes weder das Hochvoltsystem noch das 12/24 Volt Bordnetz deaktiviert sofern die Zündung des Fahrzeugs noch eingeschaltet ist.
- Eine automatische Abschaltung des Antriebs soll erfolgen, wenn ein Aufprall eine gewisse Schwere überschreitet. **Ein ausgelöster Airbag ist ein Indikator, dass das Fahrzeug eine entsprechende Kollision erkannt hat**.
- Allerdings verfügen nicht alle Fahrzeuge über diese automatische Abschaltung und nicht alle Unfallarten können durch die Sensoren des Rückhaltesystems auch erkannt werden. Einsatzkräfte sollten deshalb immer davon ausgehen, dass **Hochvoltbatterien und andere Hochvoltkomponenten noch Spannung führen und voll aufgeladen sind**.
- Einsatzkräfte sollten immer **manuelle Maßnahmen zur Deaktivierung des Antriebs** (und der anderen Fahrzeugsysteme) ergreifen. Das Antriebssystem kann in vielen Fällen durch das Ausschalten der Zündung **und** der Unterbrechung des 12/24 Volt Bordnetzes abgeschaltet werden. Bei manchen Fahrzeugen sind weitere Deaktivierungsschritte notwendig. Alternative Deaktivierungsmethoden sind fahrzeugspezifisch und Bestandteil der CRS Informationen.
- **Beschädigungen der Hochvoltbatterie oder eines Ultrakondensators** kann zum direkten oder verzögerten Austritt von giftigen und/oder entflammenden Gasen oder zum Brand führen. Weitere Informationen hierüber enthält das Kursbuch: *“Feuerwehreinsatz an alternative angetriebenen Kraftfahrzeugen”*.



Abbildung 49: Extrem beschädigter Honda Civic Hybrid nach Baumanprall. Der ausgelöste Airbag ist ein Indikator dafür, dass das Hochvoltssystem abgeschaltet worden ist (Abschalten). Trotzdem sollte immer angenommen werden, dass Hochvoltkomponenten noch Spannung führen und voll aufgeladen sind. Die Hochvoltkabel sind rechts im Bild deutlich an ihrer orangefarbenen Isolierung zu erkennen. Es gibt i.d.R. keinen Grund diese Kabel zu durchtrennen. Die Hochvoltbatterie befindet sich bei diesem Fahrzeug hinter der Rücksitzlehne. Sie wurde in diesem Fall nicht beschädigt was die Bemühungen der Hersteller unterstreicht derartige Komponenten in sicheren Bereichen einzubauen (sicher verpacken).



Abbildung 50: Dieser Toyota Prius war in einen Heckaufprall verwickelt. Wieder haben Airbags ausgelöst (nicht typisch für diese Unfallart) und sind ein Indikator dafür, dass das Hochvoltssystem ggf. bereits abgeschaltet wurde. Allerdings zeigt ein Blick auf das Bild, dass die Fahrzeugbeleuchtung noch funktioniert. Dies zeigt, dass HV-Fahrzeuge auch mit einer 12 Volt Batterie ausgestattet sind. Ist die Zündung noch eingeschaltet, sind trotz teilweiser Abschaltung die Rückhaltesysteme und deren Sensoren noch aktiv. (Foto: Feuerwehr Hofheim im Taunus)



Abbildung 51: Dieser Toyota Prius war in einen Fahrzeugüberschlag verwickelt. Dabei wurden keine Airbags ausgelöst. Rettungskräfte müssen derartige Fahrzeuge deshalb manuell deaktivieren. Es ist von großer Bedeutung die Zündung des Fahrzeugs auszuschalten und das 12/24 Bordnetz zu unterbrechen. In diesem Fall befindet sich die 12 Volt Batterie im Kofferraum und ist leicht zugänglich. (Foto: Tipton Volunteer Fire Company)

5.3. Handhabung alternativer Antriebe nach dem Unfall



Hinweis:

Beim Umgang mit einem Fahrzeug das über einen alternativen Antrieb verfügt, sollten die folgenden Faustregeln beachtet werden:

- **Wissen was drin ist.**
- **Gasaustritt und Schaden an Hochvoltbatterien/Kondensatoren prüfen.**
- **Fahrzeug gegen wegrollen sichern.**
- **Antriebssystem deaktivieren.**
- **Gefahrenzonen, speziell Hochvoltbatterien und Kondensatoren meiden.**

Weitere Einsatzhinweise finden sich in **Kapitel 6**.

Wissen was drin ist

- Wissen ob ein Fahrzeug über einen alternativen Antrieb verfügt und wo sich die relevanten Komponenten befinden, ist für das Arbeiten an einem modernen Fahrzeug von großer Bedeutung.



Hinweis:

Die Einbauorte der Komponenten des alternativen Antriebs sind in der CRS Grafik dargestellt.

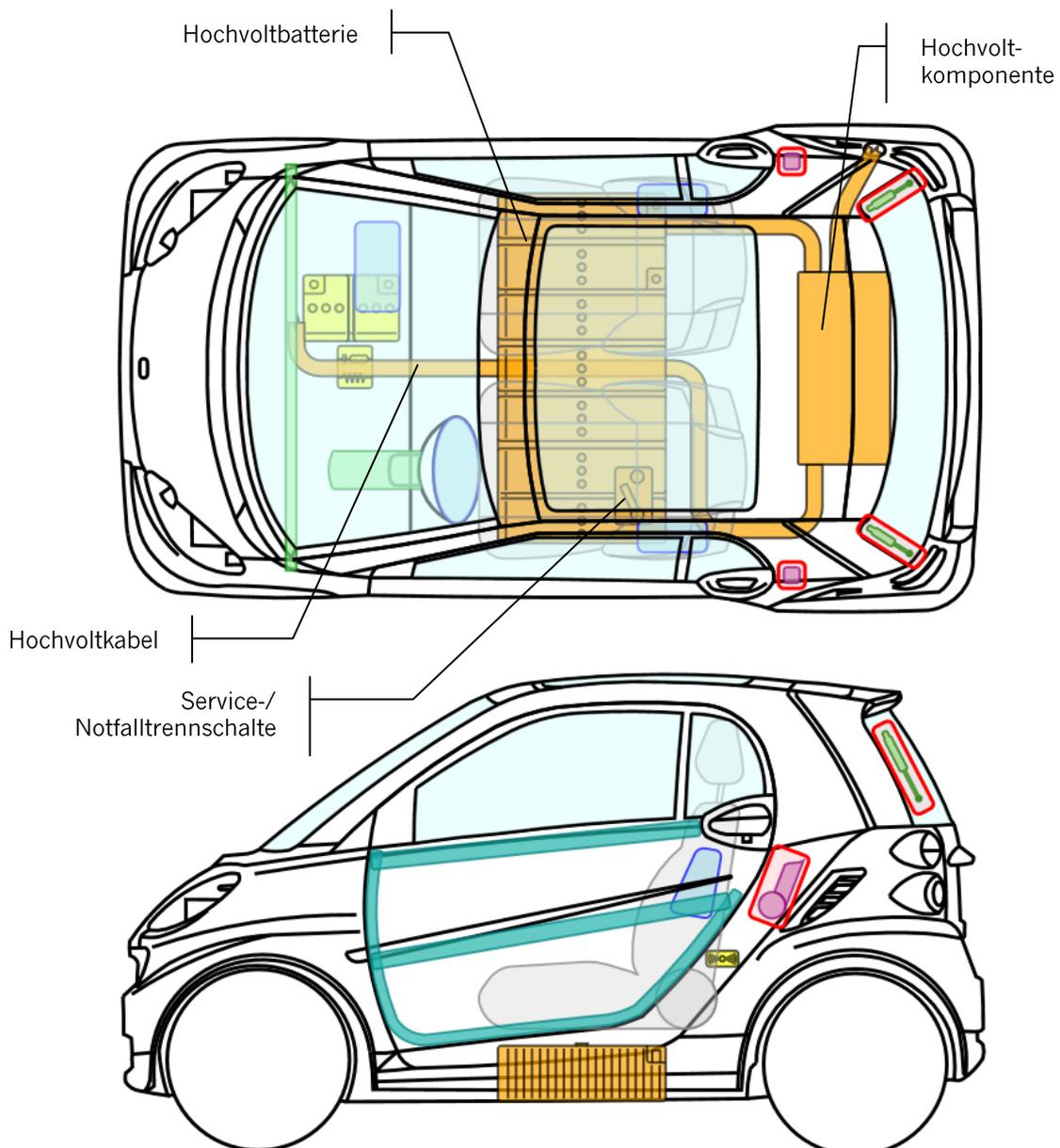


Abbildung 52: Komponenten des alternativen Antriebs, hier ein Smart Fortwo ED.

6. Hinweise für den Einsatz

- Die größte Herausforderung bei der Definition von Einsatzhinweisen ist es, diese möglichst universell für alle Fahrzeugtypen und Antriebssysteme zu formulieren. Dies ist zwar möglich, führt aber zu einer sehr großen Anzahl an Hinweisen für alle erdenklichen Situationen.
- Für Einsatzkräfte sollte das Ziel deshalb sein, Informationen zur Fahrzeugausstattung und zum Antriebssystem in einer frühen Phase des Einsatzes zu beschaffen. Dieses Wissen reduziert die notwendigen Verhaltensregeln signifikant.
- Die Herausforderungen im Hinblick auf moderne Fahrzeugtechnologien lassen sich nur durch eine ganzheitliche Herangehensweise lösen. Neben der richtigen Geräteausstattung ist es insbesondere wichtig, dass Einsatzkräfte über das notwendige Grundwissen verfügen. Fahrzeugspezifische Detailinformationen liefert das Crash Recovery System.



Abbildung 53: Ganzheitlicher Lösungsansatz zum Umgang mit modernen Fahrzeugen.

6.1. Einsatzgrundsätze

- **Wissen was drin ist.**
- **Gasaustritt und Schaden an Hochvoltbatterien/Kondensatoren prüfen.**
- **Fahrzeug gegen wegrollen sichern.**
- **Auslösebereich von Rückhaltesystemen freihalten.**
- **Fahrzeug deaktivieren.**
- **Wenn möglich Sicherheitsgurt von den Insassen entfernen.**
- **Gefahrenzonen meiden.**
- **Extreme Karosserieverstärkungen meiden**

6.2. Wissen was drin ist



Abbildung 54: Einsatzbeispiel aus Venray (Niederlande). Eine Abfrage des Kennzeichens ergab, dass das beteiligte Fahrzeug auf Flüssiggasantrieb umgerüstet war.

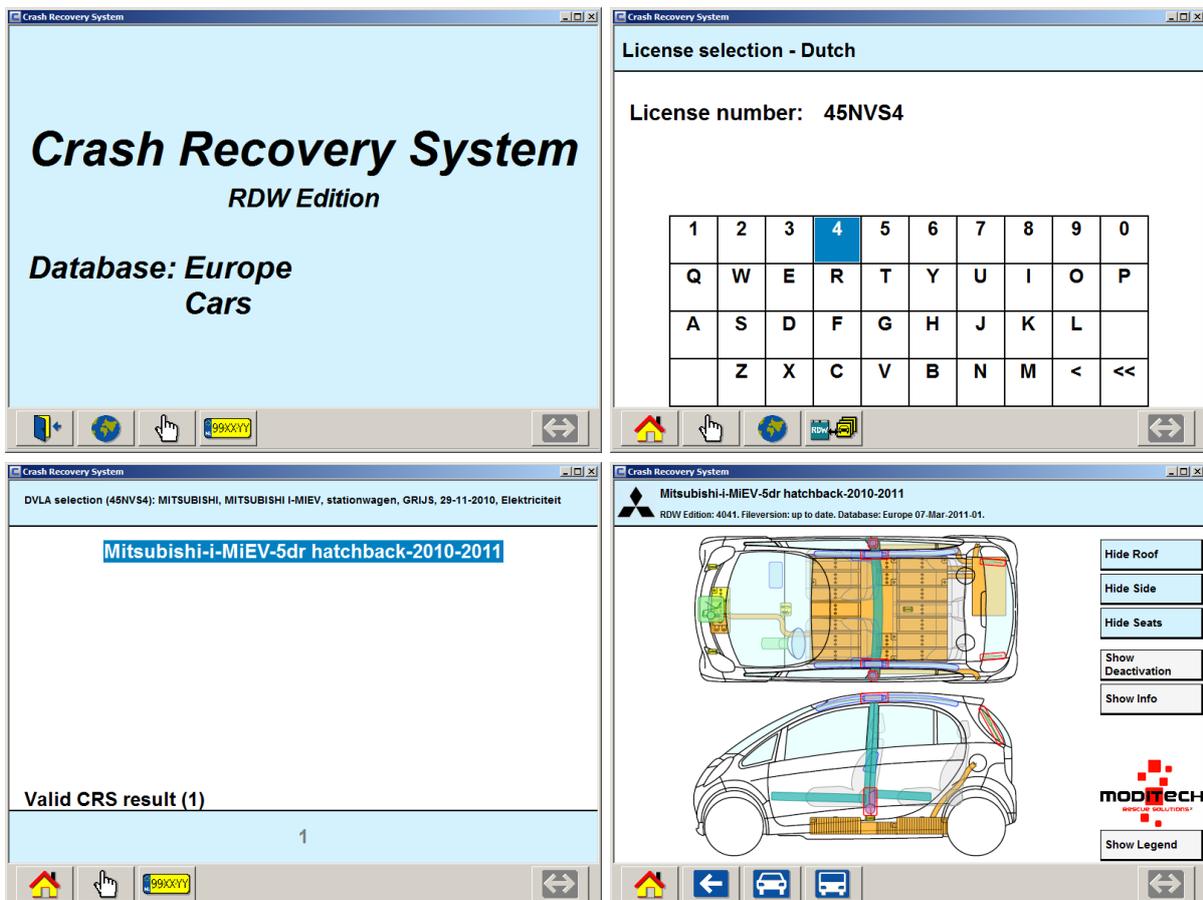


Abbildung 55: Kennzeichenabfrage mit dem Crash Recovery System. Die Kopfzeile unten links zeigt das Ergebnis aus der nationalen Kennzeichendatenbank. In diesem Fall handelt es sich um ein Elektrofahrzeug, welches direkt vom Crash Recovery System dargestellt wird.

- Es gibt kein sicheres äußeres Erkennungsmerkmal für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben.



Hinweis:

Die einfachste und sicherste Möglichkeit um Informationen zur Art des Antriebs und zur einsatzrelevanten Fahrzeugausstattung zu erhalten ist die Abfrage des Fahrzeugkennzeichens mit Hilfe des Crash Recovery Systems.

Fahrzeuge bei denen der alternative Antrieb nachgerüstet wurde, können im Crash Recovery System nicht erfasst werden. Trotzdem wird bei der Kennzeichenabfrage die Art des Antriebs angezeigt!



Hinweis:

'**Wissen was drin ist**' ermöglicht es Stabilisierungs-, Deaktivierungs- und Befreiungstechniken an die tatsächliche Fahrzeugausstattung anzupassen und somit die Sicherheit zu erhöhen und die Rettungszeit zu verkürzen.

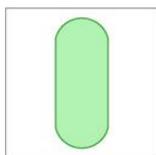
6.3. Gasaustritt und Schaden an Hochvoltbatterien/Kondensatoren prüfen.

- Abhängig von der Art des Antriebs sollten Einsatzkräfte das Fahrzeug auf relevante Beschädigungen von Komponenten des Antriebssystems überprüfen.
- Bei Fahrzeugen mit **CNG, LPG oder Wasserstoffantrieb** kann ein Zischen, Gasgeruch, Eisbildung im Bereich der **Gastanks** ein Anzeichen für einen Gasaustritt sein.
- Im Falle eines HV-Fahrzeugs sind Hinweise auf einen Brand (Schmoren, Rauchentwicklung) oder Geräusche (Blubbern, Knistern, Zischen, Knallen) Anzeichen für eine **Beschädigung der Hochvoltbatterie**.
- Beschädigte **Ultrakondensatoren** können (abhängig von Ihrer Spannung) auch eine potentielle Stromschlaggefahr darstellen. Diese Kondensatoren enthalten auch das Lösungsmittel Acetonitril. Acetonitril ist leicht entflammbar und gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und/oder Hautkontakt.

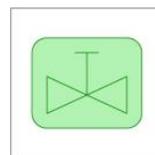


Hinweis:

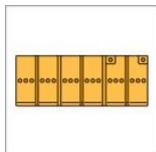
Die Einbauorte von Gastanks und Sicherheitsventilen sowie Hochvoltbatterien und Ultra-Kondensatoren sind in der CRS Grafik dargestellt und erlauben eine schnelle Abschätzung, ob Beschädigungen vorliegen können.



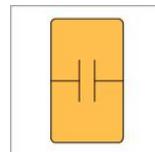
Gastank
(CNG, LPG, Wasserstoff)



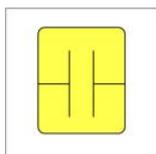
Sicherheitsventil



Hochvoltbatterie



Ultrakondensator
(> 30 Volt)



Ultrakondensator
(< 30 Volt)

- Sollte eine Hochvoltbatterie oder ein Ultrakondensator beschädigt sein oder im Falle eines Gasaustrittes von CNG, LPG oder Wasserstoff sind spezielle Maßnahmen erforderlich.
- Weitere Informationen hierzu finden sich in Kursbuch "**Alternative Fahrzeugantirebe im Feuerwehreinsatz**".

6.4. Fahrzeug gegen wegrollen sichern



Hinweis:

HV-Fahrzeuge können betriebsbereit sein, auch wenn kein Motorgeräusch zu hören ist!

- **Alle** Fahrzeuge sollten deshalb frühzeitig gegen Wegrollen gesichert werden:
 - Räder mit Unterlegkeilen sichern
 - Automatik in Stellung „P“ bringen
 - Feststellbremse/elektronische Parkbremse betätigen

6.5. Auslösebereich von Rückhaltesystemen freihalten

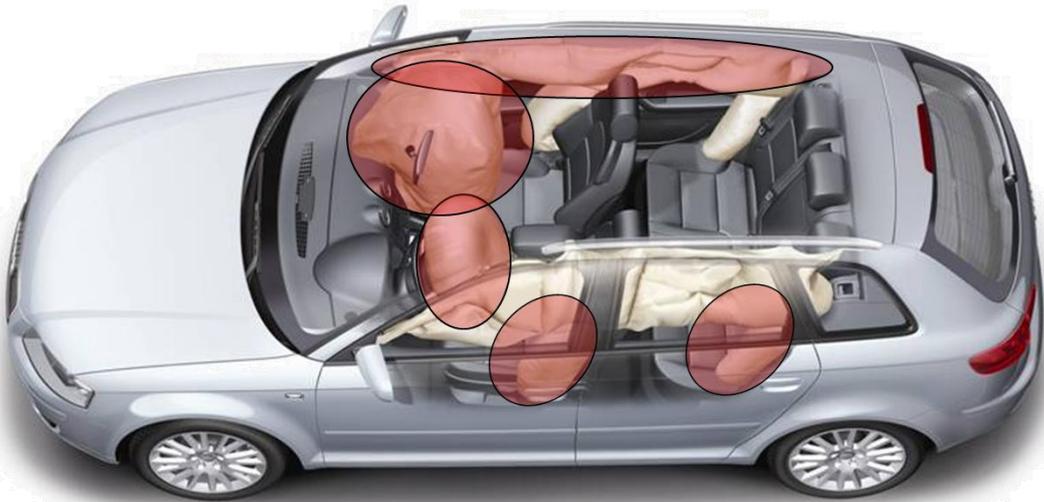


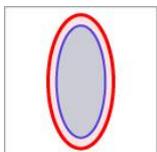
Abbildung 56: Die Grafik verdeutlicht die notwendigen Sicherheitsabstände von nicht ausgelösten Airbags. Rettungskräfte sollten zu nicht ausgelösten Seiten- und Kopfairbags 30 cm, zu nicht ausgelösten Fahrerairbags 60 cm und zu nicht ausgelösten Beifahrerairbags 90 cm Sicherheitsabstand einhalten, wenn am Fahrzeuge mit Rettungsgeräten gearbeitet wird. (Grafik: Audi)

- Rettungskräfte sollten sich bewusst sein, dass das Arbeiten im Auslösebereich eines Airbags ein Gefahrenpotential in sich birgt. Deshalb ist es sinnvoll von nicht ausgelösten Airbags einen Sicherheitsabstand einzuhalten, zumindest dann, wenn mit Rettungsgeräten am Unfallfahrzeug gearbeitet wird.
- Abhängig vom Volumen der Airbags wird empfohlen während des Einsatzes von Rettungsgeräten 30 cm Abstand von nicht ausgelösten Seiten- und Kopfairbags, 60 cm Abstand von nicht ausgelösten Fahrerairbags und 90 cm Abstand von nicht ausgelösten Beifahrerairbags einzuhalten.
- Sind automatische Überrollbügel vorhanden, sollte auch deren Auslösebereich freigehalten werden.
- Rettungskräfte sollten keine Gegenstände auf nicht ausgelösten Airbags oder automatischen Überrollbügel ablegen, da diese bei einer Auslösung zu Geschossen werden können.



Hinweis:

Ausgelöste Airbags sind in der Regel sicher. In einigen Ausnahmefällen (insbesondere bei Fahrzeugen, die für den nordamerikanischen Markt gebaut sind) ist es möglich, dass nach der Airbagauslösung eine scharfe Stufe des Gasgenerators zurückbleibt. Solche Airbags sind in der CRS Grafik mit einer roten Gefahrenzone markiert. Auch mechanische Airbags verfügen über eine derartige Kennzeichnung.



Airbag (zweistufige Auslösung, einzelne Stufe kann aktiv bleiben)

6.6. Fahrzeug deaktivieren

- Um ein sicheres Arbeiten an einem verunfallten Fahrzeug zu ermöglichen, sollten soweit möglich **alle Fahrzeugsysteme (Antriebssystem, Rückhaltesystem elektrisches System) deaktiviert werden.**
- Ein Fahrzeug sollte demnach wie eine Maschine behandelt werden. Ist eine Person in einer Maschine eingeklemmt, ist die Deaktivierung der Maschine ein Schritt mit hoher Priorität.

1. Zündung ausschalten.

Hinweis:

Durch das Ausschalten der Zündung wird im Regelfall:

- Das Antriebssystem deaktiviert, z.B. durch Abschalten des Motors oder der Kraftstoffpumpe, durch Schließen von Ventilen an Gastanks oder durch Abschaltung der Hochvoltanlage.
- Die Stromversorgung des SRS Steuergerätes und der SRS Sensoren unterbrochen. Die Kondensatoren im Steuergerät entladen sich daraufhin.
- Verhindert, dass das Fahrzeug ungewollt anspringt, z.B. wenn das Fahrzeug bewegt werden muss.

Hinweis:

Vor dem Deaktivieren des Fahrzeugs sollte geprüft werden, ob **elektrische Systeme wie z.B. die Lenksäulenverstellung, Sitzverstellung oder elektrische Fenster noch sinnvoll genutzt werden können.**

- Zum Ausschalten der Zündung Zündschlüssel in Stellung "off" drehen. Bei Fahrzeugen mit elektrischer Sitzverstellung oder elektrisch verstellbaren Lenksäule sollte der Schlüssel im Zündschloss verbleiben, da sich diese bewegen können sobald der Zündschlüssel abgezogen wird.

2. 12/24 Volt Bordnetz des Fahrzeugs unterbrechen.

Hinweis:

Durch die Unterbrechung des 12/24 Volt Bordnetzes wird im Regelfall:

- Das Risiko von Bränden aufgrund von Kurzschlüssen reduziert.
- Die Gefahr einer nachträglichen Auslösung von Rückhaltesystemen durch Kurzschlüsse herabgesetzt.
- Ungewolltes Wiedereinschalten verhindert.
- Das Luftfederungssystem abgeschaltet (Busse) um ein sicheres Anheben des Fahrzeugs zu ermöglichen.



Hinweis:

Mechanisch ausgelöste Rückhaltesysteme können durch Ausschalten der Zündung oder das Abklemmen des 12/24 Volt Bordnetzes nicht deaktiviert werden.

Hinweis:

Die **Warnblinkanlage** des Fahrzeugs kann als Indikator für ein aktives 12/24 Volt Bordnetz dienen. Wurde bei eingeschalteter Warnblinkanlage eine Batterie abgeklemmt und blinkt die Warnblinkanlage weiter, befindet sich eine weitere Batterie im Fahrzeug.

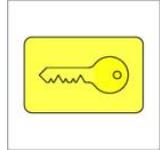
Fahrzeuge mit Start/Stop-Knopf deaktivieren

- Manche Fahrzeuge verfügen nicht über einen konventionellen Zündschlüssel. Diese werden i.d.R. mit einem Start/Stop-Knopf an- und abgeschaltet. **Der Start/Stop-Knopf befindet sich meist auf dem Armaturenbrett oder im Bereich des Gangwahlhebels.** Zum Starten des Fahrzeugs muss sich der elektronische Schlüssel im Innenraum befinden.



Hinweis:

Das Vorhandensein eines (optionalen) Start/Stop-Knopfes wird in der CRS Grafik dargestellt.



Start/Stop Knopf
Motor abschalten

- Um ein eingeschaltetes Fahrzeug auszuschalten, muss der **Start/Stop-Knopf einmal gedrückt werden.** Dabei darf das Bremspedal nicht betätigt werden.

Hinweis:

Wenn das Fahrzeug bereits ausgeschaltet ist, kann die Zündung (bzw. der Motor) durch Drücken des Start/Stop-Knopfes wieder aktiviert werden. Deshalb ist es wichtig vor dem Betätigen zu **prüfen, welchen Status die Zündung hat.**



Abbildung 57: Start/Stop-Knopf, hier bei einem Toyota Prius

- Um ein ungewolltes Wiedereinschalten auszuschließen, sollte der elektronische Schlüssel (wenn möglich) **mindestens 5 Meter aus dem Innenraum entfernt werden.** Auch durch Abklemmen des 12/24 Volt Bordnetzes wird verhindert, dass die Zündung wieder eingeschaltet werden kann.

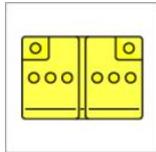
Informationen zum Abklemmen der Batterie

- Der Einbauort der Batterie(n) variiert von Fahrzeug zu Fahrzeug. Batterien können im Motorraum, Radkasten, Kofferraum, unter Sitzen oder im Fahrzeugboden eingebaut sein.
- Bei manchen Fahrzeugen wird mehr als eine 12 Volt Batterie für das Bordnetz verwendet. LKW und Busse verwenden normalerweise zwei in Reihe geschaltete 12 Volt Batterien für ihr 24 Volt Bordnetz.

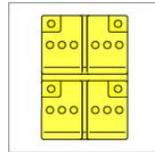


Hinweis:

Die Einbauorte der 12/24 Volt Batterien sind in der CRS Grafik dargestellt. Sind mehrere Batterien vorhanden, werden die jeweils möglichen Konstellationen angezeigt.



Batterie (12 V)



Batterie (24 V)



Hinweis:

Das CRS gibt auch interaktive Hinweise, wie die Front- bzw. Heckklappe geöffnet werden kann.



Öffnen der Frontklappe



Öffnen der Heckklappe



Hinweis:

Die interaktiven Hinweise im CRS können Rettungskräfte auch mit Hinweisen zum Abklemmen der Batterie oder Hinweisen auf externe Abklemmpunkte versorgen.

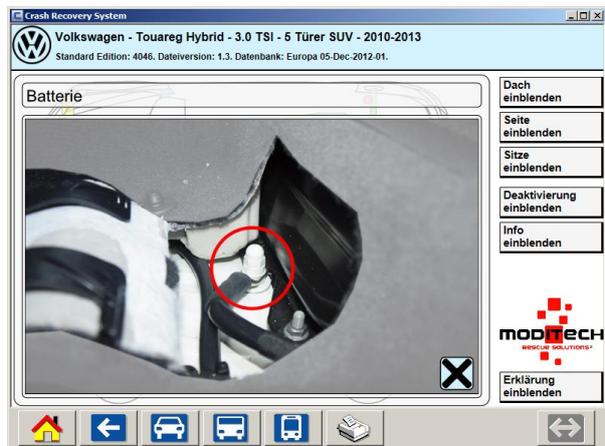
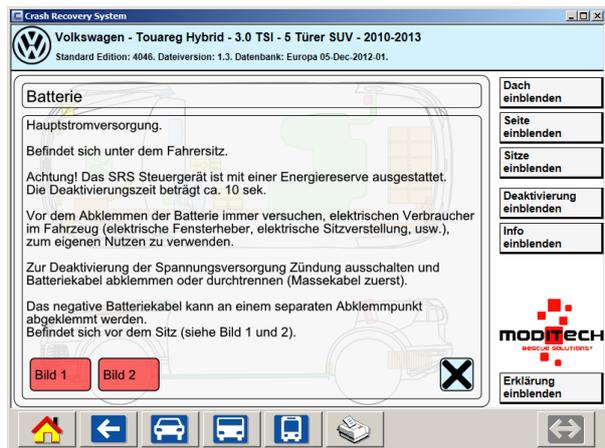
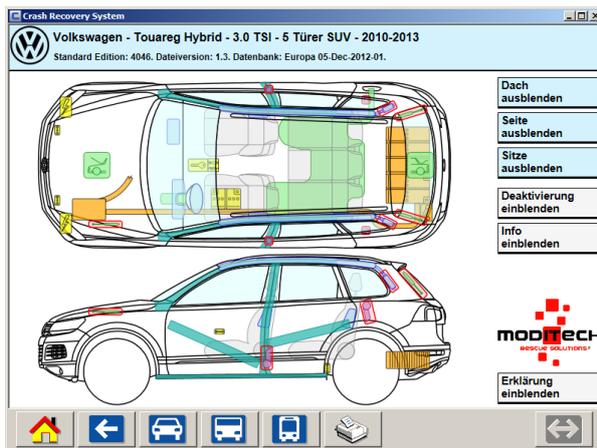
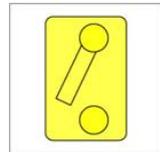


Abbildung 58: Die 12 Volt Batterie dieses Volkswagen Touareg Hybrid befindet sich unter dem linken vorderen Sitz. Das Massekabel der Batterie ist an einem Massepunkt vor dem Sitz mit dem Fahrzeugboden verschraubt. Durch eine Klappe im Teppich ist dieser Abklemmpunkt zugänglich.



Hinweis:

LKW und Busse verfügen häufig über Batterie Hauptschalter zur Unterbrechung des 24 Volt Bordnetzes. Die Nutzung des Batterie Hauptschalters ist häufig schneller und einfacher als das Abklemmen der Batterien. Der Einbauort des Batterie Hauptschalters ist in der CRS Grafik vermerkt.



Batterie Hauptschalter

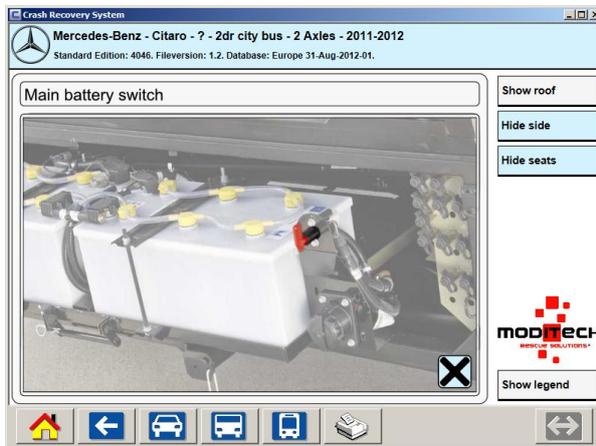
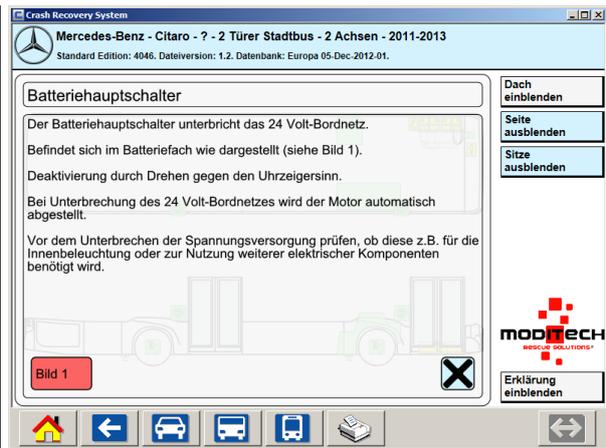
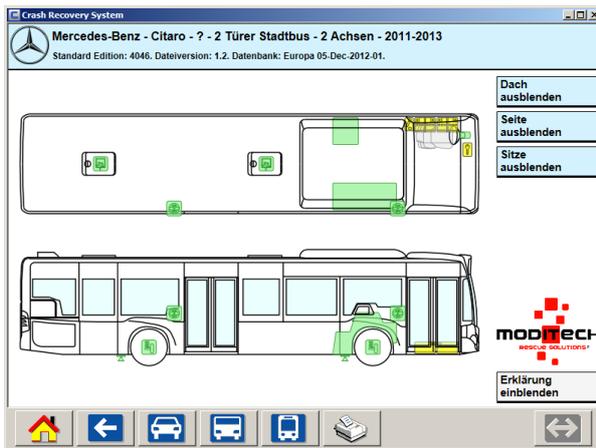


Abbildung 59: Das 24 Volt Bordnetz dieses Mercedes-Benz Citaro Stadtbusses ist mit einem Batterie Hauptschalter ausgestattet, der zur Abschaltung des elektrischen Systems genutzt werden kann.

12/24 Bordnetz und Hochvoltsystem bei HV-Fahrzeugen deaktivieren – Methode 1



Hinweis:

Zur Deaktivierung eines HV-Fahrzeugs sind bei einigen Herstellern zusätzliche (fahrzeugspezifische) Deaktivierungsschritte zum Ausschalten der Zündung und zum Unterbrechen des 12/24 Volt Bordnetzes erforderlich.



Hinweis:

Schritt-für-Schritt Anweisungen zum Deaktivieren des Fahrzeugs finden sich im Crash Recovery System unter Deaktivierung.

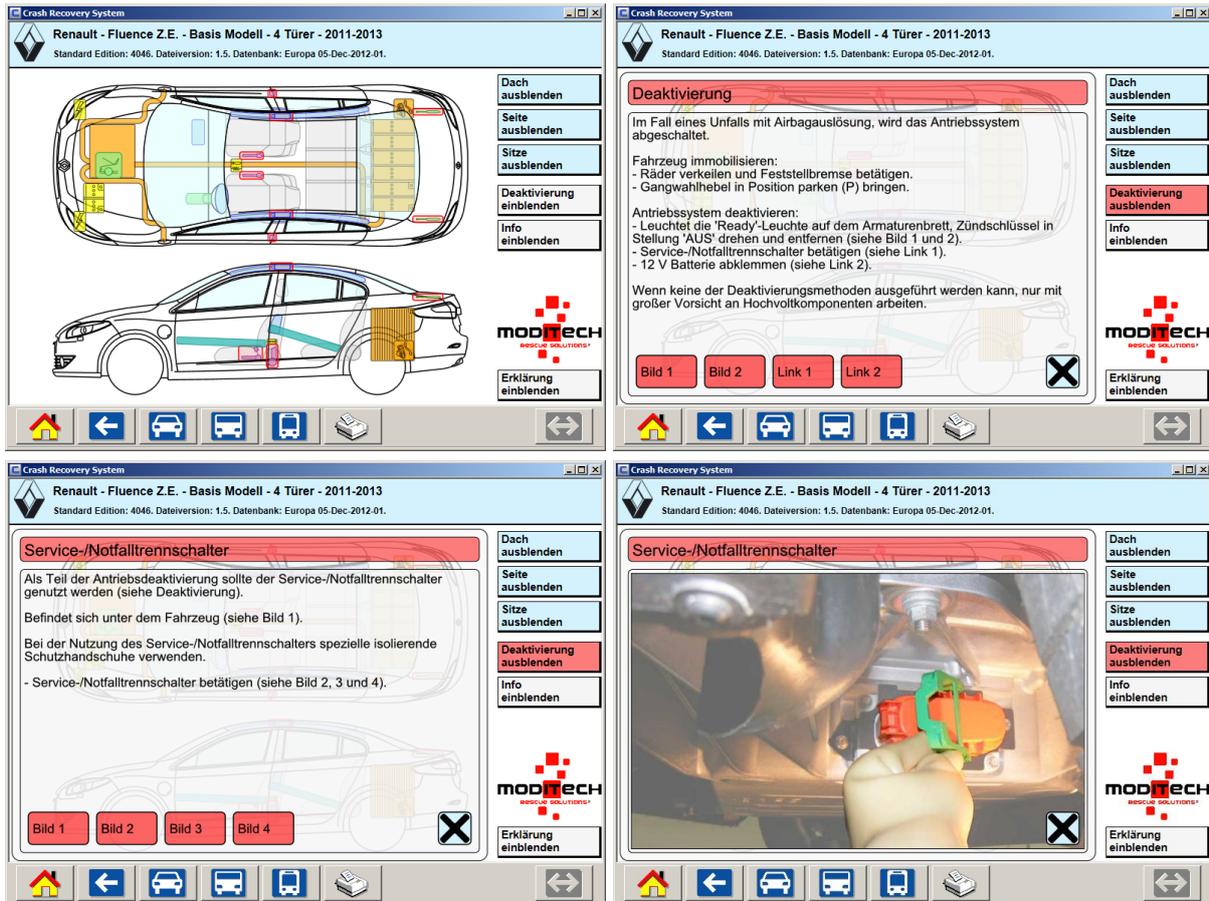


Abbildung 60: Zusätzlich zum Ausschalten der Zündung und zum Abklemmen der 12 Volt Batterie muss bei diesem Fahrzeug Renault Fluence Z.E. ein Service-/Notfalltrennschalter abgezogen werden. Die Position des Schalters ist in der CRS Grafik dargestellt. Dabei muss beachtet werden, dass zum Entfernen des Steckers spezielle Schutzausrüstung (isolierender Handschuh) getragen werden muss.

12/24 Bordnetz und Hochvoltsystem bei HV-Fahrzeugen deaktivieren – Alternative Methode



Hinweis:

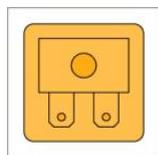
Bei HV-Fahrzeugen führt das **alleinige Unterbrechen des 12/24 Volt Bordnetzes** unter Umständen **weder zur Deaktivierung des Hochvoltsystems noch des 12/24 Volt Bordnetzes** solange die Zündung des Fahrzeugs eingeschaltet ist.



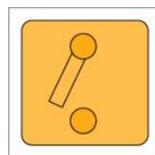
Hinweis:

Für den Fall dass die Zündung oder der Start/Stop-Knopf nicht zugänglich sind enthält das CRS i.d.R. eine alternative Methode um zumindest das Hochvoltsystem des Fahrzeugs zu deaktivieren.

Die Einbauorte von Komponenten die für **die primäre oder alternative Deaktivierung** erforderlich sind, sind in der CRS Grafik mit folgenden Symbolen gekennzeichnet.



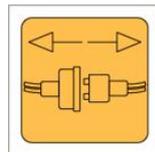
Notabschaltung
(Sicherung entfernen)



Notabschaltung
(Schalter betätigen)



Notabschaltung
(Servicestecker ziehen)



Notabschaltung
(Steckverbindung trennen)



Notabschaltung
(Kabelverbindung trennen)



Notabschaltung
(Kabelverbindung abschrauben)



Notaus-Schalter



Hinweis:

Solange die Zündung des Fahrzeugs noch eingeschaltet ist **deaktivieren einige der alternativen Methoden lediglich das Hochvoltsystem** des Fahrzeugs. Das 12/24 Bordnetz und damit auch die Rückhaltesysteme bleiben ggf. aktiv.

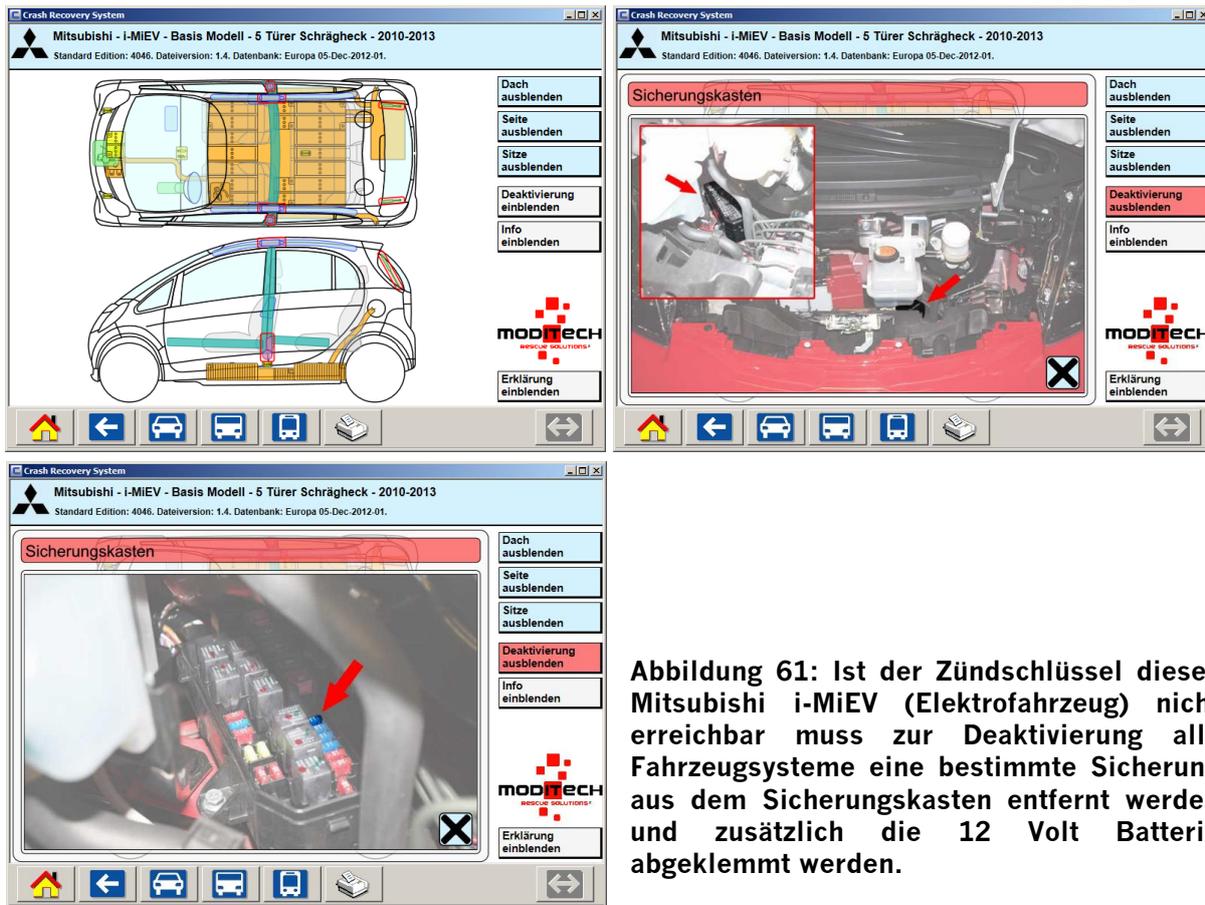


Abbildung 61: Ist der Zündschlüssel dieses Mitsubishi i-MiEV (Elektrofahrzeug) nicht erreichbar muss zur Deaktivierung alle Fahrzeugsysteme eine bestimmte Sicherung aus dem Sicherungskasten entfernt werden und zusätzlich die 12 Volt Batterie abgeklemmt werden.



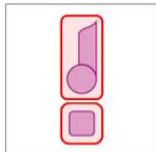
Abbildung 62: Wenn der Start/Stop-Knopf dieses Honda CR-Z (Hybridfahrzeug) nicht zugänglich ist, muss eine zusätzliche Kabelverbindung getrennt oder ein Service-/Notfalltrennschalter betätigt werden.

6.7. Wenn möglich Sicherheitsgurt von den Insassen entfernen

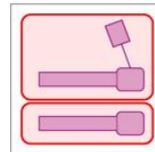
- Bei einem Airbag ist es verhältnismäßig einfach herauszufinden, ob dieser ausgelöst hat, da der herunterhängende Airbagsack ein deutlicher Indikator ist. Bei Gurtstraffern ist der Auslösestatus nicht so einfach zu erkennen. Aus diesem Grund sollten die Sicherheitsgurte, sofern es die Situation zulässt, in einer frühen Phase des Einsatzes abgelegt oder abgeschnitten werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine eventuelle Auslösung eines Gurtstraffers keinen direkten Effekt auf die Fahrzeuginsassen hat.

**Hinweis:**

Die Präsenz und die Einbauorte von Gurtstraffern sind in der CRS Grafik dargestellt.



Gurtstraffer
(am Aufrollautomat)



Gurtschlossstraffer
Beckengurtstraffer

6.8. Gefahrenzonen meiden

- Selbst wenn die verschiedenen Fahrzeugsysteme (Antriebssystem, Rückhaltesystem, etc.) deaktiviert wurden, gibt es an jedem Fahrzeug Komponenten, die während der Unfallrettung **nicht beschädigt** werden sollten.



Hinweis:

Jedes Fahrzeug ist mit diversen Komponenten ausgestattet, die bei der Unfallrettung möglichst nicht beschädigt werden sollten. Dazu gehören Airbagmodule, Gasgeneratoren, Gurtstraffer, Kraftstofftanks sowie Hochvoltbatterien, Hochvoltkabel sowie Gastanks und -leitungen. Die CRS Grafik zeigt die **genaue Position** derartiger Komponenten.



Hinweis:

Wenn das 12/24 Bordnetz und/oder das Hochvoltsystem des Fahrzeugs nicht deaktiviert werden kann sollte eine Beschädigung der Sensorik des Rückhaltesystems (SRS Steuergerät, Sensoren) vermieden werden.

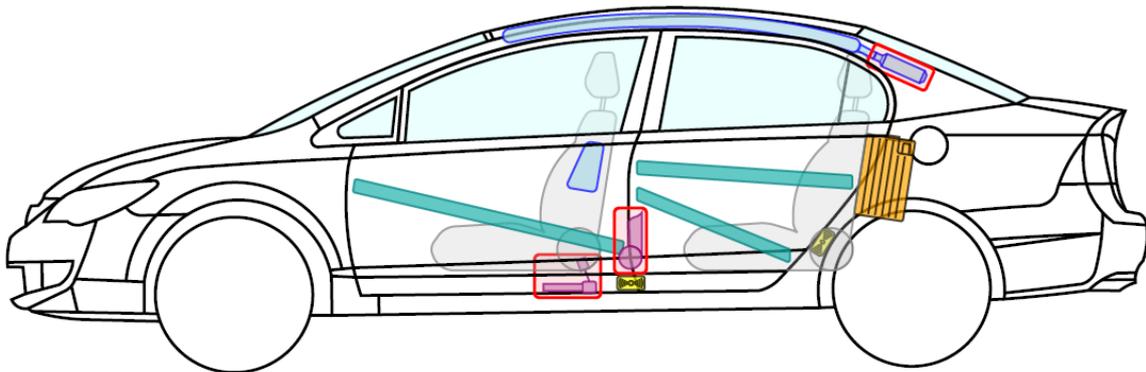


Abbildung 63: Bei diesem Honda Civic Hybrid befindet sich die Hochvoltbatterie hinter dem Rücksitz und sollte nicht beschädigt werden. Dies gilt auch für die Gasgeneratoren des Kopfairbags oder die Gurtstraffer. Rettungstechniken wie das Tunneln durch den Kofferraum sind aufgrund der Hochvoltbatterie nur schwer anwendbar.

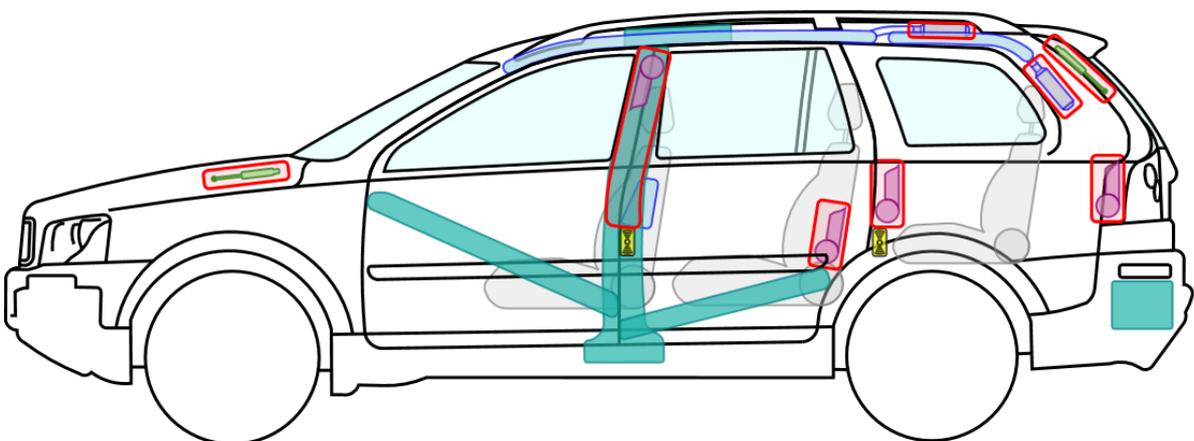
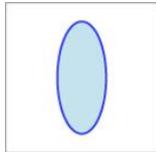


Abbildung 64: Dieser Volvo XC90 verfügt über zahlreiche Rückhaltesysteme. Zusätzlich ist die B-Säule verstärkt. Das alles muss bei der Planung der Unfallrettung, z.B. für eine totale Dachentfernung bedacht werden. Gasgeneratoren, Gurtstraffer und auch der Gasdruckzylinder in der D-Säule sollten umgangen werden.

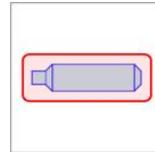


Hinweis:

Die Einbauorte von Airbagmodulen sind in der CRS Grafik in blau dargestellt. Airbagmodule enthalten auch einen Gasgenerator, der nicht beschädigt werden darf.



Fahrerairbag



Druckgasgenerator
(z.B. für Kopfairbags)



Hinweis:

Druckgasgeneratoren werden im Crash Recovery System nur dann gezeigt wenn sie abgesetzt vom eigentlichen Airbagmodul im Fahrzeug eingebaut sind (z.B. bei Kopfairbags). Airbagmodule (z.B. der Fahrerairbag) enthalten auch einen Gasgenerator, weshalb die gesamte Einheit nicht beschädigt werden sollte.

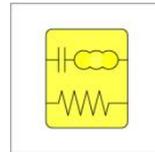


Hinweis:

Elektrische Komponenten im Fahrzeug können aktiv sein, solange das Bordnetz sowie das Hochvoltnetz nicht deaktiviert wurden.



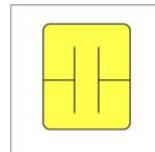
Sensor Front/Seite



SRS Steuergerät



Xenon-Scheinwerfer

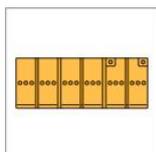


Zweite Stromversorgung
Ultrakondensator (<30 Volt)



Hinweis:

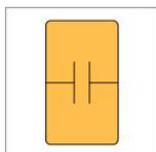
Hochvoltbatterien und Ultrakondensatoren erhalten ihr elektrisches Potential auch nach der Deaktivierung. Sämtliche Hochvoltkomponenten und Kabel sollten deshalb nicht beschädigt werden, auch nicht nach der erfolgreichen Deaktivierung.



Hochvoltbatterie



Hochvoltkabel
Hochvoltkomponente



Ultrakondensator
(>30 Volt)



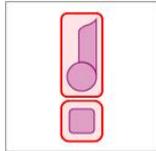
Hinweis:

Hochvoltkabel sind zur einfacheren Erkennbarkeit mit einer orangefarbenen Isolierung versehen.

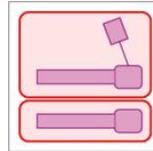


Hinweis:

Als Ergänzung zum Ablegen/Abschneiden des Sicherheitsgurtes von den Insassen sollten Gurtstraffer (in der Mehrzahl pyrotechnische Einheiten) wenn möglich nicht beschädigt werden. Die Einbauorte sind in der CRS Grafik dargestellt.



Gurtstraffer
(am Aufrollautomat)

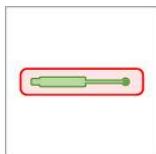


Gurtschlossstraffer
Beckengurtstraffer



Hinweis:

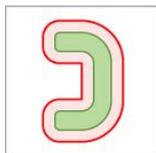
Einige zusätzliche Komponenten sollten beim Arbeiten am Fahrzeug zusätzlich in Betracht gezogen werden. Das Crash Recovery System informiert über diese Komponenten und deren Einbauorte:



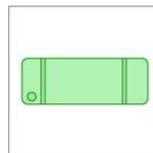
Zylinder zur Unterstützung der
Front- oder Heckklappe



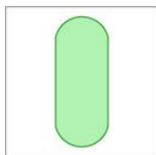
Kraftstofftank



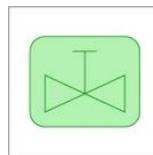
Automatischer Überrollbügel



LKW Kraftstofftank



Gastank
(CNG, LPG, Wasserstoff)



Sicherheitsventil

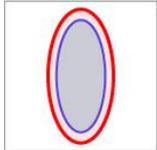
Mechanisch ausgelöste Rückhaltesysteme

**Hinweis:**

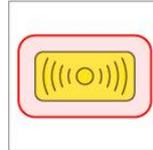
Mechanisch ausgelöste Rückhaltesysteme können durch Ausschalten der Zündung oder das Abklemmen der 12 Volt Batterie nicht deaktiviert werden.

**Hinweis:**

Komponenten mechanisch ausgelöster Rückhaltesysteme sind in der CRS Grafik dargestellt.



Airbag (mechanische Auslösung)



Sensor Front/Seite (mechanisch)

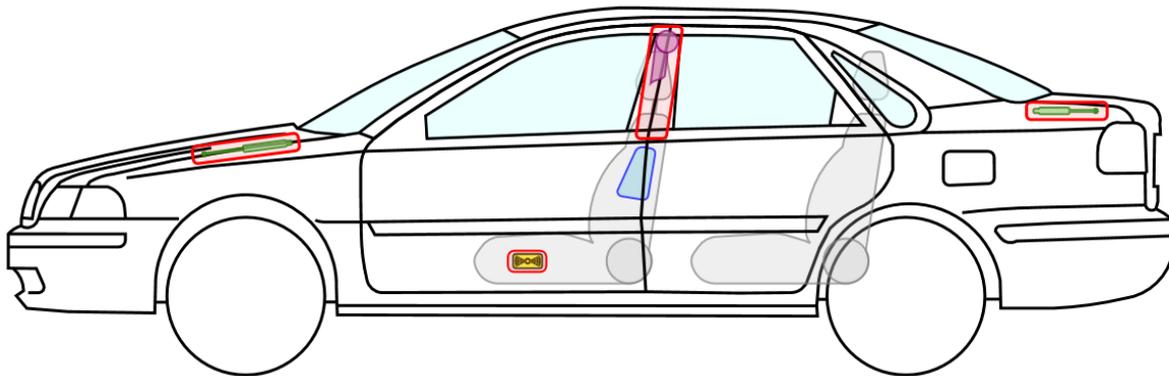


Abbildung 65: Dieser Volvo S40 verfügt über mechanisch ausgelöste Seitenairbags. Der Sensor befindet sich im Sitz und ist in der CRS Grafik dargestellt. Er kann durch Ausschalten der Zündung oder Abklemmen der Batterie nicht deaktiviert werden.

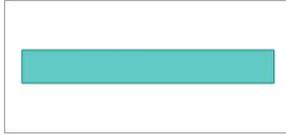
- Mechanisch aktivierte Airbags und Sensoren arbeiten nicht mit dem SRS Steuergerät zusammen. Im Fall des oben gezeigten Volvo ist jeder Seitenairbag eine eigene abgeschlossene pyrotechnische Einheit ohne Elektronik. Der mechanische Sensor enthält eine kleine Zündladung, die bei einem Schlag auf den Sensor zündet und hierdurch auch den mit dem Sensor verbundenen Seitenairbag auslöst.

6.9. Extreme Karosserieverstärkungen meiden



Hinweis:

Die CRS Grafik zeigt auch die Position von (ultra)hochfesten Verstärkungen in der Karosserie. Weitere Informationen hierzu finden sich in Kapitel 3.



Verstärkung

7. Ideen für die Ausbildung

- Eine besondere Herausforderung besteht darin die Themen „Neue Fahrzeugtechnologie“ und „Alternative Antriebe“ auch in die praktische Ausbildung zu integrieren. Nur die Implementierung in die praktische Ausbildung stellt sicher, dass theoretisches Wissen auch sicher in den Einsatzalltag übertragen werden kann. Sollen bei der Ausbildung also nicht nur die technischen Besonderheiten von Neufahrzeugen im Vordergrund stehen, sondern auch die technische Rettung sowie das Teamwork trainiert werden, ist es möglich die alten Schrottfahrzeuge entsprechend vorzubereiten und sozusagen auf neu zu trimmen.
- Dies ist beispielsweise möglich, indem man ein aktuelles Fahrzeug im CRS auswählt und das alte Schrottfahrzeug der Vorlage entsprechend mit Airbagkennzeichnungen, Fahrzeugbatterien und Antriebskomponenten präpariert.

7.1. Airbags einbauen



Abbildung 66: Nachträgliche angebrachte Kennzeichnung eines Kopfairbags.



Abbildung 67: Nachträgliche angebrachte Airbags für Fahrer- und Beifahrer

- Als Airbagkennzeichnungen können einfache Labels oder Sticker dienen, die mit dem Wort Airbag, SRS Airbag oder auch IC (Inflatable Curtain) beschriftet wurden. Außerdem ist es

möglich, dass Fahrzeug auch mit ausgelösten Airbags auszustatten, z.B. kann man einen abgeschnittenen Airbagsack von einem Beifahrerairbag mit geringem Aufwand im Bereich des Handschuhfaches befestigen.

7.2. Batterie „einbauen“

- Als Fahrzeugbatterie kann beispielsweise eine Batterie aus dem Crash Recovery System Magnetset verwendet werden, die an der passenden Stelle im Fahrzeug angebracht wird. Die echte Fahrzeugbatterie sollte vorab entfernt werden.



Abbildung 68: Batterie-Dummy im Kofferraum des Fahrzeugs

7.3. Alternativen Antrieb simulieren

- Als weitere Möglichkeit kann auch das Vorhandensein eines alternativen Antriebs im Fahrzeug simuliert werden, um das Bewusstsein der Einsatzkräfte für diese neuen Technologien zu schärfen und um deren Identifikation zu trainieren. Eine Möglichkeit ist in diesem Zusammenhang das Anbringen von orangefarbenen "Hochvoltleitungen" am Unterboden des Fahrzeugs. Außerdem können Hybrid-Label außen am Fahrzeug angebracht werden.



Abbildung 69: Nachträglich angebrachtes Hochvoltkabel am Fahrzeugboden

7.4. Fahrzeugidentifikation ermöglichen

- Jetzt muss man es den Einsatzkräften nur noch ermöglichen, durch Hinweise auf dem Fahrzeug oder durch Informationen des Übungsleiters das richtige Fahrzeug im Crash Recovery System zu selektieren. Ggf. kann man durch das Anbringen von deutlich sichtbaren Herstellerlogos und Fahrzeugbezeichnungen eine Identifikation ermöglichen.
- In Ländern, in denen eine Selektion des Fahrzeugs mit Hilfe des Fahrzeugkennzeichens oder der FIN/VIN möglich ist, können auch hierfür entsprechende Dummies am Fahrzeug angebracht werden.
- Die Verwendung eines Kennzeichen-Magneten vorne und hinten am Fahrzeug erlaubt eine schnelle Identifikation. Der Kennzeichen-Magnet kann mit Hilfe eines Boardmarkers mit der gewünschten Nummernschildkombination versehen werden.



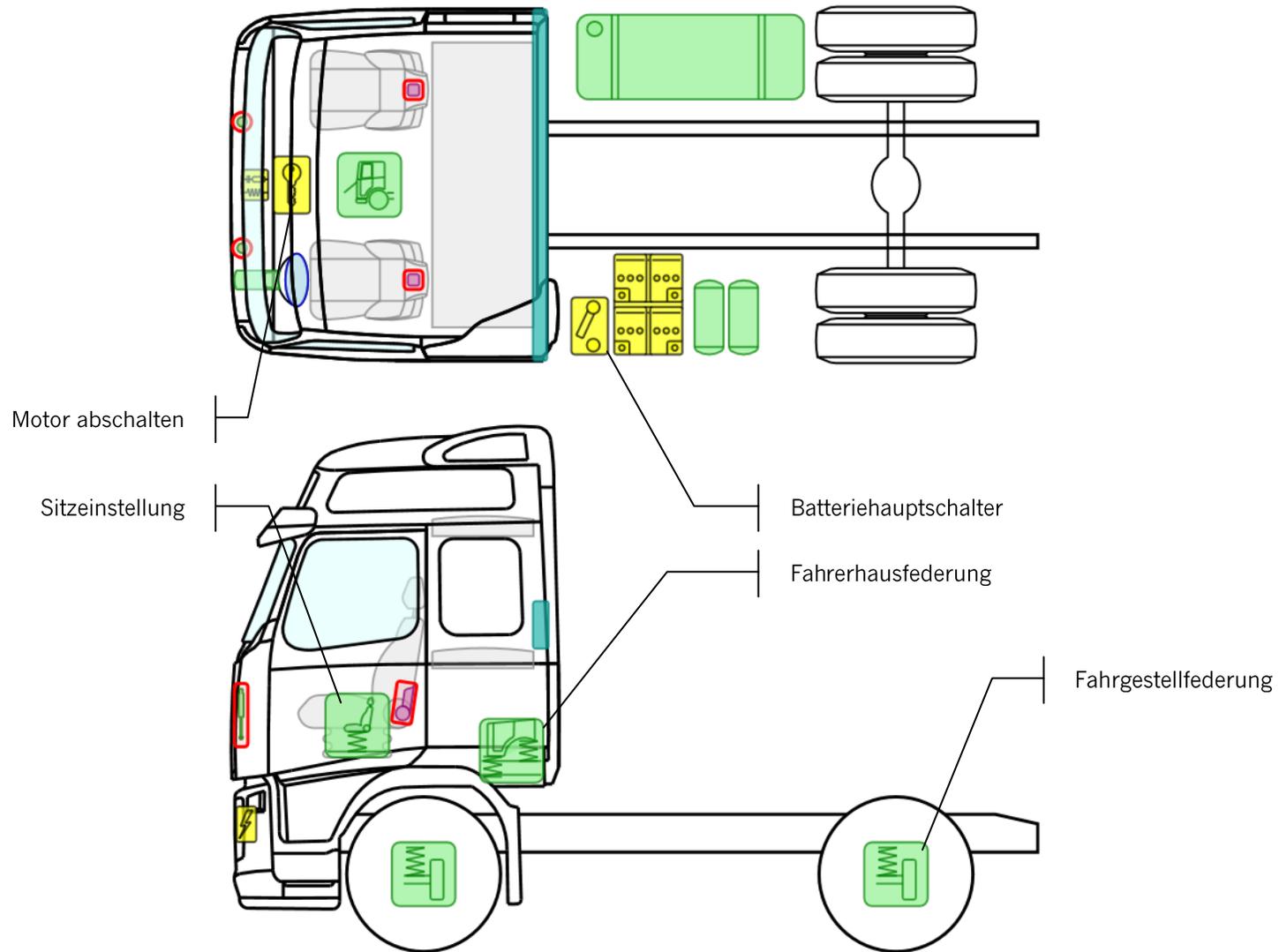
Abbildung 70: Kennzeichen-Magnet

- Ein Sticker mit der FIN/VIN im unteren Bereich der Windschutzscheibe sowie im Türrahmen ermöglicht ebenso die Identifikation.



Abbildung 71: FIN-Label

8. Wissen was drin ist – LKW



9. Wissen was drin ist – Busse

