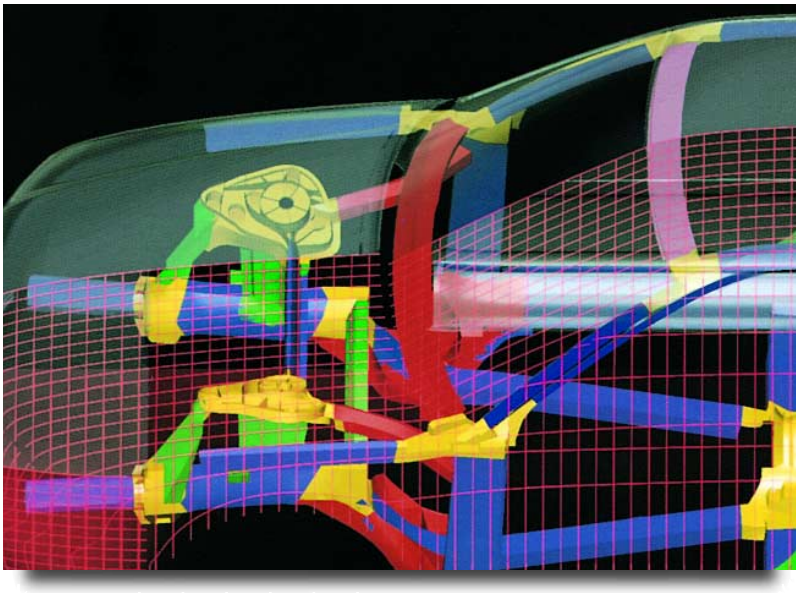
Kundendienst



GRUNDBEGRIFFE

4 KAROSSERIE

LEHRHEFTE GRUNDWISSEN

FORMACION POSTVENTA



Diese Unterlagen dürfen weder ganz noch teilweise ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Inhaber des *Copyright* reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme oder in irgendeiner Form oder durch irgendein Verfahren (elektronisch, mechanisch, durch Fotokopie, Aufnahme oder andere Methoden) verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

TITEL: Grundbegriffe Karosserie (L.G. Nr. 4) - AUTOR: Kundendienstorganisation - SEAT, S.A. Zona Franca, Calle 2
Eintrag Handelsregister Barcelona. Band 23662, Folium 1, Blatt 56855

1. Auflage - PUBLIKATIONSDATUM: Juli 97 - PFLICHTDEPOT: B-10422/98
Belichtung und Druck: TECFOTO, S.L. - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelona - Layout und Seitenumbruch: WIN&KEN

I N H A L T

Die Karosserie	4-5
Karosserietypen: Aufbau und Chassis	6-7
Karosserietypen: Die Selbsttragende Karosserie	8-9
Werkstoffe und Ihre Eigenschaften	10-12
Elastische und Plastische Verformung	13
Stahl	14-15
Höherfeste Stähle	16-17
Fertigungsprozess: Design und Stanzen	18-19
Fertigungsprozess: Zusammenbau	20-21
Karosserieteile	22-25
Geometrie und Bezugssysteme	26-27
Karosseriemasse	28-29
Aktive Sicherheit und Bewegung	30-31
Passive Sicherheit und Verformung	32-33
Karosserieinstandsetzung	34-37
Prüfen Sie Ihr Wissen	38-41

"Die Karosserie eines modernen Fahrzeugs ist das Gerüst, das alle mechanischen Teile, die Ladung und die Passagiere trägt und den Fahrzeuginsassen Schutz und Komfort bietet. Die Karosserie ist ausserdem auch Ausdruck der Fahrzeugästhetik, des Styling."

Die Karosserie





Etwas Geschichte: Holzkarren mit Motor

Zu Beginn sahen die Automobile ganz anders aus als heute. Die einzige Gemeinsamkeit bestand darin, dass sie von einem Motor bewegt wurden und zur Beförderung von Personen und ihrem Gepäck dienten.
Wenn man die Geburt des Automobils datieren will, so muss man bis in das Jahr 1769 zurückgehen, als Nicolas Cugnot Versuche mit einem Dampfwagen machte.
Zu jener Zeit und auch lange danach wurden in der Kraftfahrzeugentwicklung keine grossen Fortschritte gemacht. Weiter entwickelt wurden im wesentlichen die mechanischen Aspekte des Antriebs und der Wagen an sich, dessen Handlichkeit und Festigkeit nicht ausreichten, um der Beanspruchung bei der Fahrt und durch das Eigengewicht standzuhalten.
Die ersten wichtigen Änderungen erfolgten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als den "Fahrzeugbauern" klar wurde, dass nicht nur die Mechanik weiterentwickelt werden musste, sondern auch das Styling und der Komfort für die Fahrzeuginsassen.

Die ersten Kraftfahrzeuge

Die ersten Kraftfahrzeuge waren in Wirklichkeit umgebaute Pferdewagen mit verstärkter Plattform.
Die ersten Karosserien waren somit Strukturen, deren einzigen Zweck darin bestand, die Insassen vor den Unbilden des Wetters zu schützen.
Damals entstand der Begriff Karosserie, der sich bis heute gehalten hat. Eine Karosserie lässt sich definieren als das Element oder die Elemente, die den Fahrzeugaufbau bilden, der Raum für die Passagiere, das Gepäck und den Einbau der mechanischen Teile des Fahrzeugs bietet.
Die ersten Fortschritte betrafen die tragende Struktur, die Plattform oder den Rahmen, auf dem der Motor und die übrigen Teile, die den Fahrgastraum oder die Karosserie bildeten, befestigt waren. Die Einführung von Stahlblech im Karosseriebau als Ersatz für Holz bedeutete einen grossen Entwicklungssprung und ermöglichte eine höhere Steifigkeit und Festigkeit.
Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren die Kraftfahrzeuge schon "modern" und entsprachen der folgenden Definition:

- Ein aus zwei Längsträgern aus Stahl

gebildeter und mit Teilen aus Holz kombinierter Rahmen.

- Ein Verbrennungsmotor, der auf der Grundlage der Erfindung des Deutschen Karl Benz ständig weiterentwickelt wurde.
- Eine Karosserie aus Holz und Stahlblech mit ziemlich eckigen, wenig aerodynamischen Linien.

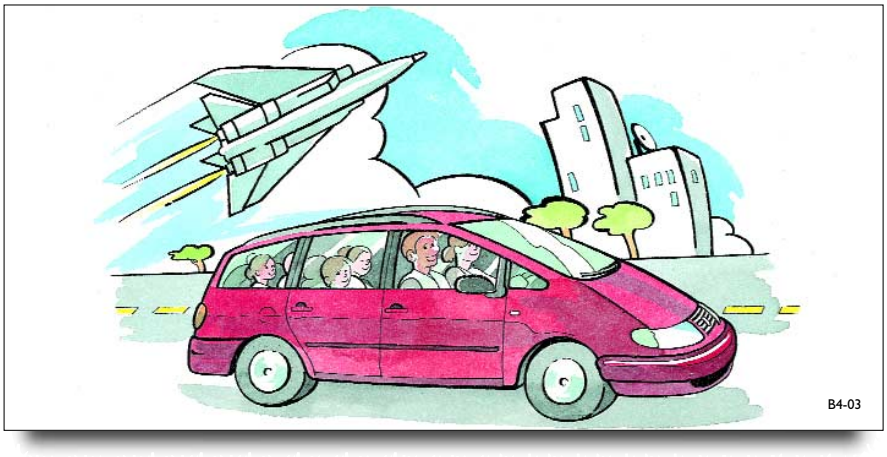
Im dritten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurde Stahl generell als Werkstoff beim Bau von Rahmen und Karosserien eingesetzt. Die Entwicklung ging schnell weiter, und in den dreissiger Jahren wurde schon die erste selbsttragende Karosserie gebaut.

Für mehrere Jahrzehnte waren im Karosseriebau die Gesichtspunkte Funktionalität, Festigkeit und Styling ausschlaggebend. Bei der ersten Erdölkrise im Jahre 1973 kam ein neuer Gesichtspunkt hinzu: die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs. Damals wurden die Aerodynamik und das Gewicht Faktoren von grundlegender Bedeutung für die Fahrzeugkonstruktion. Es begann der Siegeszug der Kleinwagen und der Kompaktfahrzeuge.

Seit den achtziger Jahren kam zu den schon erwähnten Faktoren noch die passive Sicherheit als ein wesentlicher Konstruktionsaspekt hinzu.

Die Karosserie, die wir heute kennen, ist nichts anderes als eine Weiterentwicklung der Karosserien aus den dreissiger und vierziger Jahren und ein Ergebnis der Entwicklung der Fertigungstechnik, der Einführung von leichteren und festeren Werkstoffen und des Fortschritts beim Industriedesign.

Die Verbesserungen, die in diesem Jahrzehnt eingeführt wurden, hatten vor allem das Ziel, ein mechanisches Verhalten (Steifigkeit und Festigkeit) zu erreichen, das ein Höchstmass an Fahrsicherheit gewährleistet.



"Einige Fahrzeuge haben eine tragende und feste Struktur, die Chassis genannt wird, und eine Karosserie oder eine Umschliessung, die den Raum für die Beförderung von Personen und Sachen bildet."

Karosserietypen: Aufbau und Chassis

ZUR VERTIEFUNG

Karosserien mit abnehmbarem Verdeck

Die Fahrzeuge mit abnehmbarem Verdeck oder "Cabrios" haben spezielle Karosserien, die sich beträchtlich von den geschlossenen Karosserien unterscheiden.

Durch das Fehlen des Dachs und der dazugehörigen Teile (Säulen, Spriegel, Dachträger...) müssen die mechanischen Beanspruchungen von einer kleineren Anzahl von Teilen getragen werden, die deshalb eine grössere Festigkeit haben müssen. Da viele dieser Teile nicht geändert werden können, weil sie auch für die geschlossenen Karosserien verwendet werden, müssen sie zusätzliche Verstärkungen erhalten. Deshalb haben viele Cabrios eine schwerere Karosserie als das geschlossene Fahrzeug, von dem sie abgeleitet sind.

Daraus kann man schliessen, dass es ein technischer Irrtum wäre, bei einem Fahrzeug das Dach herauszuschneiden, um es in ein amüsantes Fahrzeug für Spazierfahrten umzubauen, wenn man nicht die übrige Karosserie mit entsprechenden Verstärkungen ausstattet.

Die Karosserie ist eine der wichtigsten Baugruppen des Kraftfahrzeugs. Bei einem Mittelklassefahrzeug macht die Karosserie etwa 30 % des Gesamtgewichts aus. Das war aber nicht immer so: in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts entfiel auf die Karosserie 70 % des Gesamtgewichts. Der Grund dafür liegt in den verschiedenen Karosseriebauweisen. Die wichtigsten sollen nachfolgend behandelt werden.

Aufbau und Chassis getrennt

Das ist die älteste Bauweise, die heutzutage für Personenkraftwagen (ausgenommen einige Freizeitfahrzeuge) nicht mehr verwendet wird und den Lastkraftwagen und Nutzfahrzeugen für Gütertransport sowie den Geländefahrzeugen vorbehalten ist.

Bei dieser Bauweise sorgt ein aus zwei durch verschraubte oder verschweisste Querträger miteinander verbundenen Längsträgern bestehender Rahmen für die Festigkeit und Steifigkeit des Fahrzeugs. Der Karosserieaufbau sowie das Fahrwerk sind mit diesem Rahmen verschraubt.

Der aus dem Rahmen und den mechanischen Teilen bestehende Zusammenbau wird Chassis genannt.

Ein Fahrzeug mit den beschriebenen Merkmalen besteht also aus Chassis und Karosserieaufbau.

Diese Bauweise hat folgende Vorteile:

- Hohe Festigkeit und Tragkraft für die Beförderung von schweren Lasten.
- Hohe Steifigkeit.

Sie hat jedoch auch Nachteile:

- Hohes Gewicht.
- Hohe Schwerpunktlage.
- Schlechterer Luftwiderstandswert.
- Geringere Kontrolle über die Knautschzonen.
- Höhere Herstellkosten.

Aufbau und Plattformrahmen

Bei dieser Bauweise besteht das Fahrwerk aus Blechteilen, die den Boden und die Strukturplattform des Fahrzeugs bilden. Unabhängige Profillängsträger kommen hier nicht zum Einsatz.

Der Karosserieaufbau wird mit diesem Plattformrahmen verschraubt.

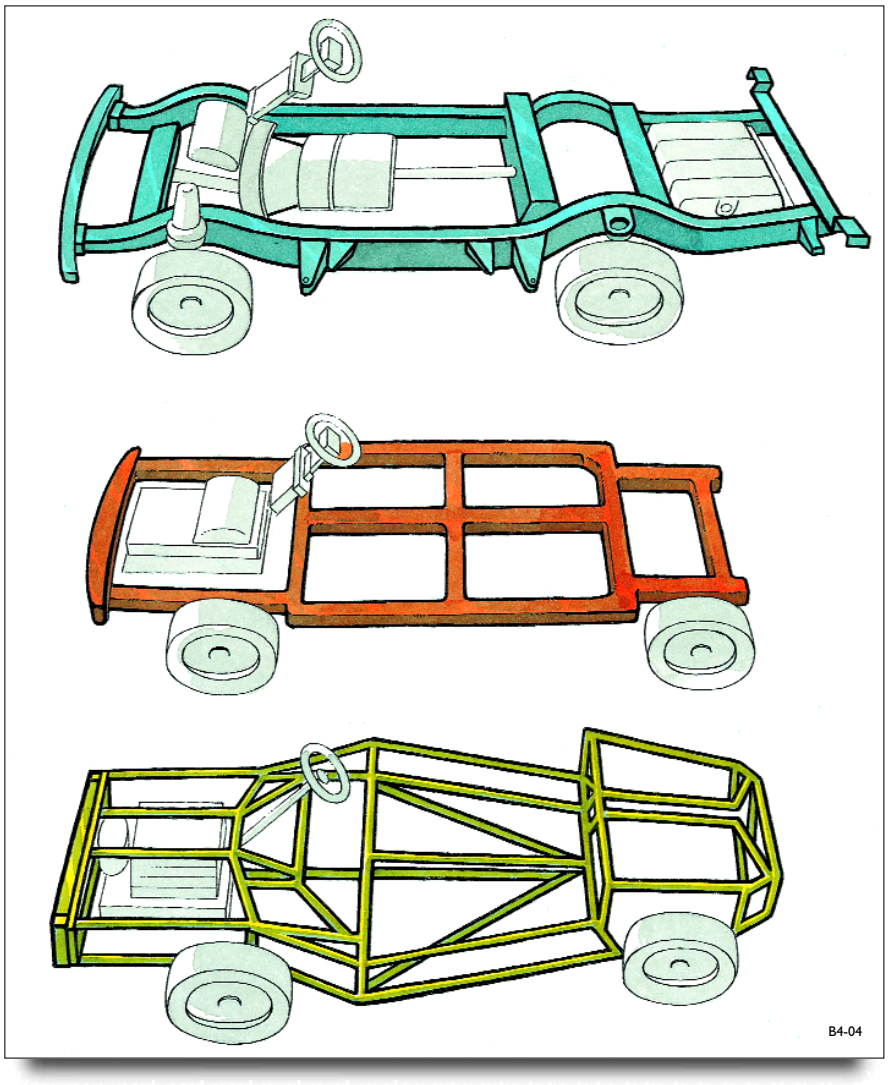
Diese Bauweise wird vor allem für leichte Nutzfahrzeuge und einige Geländefahrzeuge verwendet. Für Personenkraftwagen wird sie (bis auf einige Ausnahmen) nicht eingesetzt.

Nur einige Sportwagen werden heute noch so gebaut.

Rohrrahmen

Der Rohrrahmen war der erste ernsthafte Versuch, das schwere

Chassis der frühen Jahre durch eine schlanke Struktur in Gitterwerkbauweise zu ersetzen. Die Aussenbleche des Karosserieaufbaus wurden mit dieser Struktur verschraubt. Das Rohrgerüst ergab eine sehr steife und leichte Struktur und ermöglichte die Gewichtsreduzierung anderer Teile, die keine tragende Funktion mehr übernehmen mussten.
Diese Bauweise wird bei Rennwagen eingesetzt, bei denen die Aussenkarosserie nur eine ästhetische und aerodynamische Funktion hat und die Mechanik leicht zugänglich sein muss.



Es gibt verschiede Fahrzeugtypen, bei denen eine feste Struktur (Chassis, Plattform oder Rohrrahmen) als Träger für die mechanischen Teile und den Karosserieaufbau dient.

"Bei der selbsttragenden Karosserie sorgt eine grosse Anzahl von Teilen, die Strukturteile, für die Steifigkeit und Festigkeit der Baugruppe bei beträchtlicher Gewichtseinsparung und erhöhter Sicherheit für die Insassen."

KAROSSERIETYPEN: DIE SELBSTTRAGENDE KAROSSERIE

ZUR VERTIEFUNG

Die Konstruktion

Die Teileform ist von grosser Bedeutung im Hinblick auf Werkstoffmenge, die für die Fertigung benötigt wird, und somit für Kosten und Gewicht.

Ein einfach aus massivem Rechteckprofil konstruierter Metallträger erfährt bei Biegebeanspruchung eine bestimmte Verformung. Bei einer geeigneten Querschnittsform kann bei gleichem Werkstoffverbrauch eine sehr viel geringere Verformung durch Belastung oder Durchbiegung eintreten.

Dieses Steifigkeitskonzept wird bei der Konstruktion der selbsttragenden Karosserien genutzt, um eine maximale Steifigkeit zu erreichen und das Gewicht so gering wie möglich zu halten.

Bei diesem Karosserietyp gibt es im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Bauweisen keine Gruppe von Teilen, die in Form einer Plattform oder eines Rahmens alle Belastungen tragen, sondern alle Teile sind in grösserem oder kleinerem Masse am Gesamtverhalten beteiligt.

Das Grundkonzept für diesen Karosserietyp ist ein fester Kasten, der selbsttragend ist und kein Chassis benötigt. Alle mechanischen Beanspruchungen durch statische Belastungen (das Gewicht aller Bauteile des Fahrzeuges, der Passagiere und der Ladung) und dynamische Belastungen (Beanspruchungen bei der Fahrt) müssen von der Karosserie absorbiert werden.

Das ist die Standardbauweise für Personenkraftwagen.

Einige Teile müssen jedoch höhere mechanische Beanspruchungen bewältigen als die übrigen Teile. Diese sogenannten Strukturteile werden den höheren Anforderungen entsprechend konstruiert.

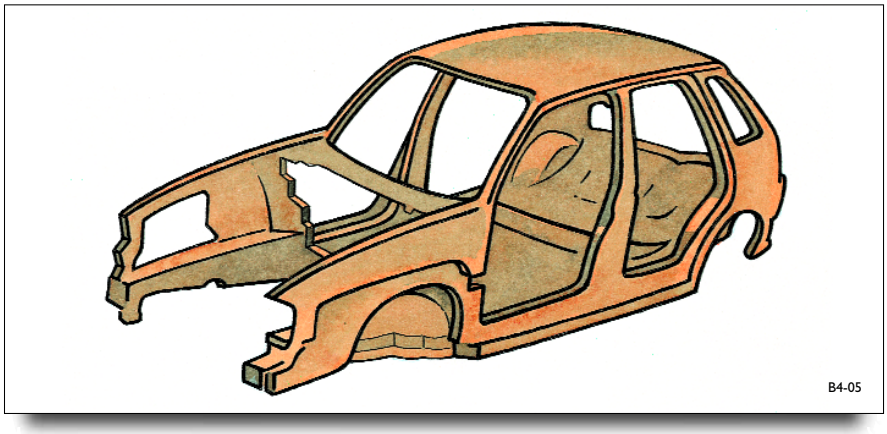
Alle Teile sind so miteinander verbunden, dass sie Beanspruchungen, die vom Fahrzeug selbst und von der Strasse herrühren, weitergeben können.

Die selbsttragenden Karosserien haben grosse Vorteile:

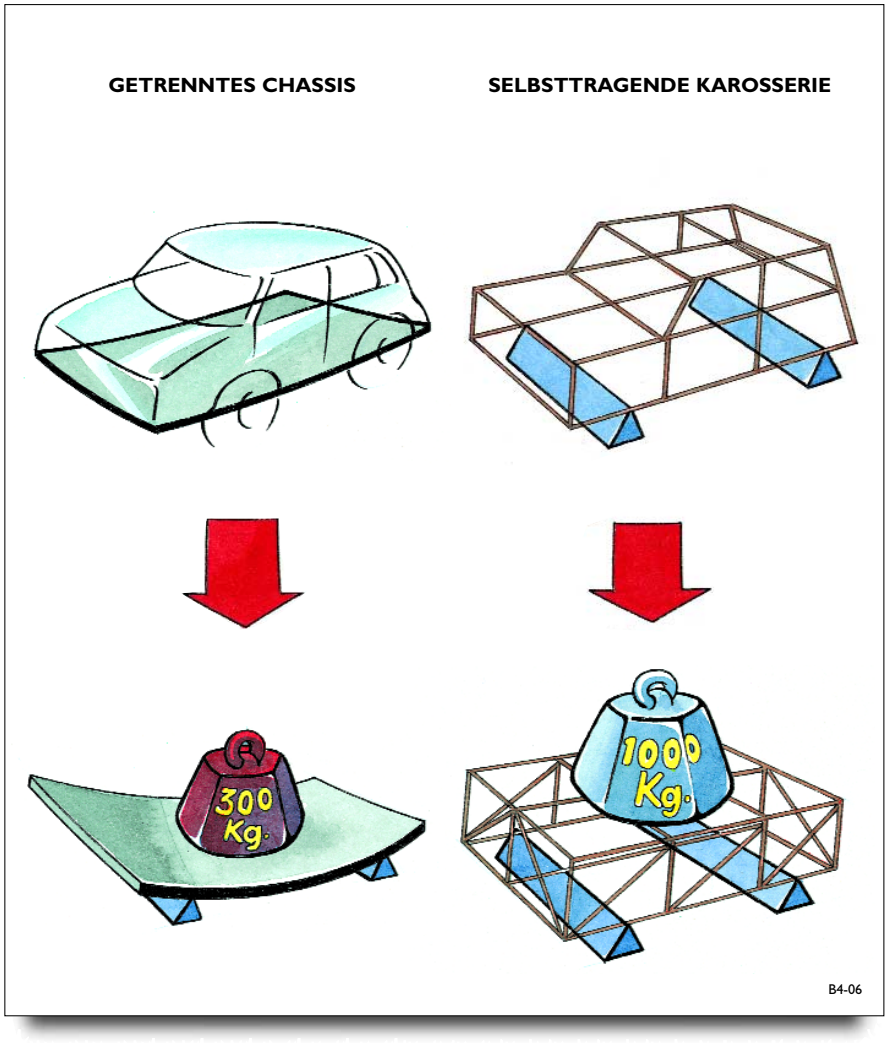
- Sie sind leichter.
- Der Schwerpunkt liegt tiefer.
- Sie können wirtschaftlicher gefertigt werden.

Es gibt im wesentlichen zwei Arten von selbsttragenden Karosserien:

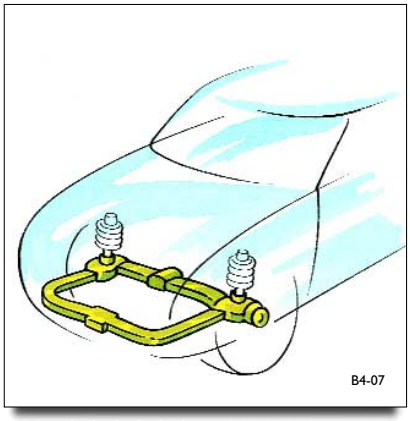
- Selbsttragende, verschweisste Bauweise: dabei wird angestrebt, die Anzahl der Teile so weit wie möglich zu reduzieren, weil der Kasten oder die Fahrgastzelle möglichst kompakt sein soll.
- Selbsttragende Bauweise mit ausbaubaren Teilen für eine grössere Reparaturfreundlichkeit. Grenzen werden hierbei durch die Steifigkeitskriterien gesetzt.



B4-05



Bei der Rahmenchassis-Bauweise bildet das Chassis eine feste Struktur, die man mit einer Platte vergleichen kann, die mit einem Gewicht belastet wird.
Demgegenüber werden bei einer selbsttragenden Karosserie die Beanspruchungen wie bei einer Stangenkonstruktion von allen Strukturteilen absorbiert. Dabei kann sogar eine geringere Verformung auftreten, und das Gewicht der Struktur ist ebenfalls geringer.



Schematische Darstellung eines Vorderrahmens oder "Motorkeils".

Die Hilfsrahmen

In den letzten Jahren wurde bei vielen Fahrzeugen ein zusätzlicher, von der Karosserie unabhängiger kleiner Rahmen oder Unterrahmen eingeführt, der durch elastische Elemente oder mit Schrauben befestigte Gummimetalllager fest mit der Karosserie verbunden ist.
An diesem Hilfsrahmen werden die mechanischen Aggregate wie Antrieb, Lenkung und Radaufhängung verschraubt oder befestigt. Dadurch erhöhen sich die dynamische Steifigkeit des Zusammenbaus sowie die passive Sicherheit und die Lebensdauer einiger Bauteile, die Geräuschentwicklung und Schwingungen werden reduziert und die Montagezeit im Werk wird verkürzt.

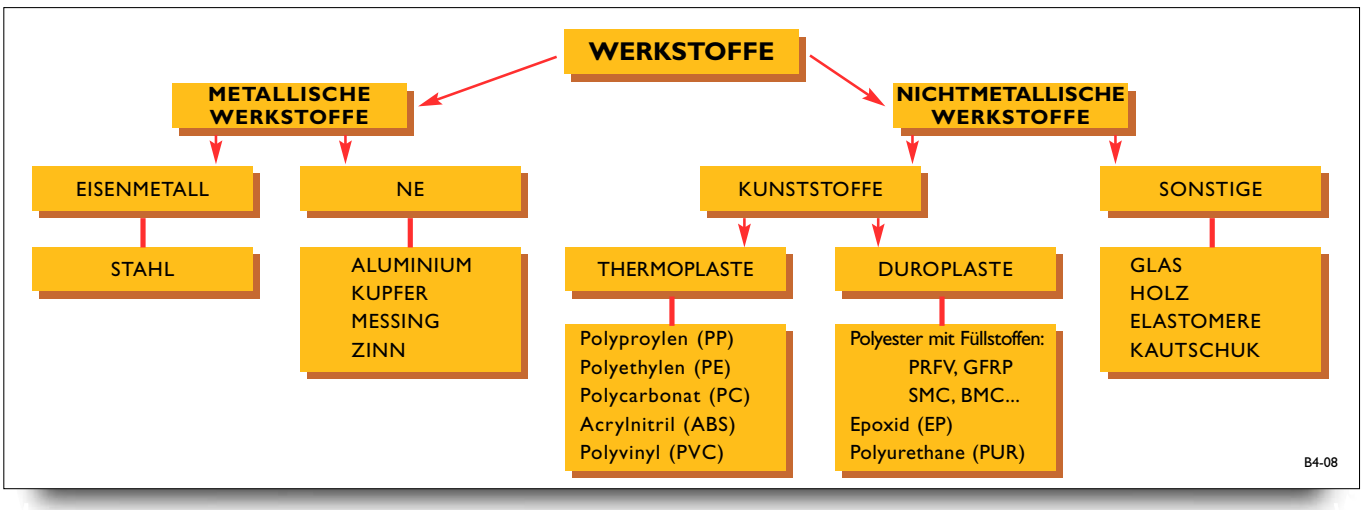
"Beim Karosseriebau werden unterschiedliche Werkstoffe, Metalle und Kunststoffe mit unterschiedlichen, auf die jeweilige Anwendung abgestimmten Eigenschaften eingesetzt."

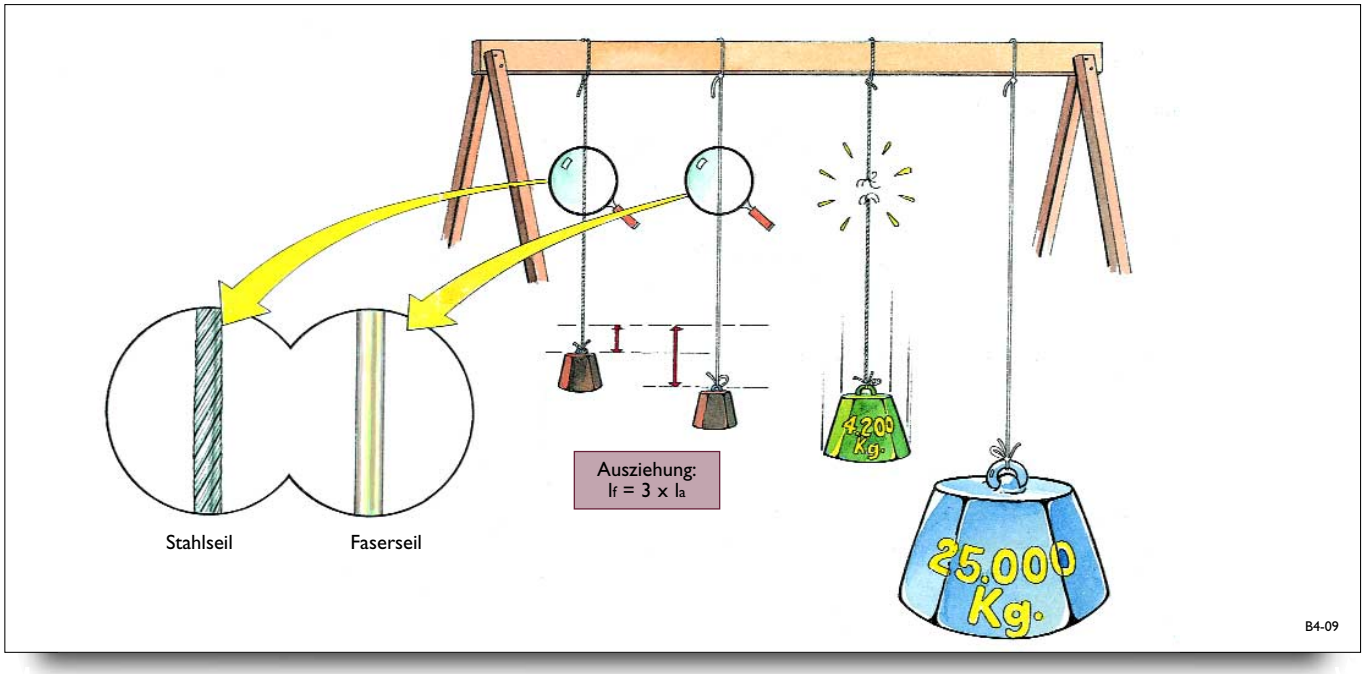
Werkstoffe und ihre Eigenschaften

Wie schon gesagt, hat sich der Stahl sehr schnell als der herausragende Werkstoff für den Bau von Karosserien durchgesetzt. Für Teile ohne vorwiegend strukturelle Aufgaben werden jedoch auch Kunststoffe eingesetzt. Bei Rennwagen, vor allem Formel 1, werden in letzter Zeit faserverstärkte Kunststoffe (im allgemeinen mit Glasfaser oder Kohlenstoff) verwendet.
Auch Aluminium mit seinem geringen Gewicht und seinen ausgezeichneten Korrosionsschutzeigenschaften ist ein geeignetes Metall. Auf Grund seiner schlechteren mechanischen Eigenschaften (ausgenommen Speziallegierungen) und seiner hohen Kosten wird es jedoch von der Mehrheit der Hersteller für den Karosseriebau nicht berücksichtigt. Einige Marken setzen Aluminium für die Herstellung von Spitzenklassemodellen ein, z. B. beim Audi A8, oder für Spezialfahrzeuge, die in kleinen Stückzahlen gefertigt werden.

Die mechanischen Eigenschaften

Wie schon weiter oben ausgeführt, ist ein Fahrzeug statischen und dynamischen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, die vom eigenen Gewicht, dem Gewicht der Passagiere, der Ladung und der Fahrbahn ausgehen. Diese Beanspruchungen müssen von der Karosserie und damit von den Werkstoffen, aus denen die wesentlichen Teile der Karosserie, die festen Teile oder Strukturteile, hergestellt sind, absorbiert werden.





Je hochwertiger ein Werkstoff ist, desto geringer ist die Werkstoffmenge oder Materialstärke, die für die Herstellung eines Teiles benötigt wird, und desto geringer ist dann auch das Gewicht.

Steifigkeit und Festigkeit

Die grundsätzlichen mechanischen Eigenschaften eines Werkstoffes sind die Steifigkeit und die Festigkeit. Unter Steifigkeit verstehen wir das Verhältnis zwischen einer mechanischen Beanspruchung und der dadurch im Werkstoff bewirkten Verformung. Ein Werkstoff mit höherer Steifigkeit ist ein Werkstoff, bei dem eine höhere Belastung erforderlich ist, um die gleiche Verformung zu bewirken. So sagen wir, dass ein Stahlseil steifer ist als ein Kunststoffseil, denn bei gleicher Belastung ist seine Verformung geringer als bei dem Kunststoffseil. Der "Elastizitätsmodul" eines Werkstoffes ist das Mass für seine Steifigkeit: je grösser der Elastizitätsmodul, desto höher ist die Steifigkeit.

Wenn wir von jedoch von der Festigkeit sprechen, beziehen wir uns auf den Widerstand, den ein Werkstoff einer Beanspruchung entgegensetzt, ohne zu zerbrechen.

Steifigkeit und Festigkeit werden in Krafteinheiten/Fläche gemessen. Man spricht auch von Spannungen. Es handelt sich aber, wie wir gesehen haben, um unterschiedliche Eigenschaften. Welche dieser beiden

Hängt man das gleiche Gewicht an ein Stahlseil und an ein Glasfaserseil, so stellt man fest, dass sich das Stahlseil dreimal weniger dehnt als das Glasfaserseil. Das bedeutet, dass das Stahlseil dreimal so steif ist wie das Glasfaserseil. Unabhängig von der bewirkten Verformung würde das Glasfaserseil jedoch ein sechsmal so grosses Gewicht aushalten, was bedeutet, dass das Glasfaserseil eine höhere Festigkeit hat.

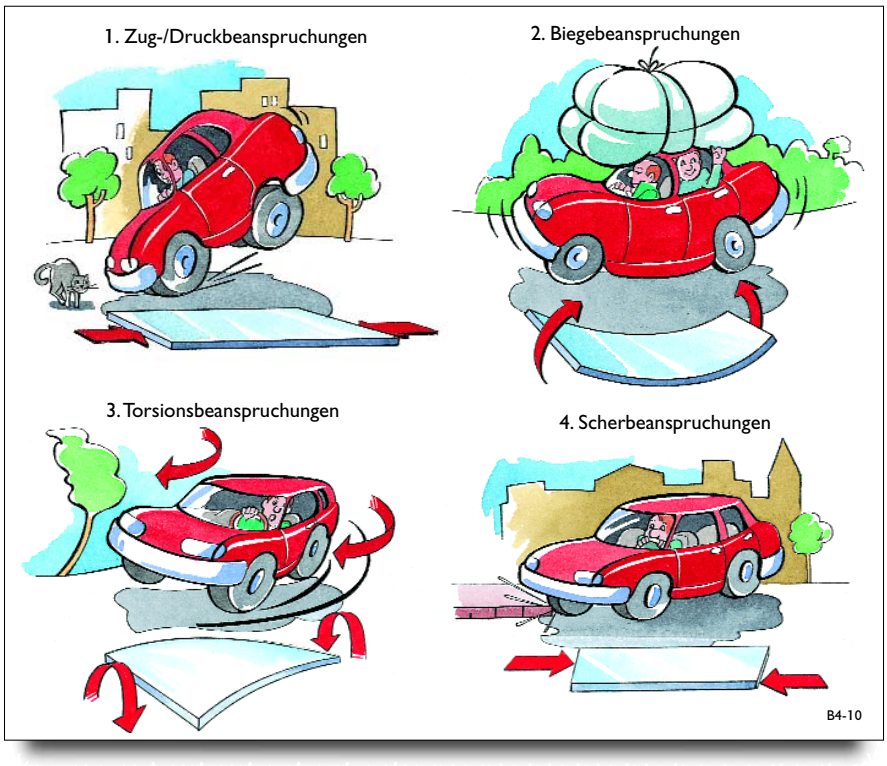
ZUR VERTIEFUNG

Das Aluminium im Karosseriebau

Im Vergleich mit anderen Metallen sind die beiden wichtigsten Eigenschaften des Aluminiums das geringere Gewicht (fast dreimal so leicht wie Stahl) und die Korrosionsbeständigkeit. In bestimmten Fällen werden dem Einsatz von Aluminium jedoch durch die mechanischen Eigenschaften, die nicht so hoch sind wie beim Stahl, Grenzen gesetzt. Der Elastizitätsmodul des Aluminiums (E = 70 Gpa) zeigt an, dass Aluminium dreimal so elastisch ist wie Stahl, während seine Streckgrenze eine Festigkeit von ca. 1500 kg/cm² gegenüber 2600 kg/cm² beim Stahl anzeigt. Die Zugbruchfestigkeit liegt bei ca. 2000 kg/cm² gegenüber 4200 kg/cm² beim Stahl. All dies bedeutet, dass für ein ähnliches mechanisches Verhalten bei einem aus Aluminium gefertigten Teil eine grössere Materialstärke erforderlich ist als bei einem aus Stahl gefertigten Teil. Auf Grund der überlegenen Eigenschaften des Aluminiums pro Gewichtseinheit, seiner spezifischen Eigenschaften, erreicht man jedoch eine beträchtliche Reduzierung des Gesamtgewichtes. Die Eigenschaften des reinen Aluminiums können durch Legierung mit kleinen Mengen anderer Elemente verbessert werden. Dadurch erhöhen sich die Endkosten beträchtlich. Andererseits kann mit geringeren Materialstärken gearbeitet werden, und das Gesamtgewicht wird reduziert.

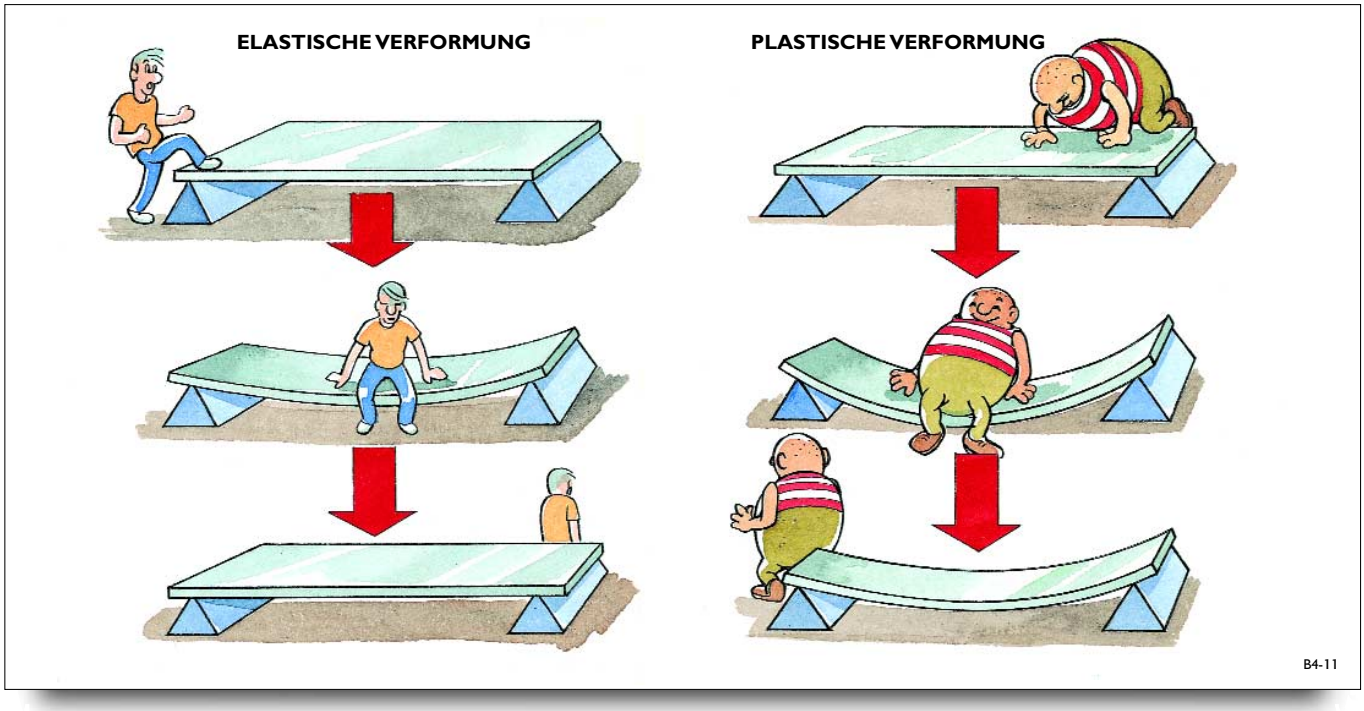
Eigenschaften wichtiger ist, kann man nicht sagen: das hängt von der Verwendung oder von dem Bauteil ab. In bestimmten Fällen ist eine geringe Verformung erwünscht. Man sagt dann, dass das Teil auf "Steifigkeit" ausgelegt ist. In anderen Fällen ist die Verformung des Teiles weniger wichtig; wichtig ist vor allem, dass das Teil nicht bricht, weshalb es auf "Festigkeit" ausgelegt wird.

Die Steifigkeit ist im Hinblick auf das Fahrverhalten von Bedeutung. Wir dürfen nicht vergessen, dass die mechanischen Aggregate wie z. B. die Lenkung in der Karosserie verankert sind. Wir alle kennen die Bedeutung der Lenkgeometrie, die im allgemeinen in Winkeln gemessen wird. Bei einer Änderung dieser Geometrie ändert sich das Verhalten des Fahrzeuges in grösserem Masse, und es kann zu einem Unfall kommen. Fahrzeuge mit "weicher" Karosserie sind im allgemeinen Fahrzeuge, die sich beim Durchfahren von engen Kurven oder bei Kurvenfahrten mit hoher Geschwindigkeit "verwinden". Die Beanspruchungen ausgesetzte Karosserie gibt nach und verformt sich; dabei gehen die Verankerungsmasse der Lenkung und damit die Geometrie verloren, und das Fahrverhalten wird unstabil.



"Die Teile einer Karosserie werden so konstruiert, dass im normalen Fahrbetrieb Beanspruchungen, die zu einer permanenten Verformung führen, ausgeschlossen sind."

Elastiche und Plastische Verformung



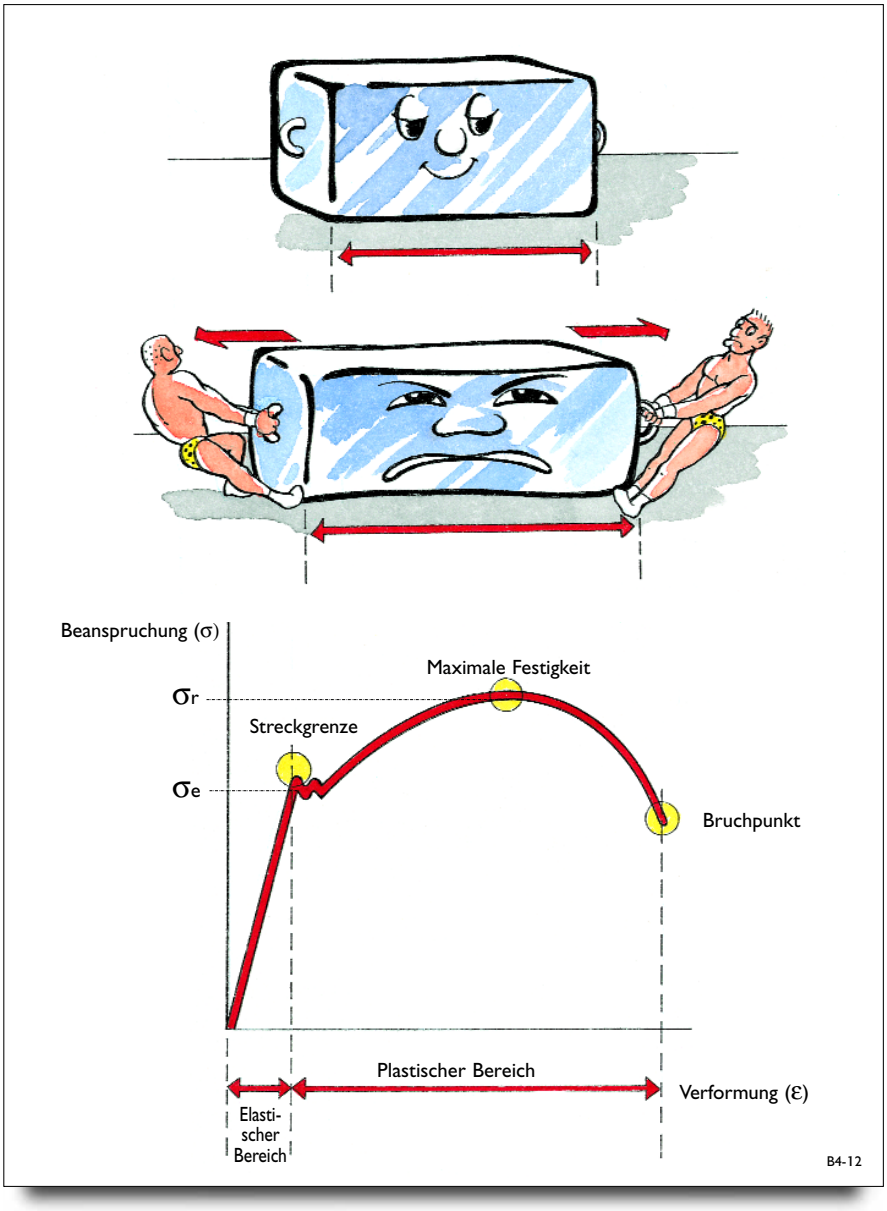
Elastische Verformung und plastische Verformung

Was bisher gesagt wurde, erklärt einen Teil des mechanischen Verhaltens eines Werkstoffes. Es gibt jedoch noch andere wichtige Eigenschaften, die noch definiert werden müssen.
Ein einer Beanspruchung, einer Spannung, ausgesetzter Werkstoff erleidet eine Verformung. Liegt diese Spannung unter einem bestimmten Wert, der sogenannten Streckgrenze, so ist die Verformung nicht permanent. Sobald die Beanspruchung aufhört, werden die ursprünglichen Abmessungen und die ursprüngliche Form der Teile wieder hergestellt. Wird dieser Wert jedoch überschritten, so bleibt auch nach dem Ende der Belastung eine permanente Restverformung zurück.
Der Bereich Spannung-Verformung, in dem keine bleibende Verformung eintritt, nennt man den "elastischen Bereich" eines Werkstoffes, während der Bereich ab der Streckgrenze als "plastischer Bereich" bezeichnet wird. Im plastischen Bereich liegt der Bruchpunkt.
Einige Werkstoffe haben einen sehr kleinen elastischen Bereich und einen grossen plastischen Bereich; bei anderen ist es umgekehrt. Ton ist z. B. ein Werkstoff, der praktisch keinen elastischen Bereich hat, und Glas ist ein Werkstoff ohne plastischen Bereich.

In Abhängigkeit von den mechanischen Beanspruchungen eines Teiles und auch der gesamten Karosserie können die folgenden Arbeitsarten oder "Spannungszustände" auftreten.

"Auf Grund seiner niedrigen Kosten und seiner ausgezeichneten Steifigkeits- und Festigkeitswerte ist Stahl der am meisten im Karosseriebau eingesetzte Werkstoff."

STAHL



Stahl ist ein Eisenhüttenprodukt. In Spanien werden monatlich ca. 1 Million Tonnen Stahl produziert. Die Weltstahlproduktion liegt bei ca. 500 Millionen Tonnen.

Eisen (Fe) ist ein metallisches chemisches Element, das im reinsten Zustand sehr geringe mechanische Eigenschaften aufweist: geringe Bruchfestigkeit, kleiner Elastizitätsmodul oder geringe Steifigkeit, hohe Duktilität usw. Durch Hinzufügung von Kohlenstoff (C) und anderen Elementen können jedoch aus Eisen wichtige Industrieprodukte hergestellt werden.

Liegt der Kohlenstoffgehalt im Fe unter 2 %, so erhält man Stahl. Bei einem höheren Kohlenstoffanteil handelt es sich um Guss. In Verbindung mit Fe kann der Kohlenstoffanteil praktisch höchstens 5 % betragen. Darüber zeigt sich der Kohlenstoff in Form von kleinen schwarzen Kernen oder Graphitkörnern, die anzeigen, dass der Kohlenstoffgehalt des Gusses über der Höchstgrenze liegt.

Stähle enthalten ausserdem im allgemeinen kleine Anteile anderer Elemente wie Mangan (0,5 %), Silizium (0,2 %) und kleine Mengen Phosphor, Schwefel oder Chrom, die ihnen spezifische Festigkeits- oder Rostschutzeigenschaften verleihen.

Stähle mit der gleichen chemischen Zusammensetzung können ein sehr unterschiedliches Verhalten aufweisen. Die mechanischen Eigenschaften werden u. a. durch folgende, von der chemischen Zusammensetzung unabhängige Faktoren beeinflusst:

- Herstellungsverfahren.
- Mechanische Bearbeitung kalt oder warm.
- Wärmebehandlung.

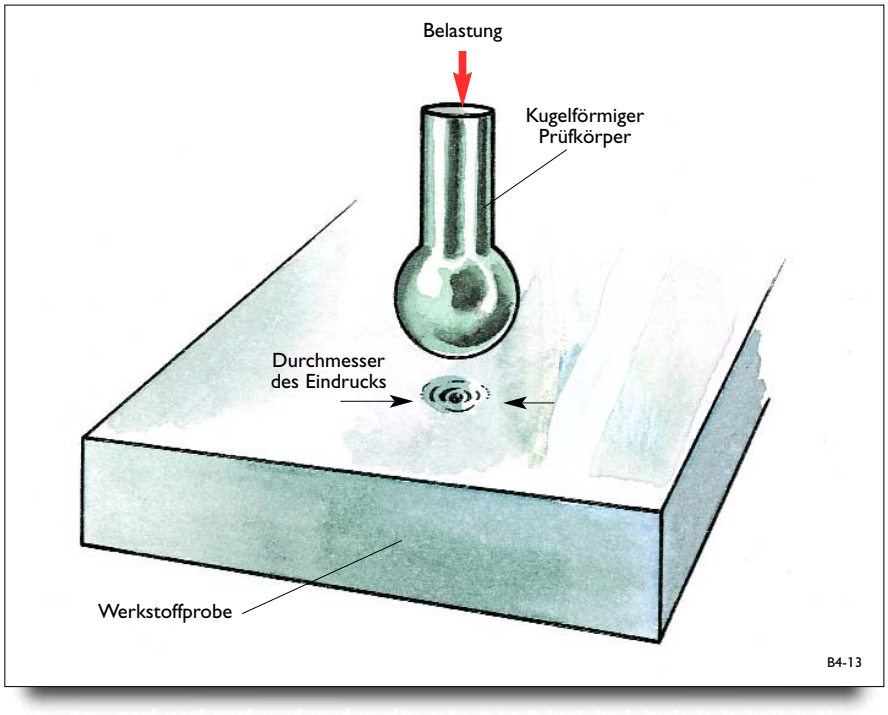
Grundlagen der mechanischen Bearbeitung

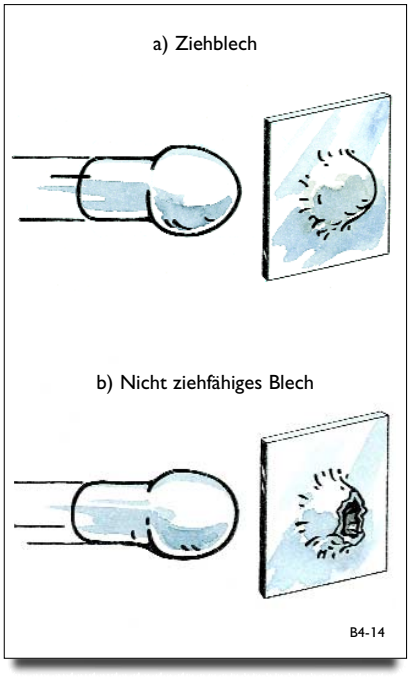
Durch die mechanische Bearbeitung erhält das Karosserieblech bestimmte Eigenschaften. Sie hat deshalb eine grosse Bedeutung in der Automobilindustrie.

Allgemein kann man sagen, dass ein Metall durch Wärmeeinwirkung weicher und durch Kälteeinwirkung härter wird.

Durch eine Kältebehandlung kann die Zugfestigkeit um bis zu 80 % erhöht werden. Normalerweise arbeitet man mit einer Erhöhung der Zugfestigkeit um 20 %.

Das im Fahrzeugbau verwendete Blech wird durch Kaltwalzen von Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt (0,7 - 1,5 %), einem gut schmiedbaren, verformbaren und ziehfähigen Stahl, der durch Walzen bei Umgebungstemperatur, einem Verfahren, das als mechanische Kaltbearbeitung gilt, bestimmte mechanische Eigenschaften erhält, produziert. Bei ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften kann es ein plastisches Verformungsvermögen von bis zu 40 % aufweisen.





Verformbarkeit, Schmiedbarkeit und Ziehfähigkeit sind eng miteinander verbundene Eigenschaften, die mit dem plastischen Verformungsvermögen des Blechs ohne Bruch zu tun haben.

Die Härte und der Härtemesser

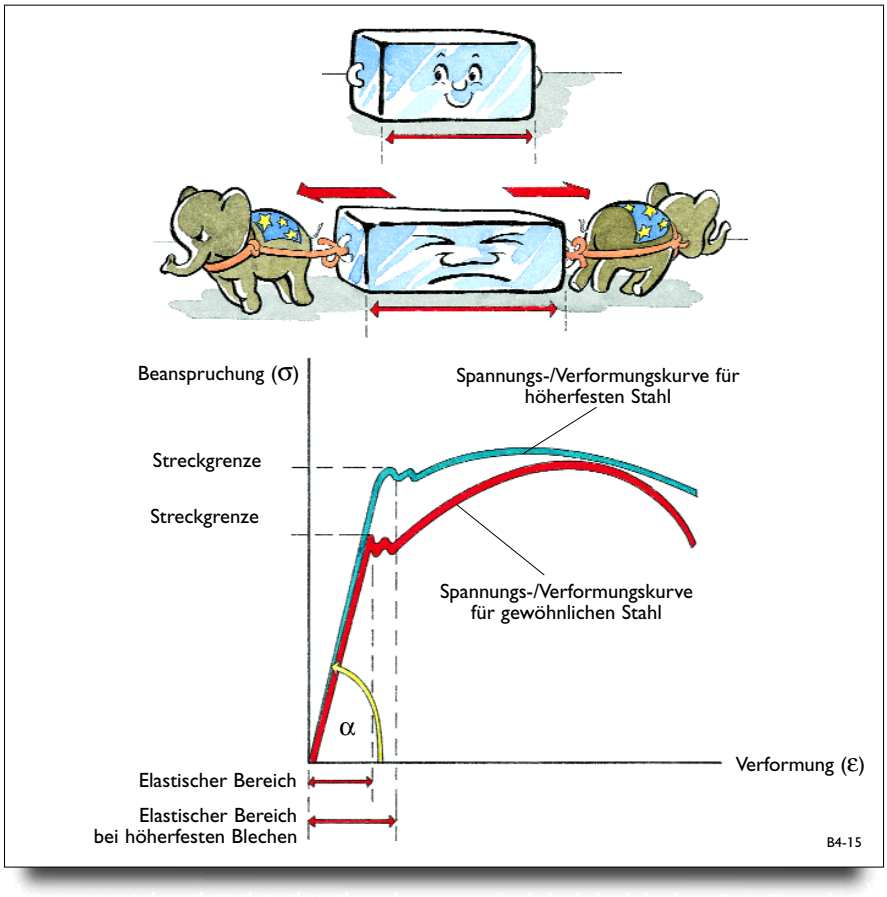
Die Härte ist ein Mass für die Kratzfestigkeit des Metalls und den Widerstand, den es einer bleibenden plastischen Verformung entgegensetzt. Sie wird in einem Versuch gemessen, bei dem ein kugel-, pyramiden- oder kegelförmiger Prüfkörper mit einer festen Belastung auf die Oberfläche des zu prüfenden Werkstoffs aufgesetzt und der zurückbleibende Eindruck gemessen wird.

"Die Forderung der Gewichtsreduzierung zwingt dazu, Teile aus dünneren Blechen zu konstruieren: dafür werden höherfeste Bleche aus Spezialstählen verwendet."

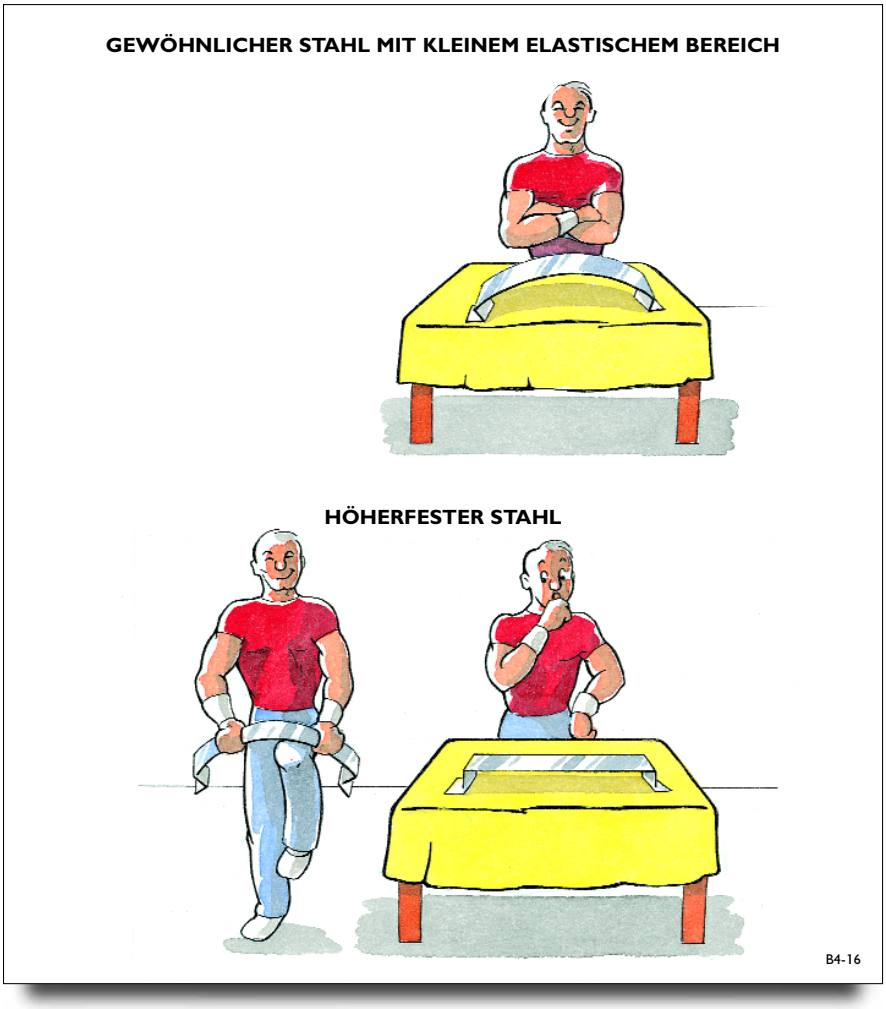
Stähle mit Hoher Streckgrenze

Im allgemeinen werden bei der Konstruktion eines Teiles nur die Werkstoffeigenschaften im elastischen Bereich berücksichtigt, d. h. man ist bestrebt, dass die Arbeitsspannung unter der Streckgrenze liegt.
Das bedeutet jedoch nicht eine Vernachlässigung des Bruchspannungswertes, denn dieser Wert ist sehr wichtig für die passive Sicherheit, von der wir später sprechen werden.
Die Materialstärke eines bestimmten Teiles hängt somit vor allem von der zulässigen Spannung und von der Streckgrenze ab, mehr noch als von der Bruchspannung.
Angesichts der bisherigen Ausführungen können wir also sagen, dass das Stahlblech so fest und steif sein muss, dass es grossen Beanspruchungen standhält und sich nicht zu stark verformt. Sind diese Eigenschaften nicht in ausreichendem Masse vorhanden, so muss die Materialstärke vergrössert werden, um das gewünschte Resultat zu

In einer vergleichenden Darstellung der Belastung und Verformung von zwei Stahlsorten, einem gewöhnlichen Stahl und einem Stahl mit hoher Streckgrenze, kann man sehen, dass der grundlegende Unterschied der höhere Wert für die Streckgrenze ist, d. h. das höherfeste Blech kann sich unter höheren Belastungen verformen, ohne dass eine bleibende Verformung eintritt.



erreichen. Damit erhöht sich auch das Gewicht, und das ist ein nicht gewünschter Effekt.
Um im Hinblick auf die Gewichtsreduzierung mit geringeren Materialstärken arbeiten zu können, sind Werkstoffe mit hoher Streckgrenze erwünscht.
Zur Berechnung eines Teiles wird nämlich der Spannungswert verwendet, bei dem der Übergang zur bleibenden Verformung liegt. Mit einem hohen Spannungswert erreicht man, dass ein Teil grösseren Belastungen ohne plastische Verformung standhält. Oder anders gesagt: die gleichen Belastungen werden mit geringeren Werkstoffmengen bewältigt.
Aus diesem Grund werden für bestimmte Teile höherfeste Bleche (Stahl mit hoher Streckgrenze) verwendet, was nicht unbedingt eine viel grössere Bruchfestigkeit bedeuten muss, sondern nur, dass der plastische Bereich kleiner ist. Das heisst, die bleibende Verformung, bevor ein Teil bricht, ist geringer, die Teile sind brüchiger, obwohl die Bruchlast die gleiche ist.
Unter der Voraussetzung, dass die Karosserie eines Fahrzeuges bestimmten Belastungen standhalten muss, kann bei Einsatz dieser Stahlsorten die Blechstärke und damit das Gesamtgewicht reduziert werden.



Diese Stähle werden in besonderen Verfahren hergestellt. Bei der Instandsetzung ist darauf zu achten, dass die ursprünglichen Eigenschaften erhalten bleiben. Dafür gibt es bestimmte Verfahren, vor allem muss auf Wärmeanwendung verzichtet werden (auf Grund der erhöhten Härtbarkeit). Schweissarbeiten müssen nach den Anweisungen der Herstellers ausgeführt werden.

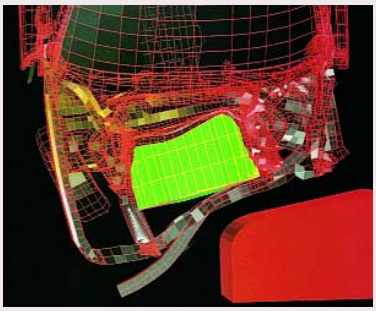
"Bei der Konstruktion eines Fahrzeugs sind nicht nur die Anforderungen des Gebrauchs ausschlaggebend, sondern auch die Herstellungsbedingungen nach dem Motto: höchste Qualität und niedrige Kosten."

Fertigungsprozess: Design und Stanzen

Zur Vertiefung

Finite Elemente (FE)

Die Berechnung von Strukturen und Karosserieteilen erfolgt mit Hilfe von Computerprogrammen auf der Grundlage der Finite-Elemente-Methode (FEM).
Dabei wird ein Teil an erster Stelle in eine Vielzahl Einzelkomponenten portioniert, auf die die klassischen Gleichungen für Streck- und Festigkeitsverhalten in Abhängigkeit von der Geometrie und Belastung des Teiles und den Werkstoffeigenschaften angewendet werden können.
Nach diesem "Portionieren" (Erzeugung eines FE-Netzwerkes) kann untersucht werden, wie sich die Einzelkomponenten unter äusserer Belastung verformen und die Belastung an angrenzende Komponenten weitergeben.
Auf diese Weise können die makroskopische Verformung des Teiles sowie Stellen mit kritischer Belastung, an denen es zu einem Bruch kommen kann, ermittelt werden.
All dies ermöglichen die modernen Rechner sozusagen "per Knopfdruck".



Das Design

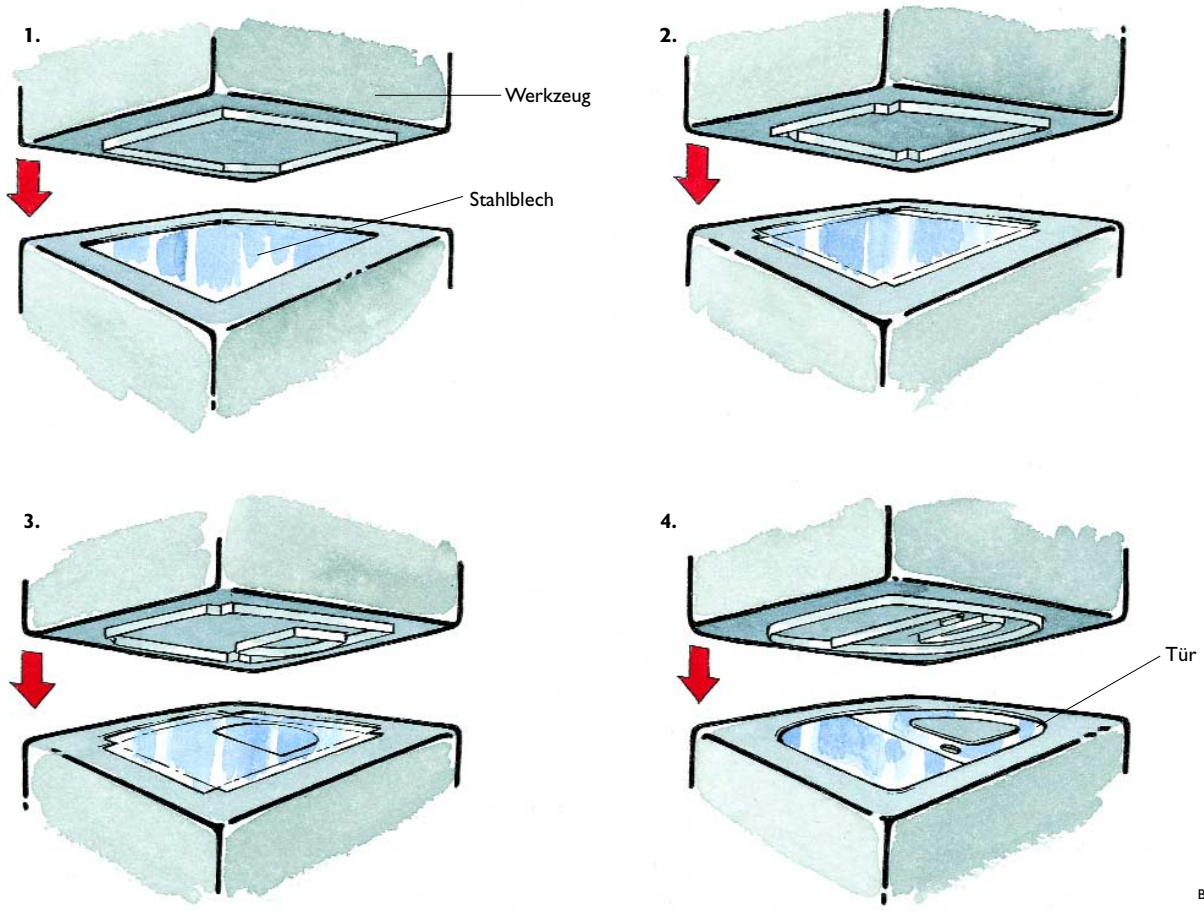
Eine der ersten Phasen bei der Konstruktion eines Fahrzeugs ist die Definition der Aussenansicht der Karosserie.
Auf die Arbeit der Stilisten folgt der Modellbau in Ton oder Gips in verschiedenen Massstäben.
Wenn das endgültige Modell fertig ist, werden die Karosserieteilezeichnungen erstellt, und es werden die z. T. von aussen nicht sichtbaren Strukturteile berechnet.
Parallel dazu werden die Verfahren für die Fertigung und den Zusammenbau der Teile festgelegt.

Das Tiefziehverfahren

Das Stahlblech wird in Form von Rollen, den sogenannten Coils, oder zugeschnitten auf Paletten an den Autohersteller geliefert.
Das in Coils angelieferte Stahlblech läuft zuerst zur Glättung durch eine Reihe Walzen.
Anschliessend müssen die Blechteile in Rohform, die Platinen, für die Ziehpresse zugeschnitten werden. Beim zugeschnitten angelieferten Blech entfällt dieser Schritt für den Fahrzeughersteller. Vorteile für den Fahrzeughersteller: Reduzierung des Abfalls, Zeitersparnis und weniger Lagervolumen.



TIEFZIEHVERFAHREN MIT TRANSFERPRESSE



Alle Bleche werden in eine Transferpresse eingeführt. Dieser Pressentyp besitzt in seinem Innern Werkzeuge oder Matrizen für die Formgebung, und das Blech wird automatisch von einer Matrize zur nächsten geführt.
Die Umformung erfolgt in mehreren Schritten mit jeweils einem eigenen Tiefziehwerkzeug, weil einige Formen nicht mit einem einzigen Tiefziehvorgang hergestellt werden können. Die Matrizen müssen so geformt sein, dass der Werkstoff plastisch "fliesst", ohne zu brechen. Die Pressen können bis zu 12 Meter hoch und 15 bis 20 Meter lang sein.

Mit einer Transferpresse wird ein Türblech in mehreren Tiefziehvorgängen geformt. Dabei wird erreicht, dass das Stahlblech bei jedem Vorgang "fliesst" und weiter umgeformt wird, bis schliesslich die endgültige Form erreicht ist.

"Beim Karosseriebau werden im wesentlichen drei Fügetechniken eingesetzt: Schweissen, Schraubverbindungen und Klebeverbindungen. Jede Technik hat spezifische Eigenschaften und ist mit bestimmten Merkmalen an der selbsttragenden Karosserie beteiligt."

FERTIGUNGSPROZESS: ZUSAMMENBAU

ZUR VERTIEFUNG

Klebeverbindungen

Bei der Konstruktion einer selbsttragenden Karosserie wird davon ausgegangen, dass der Stahl, aus dem die Einzelteile gefertigt werden, einer einheitlichen Belastung standhält. Für die Weiterleitung von Belastungen sorgen im wesentlichen die Schweisspunkte und -nähte. An diesen Punkten entsteht jedoch eine Konzentration von Belastungen.

Eine Lösung für dieses Problem sind die Klebeverbindungen. Hier "verteilt" sich nämlich die Weiterleitung der Spannungen. Das ist z. B. im Crashfall von grosser Bedeutung, weil hier angestrebt wird, dass möglichst viele Teile an der durch die Crashenergie bewirkten Verformung beteiligt werden.

Auf Grund ihrer ausgezeichneten Chemikalienbeständigkeit, ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften und ihrer guten Anwendbarkeit kommen vor allem Epoxidkleber, im allgemeinen weikomponenten-Produkte, zum Einsatz.

Zur Herstellung der Karosseriestruktur müssen die Einzelteile miteinander verbunden werden. In bestimmten Fällen werden mehrere Einzelteile zu einem komplexeren Teil verbunden, z. B. bei der Schweissverbindung mehrerer Blechteile zur Herstellung eines Teils eines Längsträgers.

Die wichtigsten Fügeverfahren für Karosserie-Blechteile sind das Schweissen und die Schraubverbindung. Beim Schweissen wird eine hohe mechanische Festigkeit und eine gute Weiterleitung der Belastungen an die angrenzenden Teile erreicht. Der Vorteil der Schraubverbindungen ist die Reparaturfreundlichkeit nach einem Unfall.

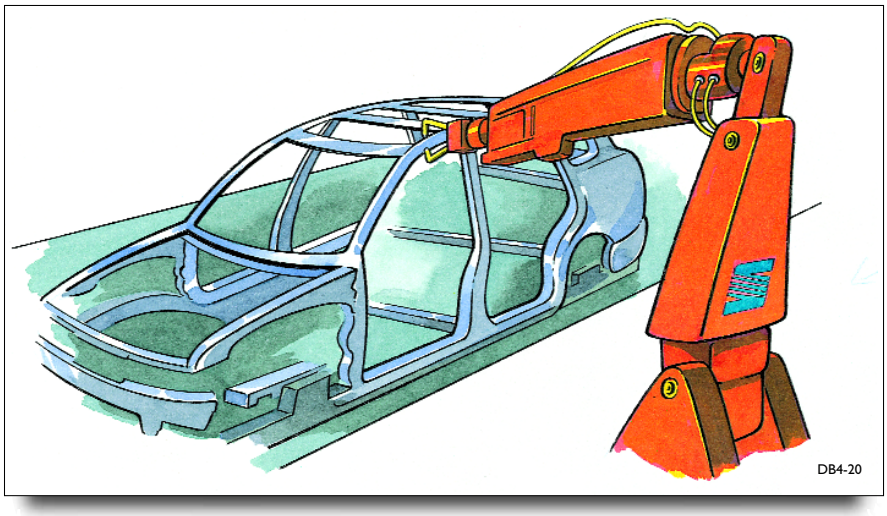
Durch das Zusammenfügen –im allgemeinen durch Punktschweissen– mehrerer Unterzusammenbauten und anderer Teile wird das Karosserietragwerk –die Karosseriestruktur– hergestellt. Am Karosserietragwerk werden die weiteren beweglichen und festen Aussenteile befestigt.

Letztendlich besteht eine Karosserie aus fünf Gruppen von Teilen, die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden:

- Aussenbleche.
- Wagenmitte und Hinterwagen.
- Vorderwagen.
- Unterbau.
- Türen, Klappen und sonstige Teile.

Nach dem Zusammenbau wird die Karosserie durch die Behandlung mit Rostschutzmitteln für viele Jahre gegen Korrosion geschützt. Durch Tauchlackierung (KTL) erhalten auch schwer zugängliche Bereiche einen zuverlässigen Schutz.

Die Roboter in der Montagelinie ermöglichen eine mit anderen Mitteln nicht zu erreichende Schnelligkeit und Genauigkeit bei der Montage.

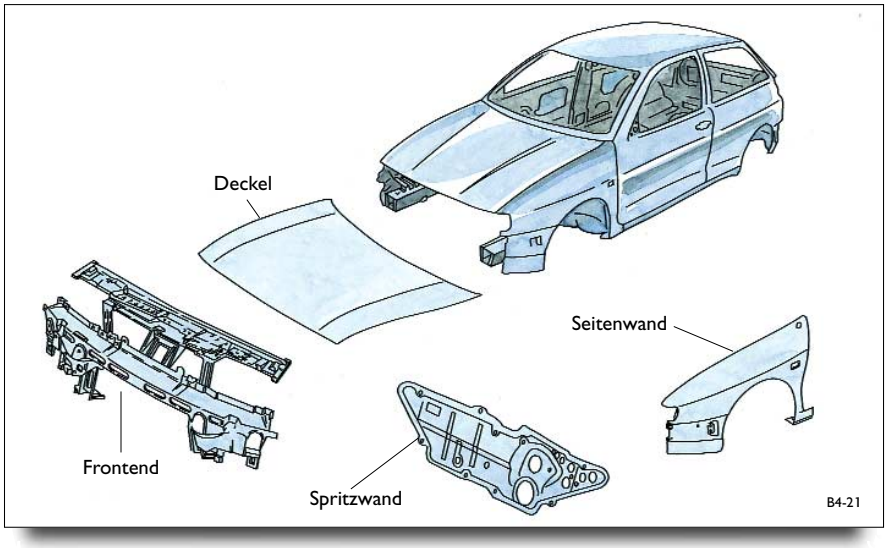


Vor- und Nachteile der Fügetechniken

ALLGEMEINE MERKMALE DER FÜGEVERFAHREN		
LÖSBARE VERBINDUNGEN	FESTE VERBINDUNGEN	
SCHRAUBVERBINDUNGEN	SCHWEISSEN	KLEBER
• Einfache Trennung	• Trennung mit Zerstörung	• Trennung sehr schwierig
• Hohe Spannungskonzentration	• Spannungskonzentration bei Punktschweissung	• Gleichförmige Verteilung der Belastungen
• Uneinheitliches Aussehen der Verbindung	• In einigen Fällen gutes Aussehen der Verbindung	• Ausgezeichnetes Aussehen der Verbindung
• Ausführung relativ zeitaufwendig	• Relativ schnelle Ausführung	• Ausführungszeit abhängig von der Aushärtungszeit des Klebers
• Keine Einschränkungen hinsichtlich der Werkstoffe	• Verfahren nur für schmelzfähige Werkstoffe anwendbar	• Verbindungsmöglichkeit verschiedener Werkstoffe
• Hohe Temperaturbeständigkeit	• Hohe Temperaturbeständigkeit	• Eingeschränkte Temperaturbeständigkeit
• Keine Vorbehandlung der zu verbindenden Werkstoffe	• Geringe Vorbehandlung der zu verbindenden Werkstoffe	• Vorbereitung der Klebeflächen sehr wichtig
• Praktisch keine Ausrüstung, oder geringe Kosten	• Ausrüstung teuer und schwer zu bedienen	• Relativ preiswerte Ausrüstung
• Verbindung sofort tragfähig	• Relative Tragfähigkeit der Verbindung	• Relative Tragfähigkeit der Verbindung

"Die selbsttragende Karosserie besteht aus zahlreichen, durch Schweissen oder durch eine lösbare Verbindung oder Schraubverbindung zusammengefügten Blechteilen."

KAROSSERIETEILE



Lösbare und nicht lösbare Teile

Wie schon gesagt, besteht eine selbsttragende Karosserie aus vielen zusammengefügten Blechteilen, so dass die Beanspruchungen von einem Teil zum nächsten weitergeleitet werden und ein steifer und fester Zusammenbau entsteht.
Je nach der Fügetechnik unterscheiden wir lösbare und nicht lösbare Teile. Nicht lösbare Teile sind fest verbundene Teile. Um sie auszutrennen, müsste die Verbindung "aufgebrochen" werden. Im allgemeinen handelt es sich hier um Schweissverbindungen.
Die nicht lösbaren Teile machen im wesentlichen den strukturellen Teil der Karosserie aus, und sie bilden den Fahrgastraum und den Bereich, der die Aggregate im Motorraum trägt. Diese Makrostruktur besteht aus verschiedenen Untereinheiten:

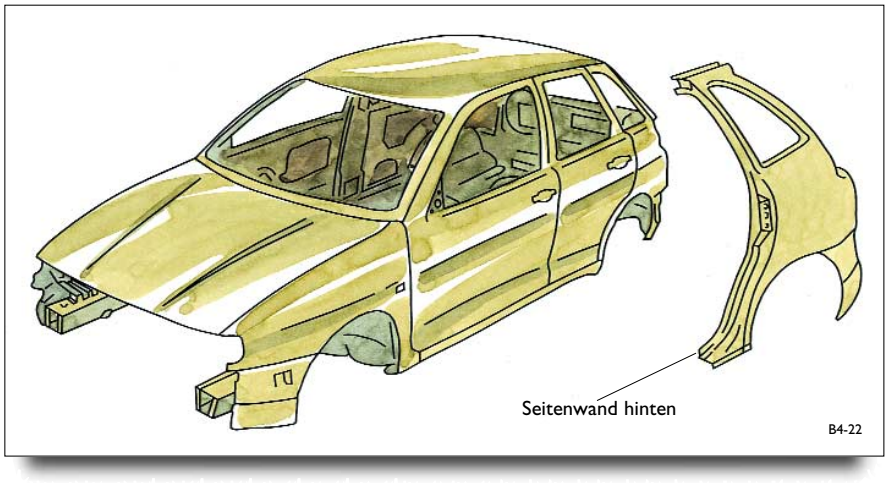
- Motorraum und Frontend.
- Seitenteile, Dach.
- Boden Fahrgastraum und Kofferraum.

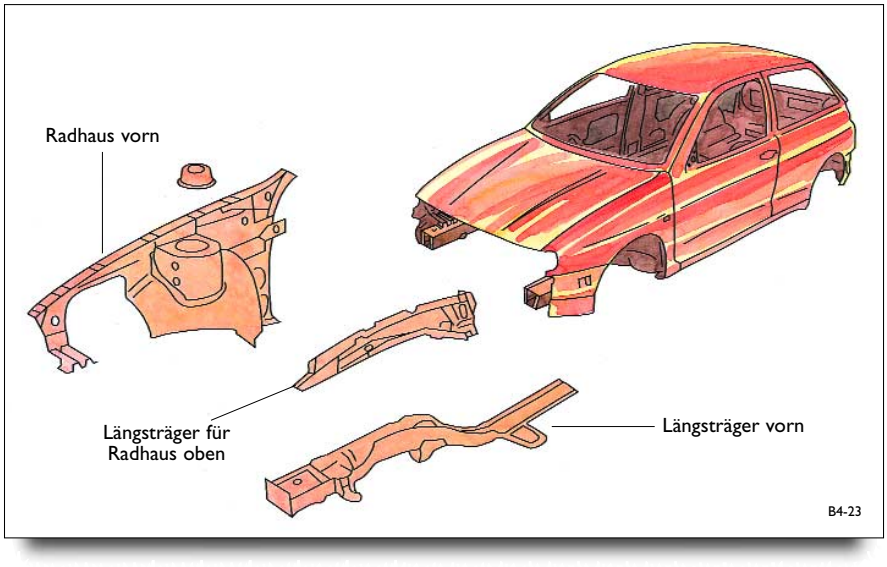
Der Boden ist sicher eines der wichtigsten Strukturelemente. Er besteht aus tiefgezogenen und verschweissten Stahlblechteilen, die Hohlkörper oder Längs- und Querträger bilden, welche für eine hohe Steifigkeit der Plattform sorgen.
Der Boden ist mit einer Struktur verbunden, die den Fahrgastraum umschliesst. Diese Struktur besteht aus den Säulen, den Seiten- und Dachträgern usw.

Durch diesen Rahmen wird die Form des Fahrgastraumes definiert. Ausserdem sorgt er für die Steifigkeit der Konstruktion. Bei einem Unfall schützt er die Fahrzeuginsassen und gewährleistet den Überlebensraum. Später werden wir noch von der Bedeutung der selbsttragenden Karosserie für die passive Sicherheit sprechen.
Lösbare Teile oder Anbauteile sind die Teile, die ohne Beschädigung ausgebaut werden können. Dazu gehören die Türen (Befestigung mit Scharnieren), Klappen, Kotflügel, Stossfänger usw.
Mit Ausnahme der Strukturteile werden die Verbindungen im Interesse einer hohen Reparaturfreundlichkeit möglichst als Schraubverbindungen ausgeführt.

Die Aussenblechteile bilden die Aussenhaut des Fahrzeuges. Dazu gehören:
- Seitenwand.
- Innenverkleidung Windschutzscheibe.
- Rahmen Windschutzscheibe.
- Dach.
- Abschlussblech.
- Frontend.
- Träger.
- Säulen und Spriegel.
- Schweller.

Die Wagenmitte und der Hinterwagen sorgen für die Steifigkeit der hinteren Hälfte der Karosserie.
Die Bestandteile sind:
- Radhäuser und Radhausschalen.
- Längsträger.
- Querträger.
- Traversen.
- Ablagen.
- Verstärkungen.
- Hinterrahmen.





Der Vorderwagen ist ein Bereich mit vielen Verstärkungen für die Aufnahme des Motors, der Lenkung und des Getriebes. Er besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

- Längsträger.
- Stirnwand.
- Sonstige Teile: Querträger, Platten...

Die Bodengruppe besteht aus mit den Längs- und Querträgern verschweissten Platten.

Bei der Bodengruppe unterscheidet man zwei Teile:

- Boden des Fahrgastraumes.
- Boden hinten.

Der Boden hinten wird gebildet aus:

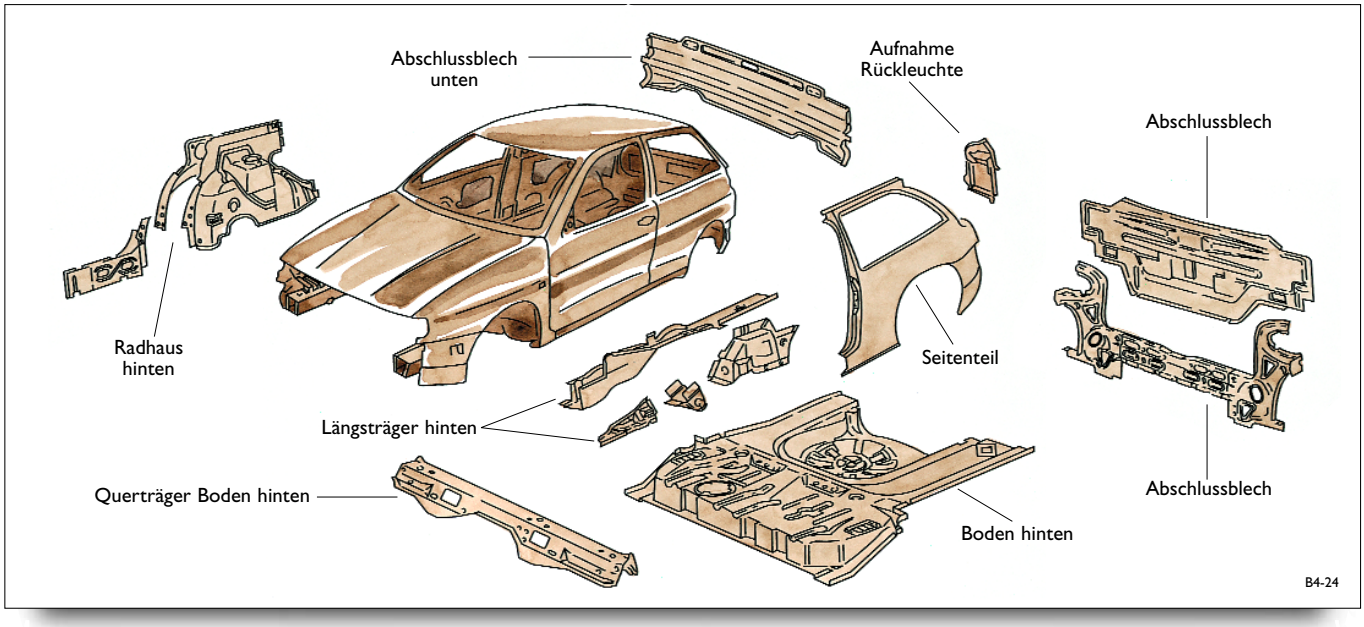
- Kofferraumboden.
- Längsträger hinten.
- Mit dem Abschlussblech und dem Boden hinten verbundene Querträger.
- Verstärkungen für den Deformationsquerträger.

Die Bodenbleche werden auf maximale Karosseriesteifigkeit und -biegefestigkeit und optimale Raumnutzung ausgelegt.

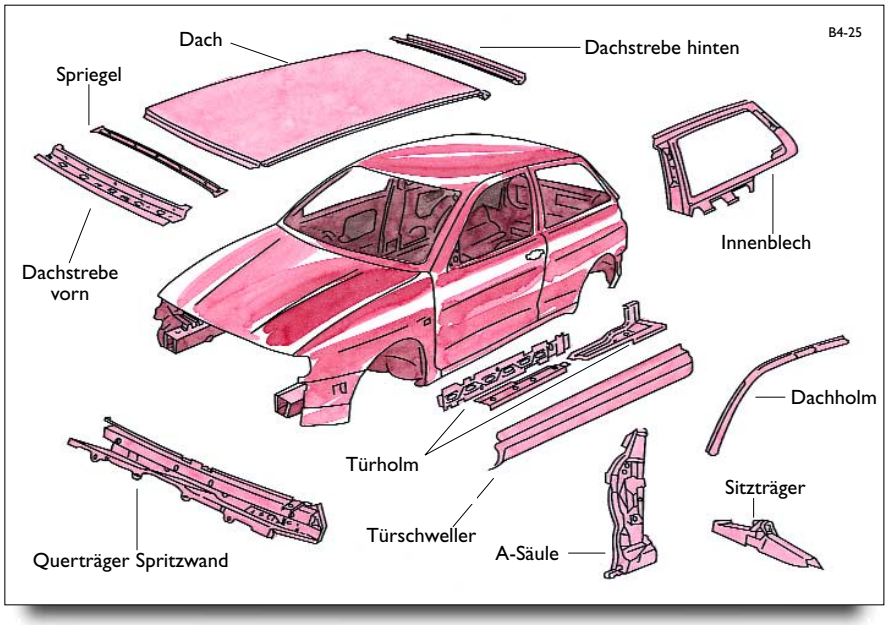
Neben den zuvor genannten Teilen müssen die Türen und Klappen erwähnt werden, an die immer höhere Anforderungen bezüglich der passiven Sicherheit gestellt werden.

Bei den Türen geht es vor allem darum, ein Eindringen der Türen in den Fahrgastraum im Crashfall zu verhindern. Die Klappen sollen auf definiertes Faltenbeulen ausgelegt sein.

Schliesslich gelten auch die Windschutz- und die Heckscheibe als Karosserieteile, obwohl sie nicht aus Metall sind. Die Scheiben sind heutzutage aus Verbundsicherheitsglas, das bei



einem Bruch nicht in kleine Teile zerspringt wie Hartglas. Die Scheiben werden vorwiegend kraftschlüssig mit der Karosserie verklebt und leisten so einen wichtigen Beitrag zur Karosseriesteifigkeit.



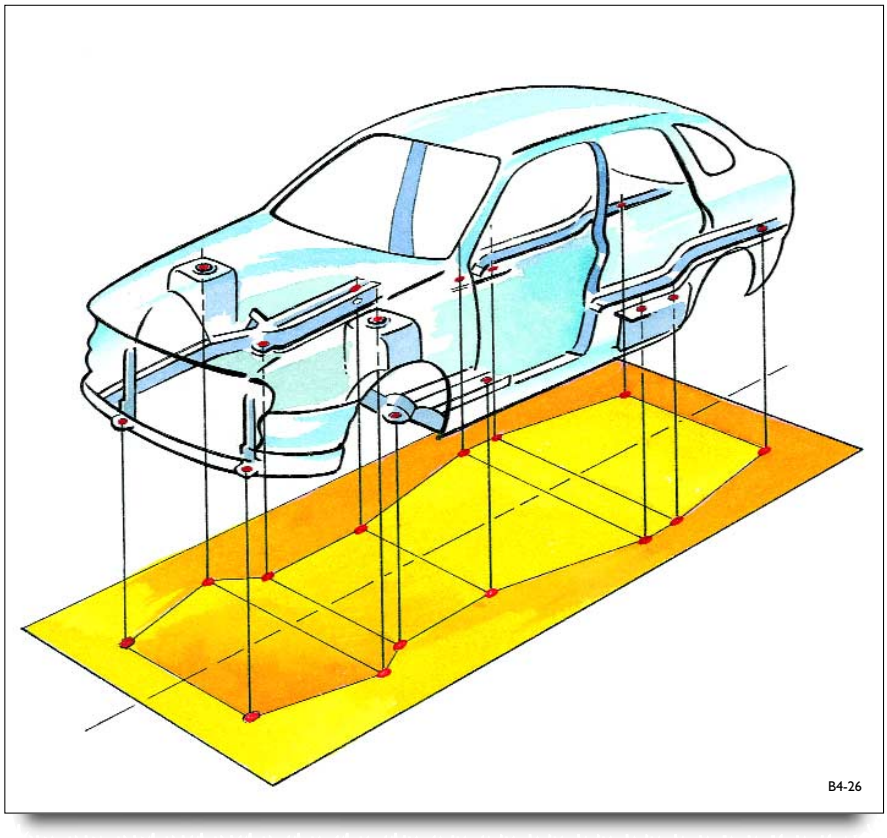
“Eine Karosserie besitzt eine spezifische Form und spezifische Abmessungen,
die sich auch während der Fahrt nicht ändern dürfen,
damit das Fahrzeug ein geeignetes Fahrverhalten aufweist.”

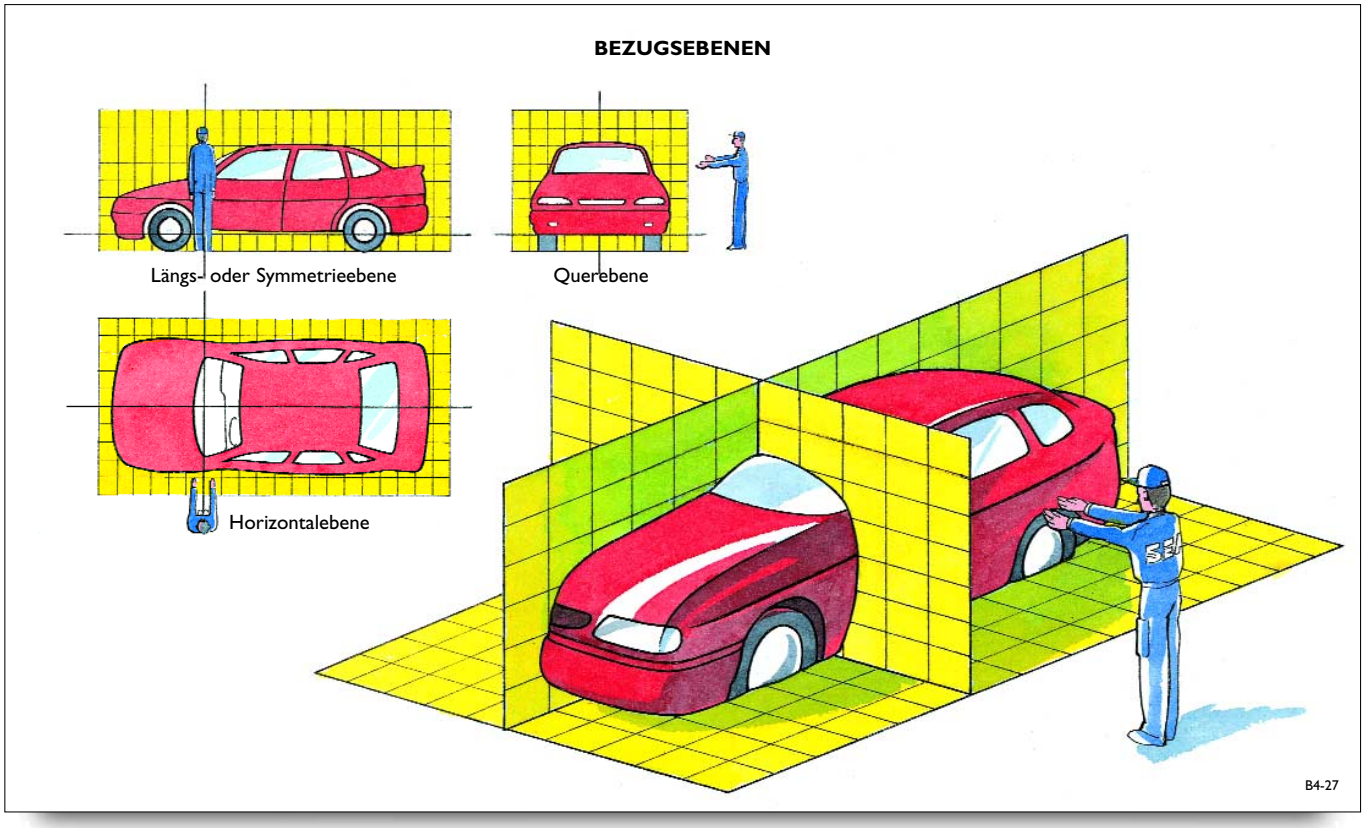
Geometrie und Bezugssysteme

Die Form und die Abmessungen

Beim Entwurf einer Karosserie werden eine konkrete Form und die konkreten Abmessungen mit den zulässigen Toleranzen festgelegt, die für bestimmte Punkte sehr strikt und eng sind. Die Lagerstellen von Fahrwerk, Lenkung und Antriebsaggregat müssen exakt festgelegt und eingehalten werden, um eine lange Lebensdauer und einen einwandfreien Betrieb sicherzustellen.

Andernfalls könnten z. B. die für ein geeignetes Fahrverhalten festgelegten Lenkungsmasse nicht eingehalten werden.
Das gilt auch für das Fahrwerk. Wenn die Lagerstellen nicht exakt eingehalten werden, kann es zu unerwünschten Belastungen bestimmter Teile kommen. Es käme zu einer Verformung oer sogar zum Bruch dieser Teile.





Die Bezugsebenen begrenzen die Fahrzeuggeometrie. Die Instandsetzung wird dadurch erleichtert.

Die wesentlichen Punkte und die Bezugspunkte

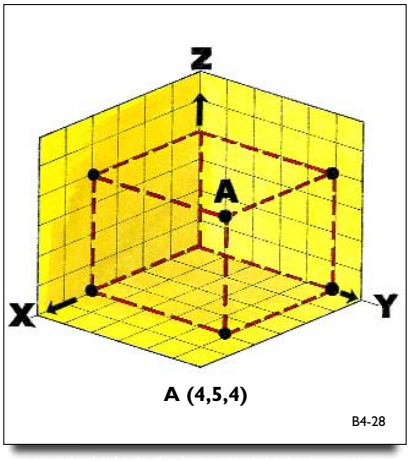
Der Autobauer betrachtet eine Reihe von Punkten als wesentliche Karosseriepunkte. Ihre Position ist im Rahmen von gewissen Toleranzen festgelegt.
Unabhängig davon gibt es bei jeder Karosserie Referenzpunkte, die für die Definition bestimmter geometrischer Eigenschaften herangezogen werden.

Die Bezugssysteme

Für die Definition eines beliebigen Punktes im Raum verwendet man ein Koordinatensystem als Bezugssystem. Die Masse oder Zahlenwerte, die diesen Punkt beschreiben, hängen somit vom gewählten Koordinatensystem ab.
Es gibt viele Bezugssysteme, die zur Festlegung von Punkten im Raum verwendet werden können. Die kartesischen Koordinaten werden in der Technik bevorzugt verwendet.

"Die Karosserievermessung muss mit der richtigen Ausrüstung und nach den Anweisungen des Fahrzeugherstellers vorgenommen werden."

KAROSSERIEMASSE



In einem kartesischen Bezugssystem lässt sich jeder Raumpunkt mit drei Werten oder Koordinaten (x, y, z) festlegen und definieren.

Im Karosseriebau werden aus drei rechtwinklig zueinander stehenden Achsen bestehende kartesische Systeme verwendet, die einen dreidimensionalen Bezug ergeben. Diese Achsen definieren ihrerseits drei rechtwinklig zueinander stehende Ebenen. Die Mindestabstände eines Punktes von diesen drei Ebenen ergeben seine Koordinaten.
Mit diesem System kann man schnell die relative Position von zwei beliebigen Punkten zueinander ermitteln.

Die Bezugsebenen

Eine wichtige Ebene ist die Längsebene oder Symmetrieebene, zu der die homologen Punkte der beiden Seiten der Karosserie in gleicher Weise angeordnet sein müssen. Bei der Vermessung müssen die Mittelpunkte dieser homologen Punkte innerhalb bestimmter Toleranzen auf dieser Ebene liegen.
Die zweite wichtige Ebene ist die Horizontalebene, über der die Höhe oder z-Koordinate eines jeden Punktes gemessen wird. Die Basis einer Karosserie muss "eben" sein, d. h. alle Punkte müssen eine geeignete z-Koordinate haben. Durch Messen zu dieser Ebene können Durchbiegungen oder Verwindungen der Karosserie festgestellt werden.
Schliesslich dient die Querebene als Bezug für die Ermittlung der Längskoordinaten eines jeden Punktes. Sie ermöglicht es, Längenänderungen der Karosserie (normalerweise Verkürzungen) zu erkennen.

Relative Prüfungen

Bisher haben wir von den wesentlichen Punkten oder Merkmalen einer Karosserie gesprochen. Diese Punkte müssen jedoch auch vor, während und nach einer Instandsetzung gemessen oder in irgendeiner Form überprüft werden können.
Mit folgenden Werkzeugen können diese Messungen vorgenommen werden:

- Messstab.
- Richtbank.

Mit dem Messstab kann der Abstand zwischen zwei Punkten ermittelt werden. Der Messstab ist ein einfaches und sehr nützliches Werkzeug zur Erkennung von Abstandsänderungen. Er ermöglicht eine erste Annäherung an die Einschätzung von Karosserieschäden.

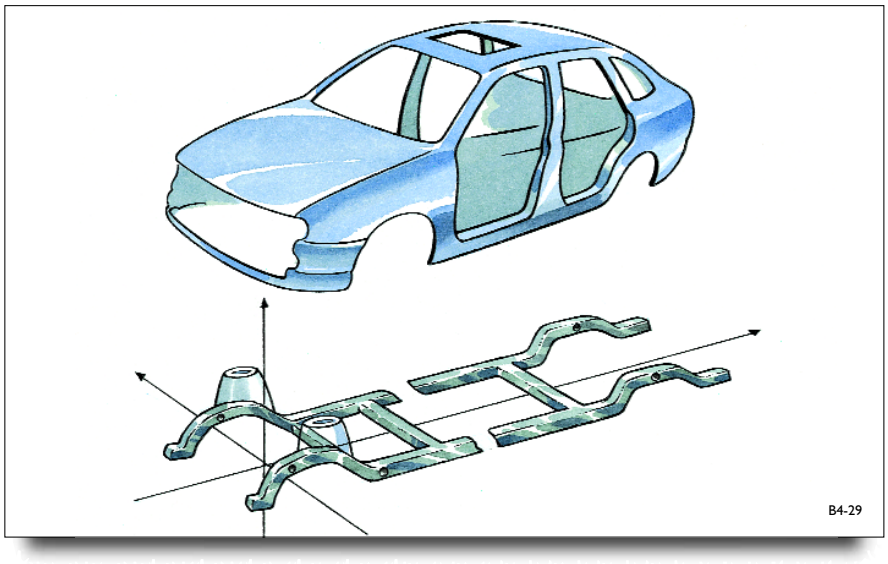
Die Messverfahren

Bei der Instandsetzung wird angestrebt, den Originalzustand des Fahrzeuges so weit wie möglich wiederherzustellen. Dafür müssen

die Karosseriemasse überprüft werden. Zu diesem Zweck gibt es Messverfahren, die vor der Reparatur (Diagnose) sowie während der Reparatur und danach (Überprüfung) verwendet werden können.
Im wesentlichen handelt es sich um zwei mechanische Verfahren mit dazugehöriger Richtbank:

- Richtwinkelverfahren.
- Universelles Messverfahren.

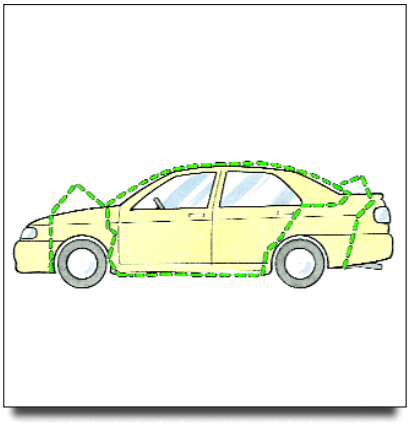
Von den von SEAT zugelassenen Verfahren gehört die Celette Richtbank mit MZ Richtwinkeln zu der ersten Gruppe, während Metro 2000 von Celette ein universelles Messverfahren mit Linealen ist.
Beim MZ-Verfahren wird mit Hilfe von Richtwinkeln eine Art "Schablone" (d. h. Vermessungspunkte) hergestellt, mit der Raumpunkte exakt festgelegt werden. Damit können die Messpunkte der Karosserie kontrolliert werden.
Beim zweiten Verfahren werden die Messpunkte auf Linealen mit den realen Karosseriepunkten in Übereinstimmung gebracht. Wenn die Werte auf den Linealen mit den vom Fahrzeughersteller angegebenen Werten übereinstimmen, ist das Fahrzeug masshaltig.
In letzter Zeit sind Laser- und Ultraschallmessverfahren auf den Markt gekommen, die eine zuverlässige, schnelle und exakte Karosserievermessung ermöglichen. Es handelt sich um sogenannte "elektronische Multipoint-Messverfahren".



Die wichtigsten Kontrollpunkte einer Karosserie sind die Bodengruppe sowie die Lagerstellen von Fahrwerk, Lenkung und Antriebsaggregat.

"Die Karosserie soll zur Sicherheit beitragen, für Fahrstabilität sorgen und bei einem Unfall den Fahrzeuginsassen grösstmöglichen Schutz bieten."

Aktive Sicherheit und Bewegung



Die Knautschzonen im Vorder- und Hinterwagen haben eine grosse Bedeutung für die passive Sicherheit, die das Fahrzeug den Insassen bietet.

Die Sicherheit

Die Sicherheit ist einer der Faktoren, die die Fahrzeugentwicklung und damit die Karosseriekonstruktion am stärksten beeinflussen. Sicherheit ist alles, was zur Unfallvermeidung oder der Verminderung der Unfallfolgen beiträgt. Man unterscheidet zwischen aktiver und passiver Sicherheit.

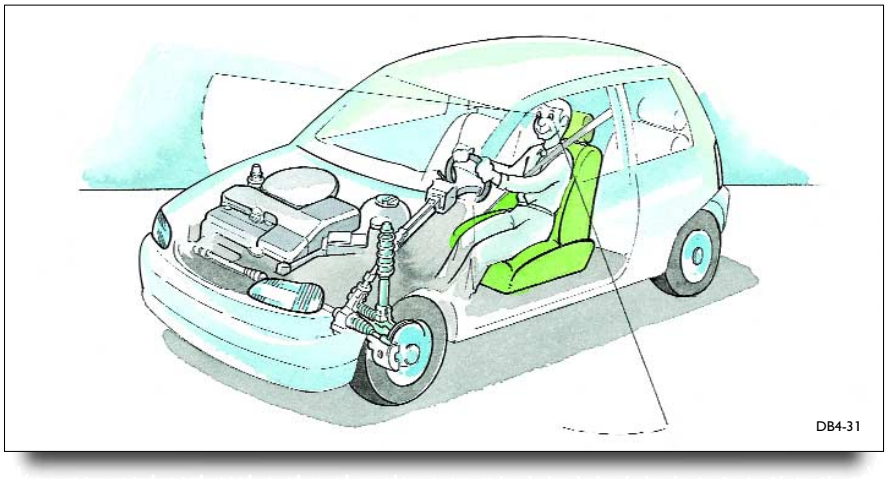
Die aktive Sicherheit

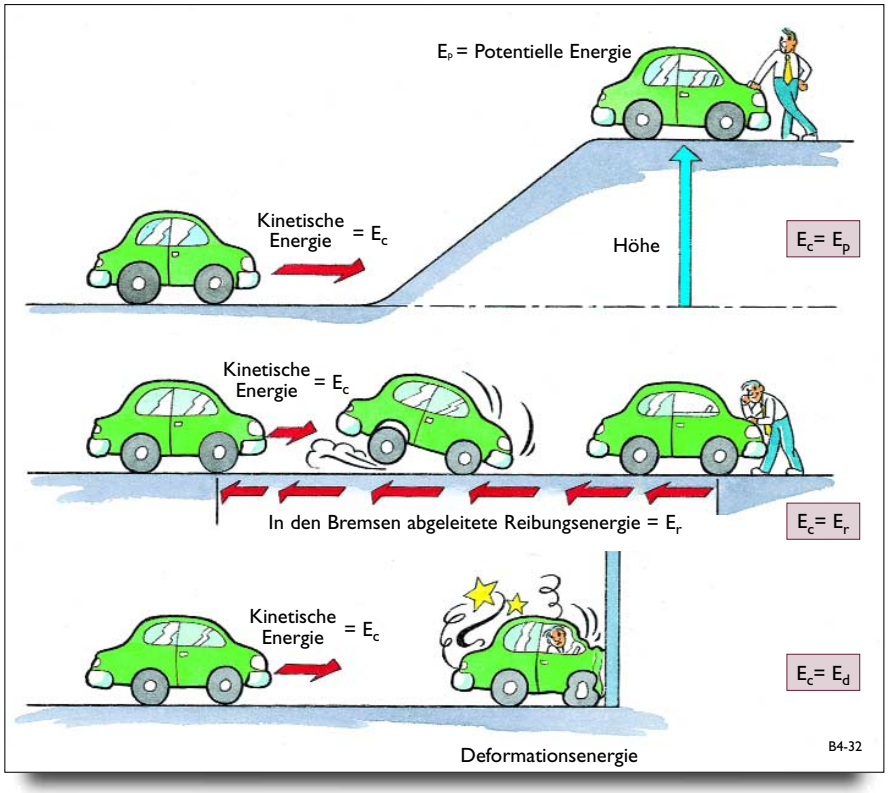
Zur aktiven Sicherheit gehört alles, was in irgendeiner Weise zur Verbesserung der Fahrsicherheit und dadurch zur Verhinderung von Unfällen beiträgt, z. B. eine präzise und komfortable Lenkung, leistungsfähige Bremsen, ein Motor mit Leistungsreserven für den Notfall, Reifen in einwandfreiem Zustand oder eine harmonische Fahrwerkskonzeption.

Auch Aspekte, die man für weniger wichtig halten könnte, wie der Innenraumkomfort, ein ergonomisches Cockpit oder eine gute Sicht des Fahrers, tragen zur aktiven Sicherheit bei. Man spricht hier auch von der "psychologischen Sicherheit".
Die Karosserie ist ebenfalls an der aktiven Sicherheit beteiligt. Eine gut konstruierte Karosserie erzeugt wenig Windgeräusche, ist steif, erleichtert die Arbeit von Lenkung und Radaufhängungen und verbessert auf diese Weise die Fahrsicherheit.

Passive Sicherheit

Die wichtigste Aufgabe der Karosserie ist der Insassenschutz bei einem Unfall. Die Karosserie soll als Sicherheitspolster die Insassen vor Schäden schützen oder unvermeidliche Verletzungen vermindern.





Das Energiekonzept

Ein Fahrzeug besitzt beim Fahren eine gewisse Energie, die kinetische Energie oder Bewegungsenergie.
Da die Energie weder erzeugt noch zerstört, sondern nur umgewandelt werden kann, verwandelt sich diese Energie bei einer Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit in eine andere Art von Energie.
Wird die Fahrgeschwindigkeit durch Bremsen reduziert, so verwandelt sich die Bewegungsenergie in Wärmeenergie, die in die Umgebung abgeleitet wird. Reduziert sich die Fahrgeschwindigkeit jedoch auf Grund einer Steigung, so wird im Fahrzeug potentielle Energie gespeichert (Ep = Gewicht x Höhe).

ZUR VERTIEFUNG

Die kinetische Energie

Die Bewegungsenergie oder kinetische Energie eines Körpers hängt von seiner Masse und Geschwindigkeit ab. Es gilt folgende Formel:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Dabei bedeuten:

E_c = kinetische Energie.
m = Masse.
v = Geschwindigkeit.

Ein Körper, der sich mit der gleichen Geschwindigkeit bewegt wie ein anderer, doppelt so schwerer Körper, besitzt die doppelte kinetische Energie. Bei einem Fahrzeug jedoch, das doppelt so schnell fährt wie ein zweites identisches Fahrzeug, vervierfacht sich die Energie!

"Bei einem Unfall muss die Bewegungsenergie des Fahrzeugs von der Karosserie als Deformationsenergie absorbiert werden."

Passive Sicherheit und Deformation

ZUR VERTIEFUNG

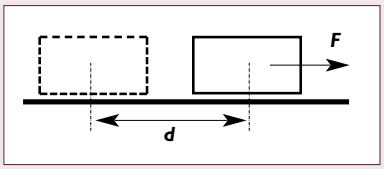
Energie, Wärme und Arbeit

Wärme ist auch eine Energieform. Das Verhältnis zwischen der Wärmeeinheit oder "Kalorie" und der Energieeinheit oder "Joule" lautet:

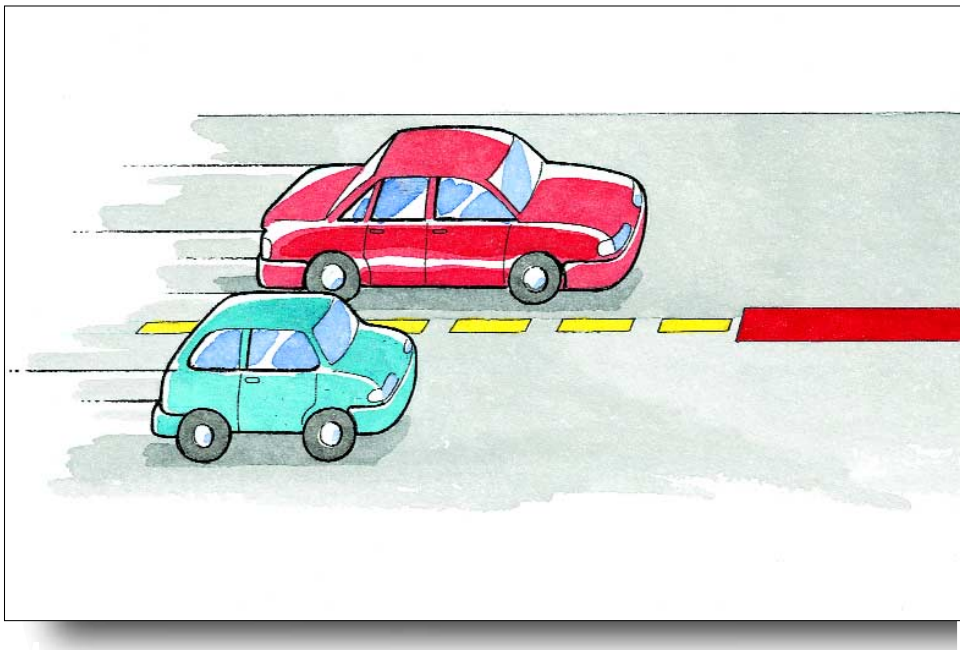
1 Kalorie = 4,18 Joule

Die Arbeit ist ebenfalls ein Äquivalent der Energie und wird deshalb in Joule gemessen. Die Arbeit ist ein Energiekonzept, das für eine auf einen bewegten Punkt aufgebrachte Kraft gilt.

Arbeit = Kraft x Entfernung



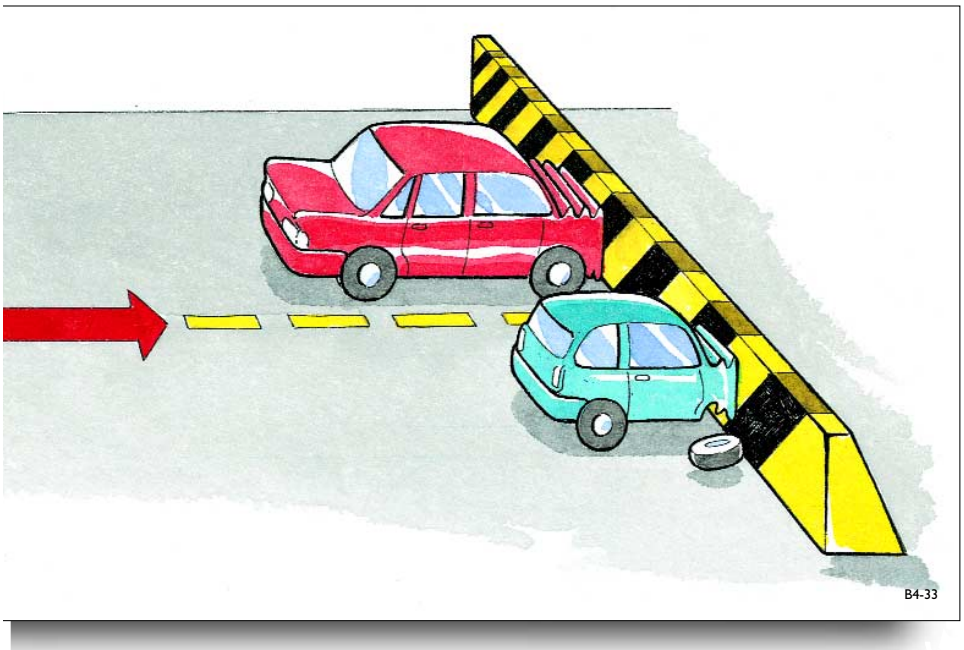
Bei einem Unfall kann die Bewegungsenergie, die das Fahrzeug besass, bei der Fahrzeugverzögerung nicht verloren gehen. Die Bewegungsenergie verwandelt sich vielmehr in Verformungsenergie, d. h. in die Arbeit, die zur Deformation des Bleches aufgewendet wird.
Wenn wir uns das Stahlblech als eine zusammengedrückte Feder vorstellen, so können wir die zur Verformung erforderliche Energie mit der Energie vergleichen, die zum Zusammendrücken der Feder benötigt wird. Allerdings kann im letzteren Fall die Energie zurückgewonnen werden, während das im ersteren Fall nicht möglich ist.
Wie bei einer Feder gilt auch bei der Karosserie: je grösser das Verformungsvermögen, desto grösser das Energieabbauvermögen. Würde die Energie nicht absorbiert, so würde eine Kollision elastisch verlaufen. Der Aufprall wäre dann viel stärker, weil es zu keiner Verzögerung käme, sondern zu einer Richtungsänderung der Geschwindigkeit, wie z. B. bei den Billardkugeln. Die Fahrzeugschäden wären minimal, aber die Unfallfolgen für die Insassen wären viel schwerer.
Die Karosserien der SEAT-Modelle haben programmierte Knautschzonen, die sich im Crashfall progressiv verformen und die kinetische Energie, die das Fahrzeug beim Aufprall besitzt, absorbieren.



Wenn zwei Fahrzeuge auf eine feste Wand aufprallen, so muss das Fahrzeug mit der grösseren Masse mehr Energie umwandeln. Deshalb muss der Deformationsgrad erhöht werden.

Die Knautschzonen sind nach den Crash-Vorschriften konstruiert, nach denen bei einem Crash-Test bei 50 km/h gegen eine feste Wand eine maximale Deformation der Karosserie ohne ernsthafte Beeinträchtigung der Fahrgastzelle gewährleistet sein soll. Auf diese Weise sollen das Risiko von Körperverletzungen reduziert, ein ausreichender Überlebensraum gesichert und die inneren Verletzungen durch starke Verzögerungen vermindert werden. Wir sehen also, dass bei der Karosseriekonstruktion ein Kompromiss im Sinne einer maximalen Deformation für eine gegebene Energiemenge gewählt wird. Zur Zeit gehen die meisten Hersteller davon aus, dass das Deformationsvermögen so gross sein muss, dass die Energie eines Fahrzeugs, das eine Geschwindigkeit von 55 km/h hat, absorbiert wird. Das könnte sich ändern. Die Karosserie könnte z. B. steifer konstruiert werden, damit mehr Energie absorbiert werden kann. Dann wäre aber die Gefahr von Verletzungen auf Grund starker Verzögerungen grösser.

Neben dem Frontalcrash werden auch der Überschlag, sowie der Heck- und Seitencrash berücksichtigt. In jedem Fall soll die Fahrgastzelle der Teil der Karosserie sein, der sich bei einem Unfall an letzter Stelle verformt.


B4-33

ZUR VERTIEFUNG

Die Grösse und die Sicherheit

Es ist ein Irrtum, anzunehmen, dass das grössere von zwei modernen Fahrzeugen auch in jedem Fall das sichere sein muss. Das ist nicht der Fall, wenn das Fahrzeug auf ein festes Hindernis, z. B. eine Wand oder einen Baum, aufprallt.

Der Grund ist, dass ein grosses Fahrzeug mehr Masse hat als ein kleines, und dass deshalb bei einem Crash auch mehr Energie freigesetzt wird. Da sich diese Energie in Deformationsenergie umwandeln muss und die einzigen deformierbaren Teile die Fahrzeugteile sind, müssen entweder der Deformationsgrad oder die Massemenge (die Anzahl der deformierbaren Teile) erhöht werden. Wenn zwei identische, aber unterschiedlich grosse Fahrzeuge auf eine Wand aufprallen, so verhält sich die auftretende Deformation entsprechend ihrem Grössenverhältnis.

Das ist nicht der Fall beim Zusammenstoss von zwei Fahrzeugen unterschiedlicher Grösse. In diesem Fall neigt die Energie dazu, sich auf beide Fahrzeuge zu "verteilen", und offensichtlich wird bei gleichem Schadensumfang bei dem kleineren Fahrzeug die Fahrgastzelle eher betroffen.

Demgegenüber sind die inneren Verletzungen, die die Insassen auf Grund der Belastung durch die Fahrzeugverzögerung erleiden, umso schwerer, je kleiner die Karosserie ist.

"Bei einer Karosserieinstandsetzung wird angestrebt, den Originalzustand der Karosserie bezüglich Aussehen, Sicherheit und Lebensdauer wieder herzustellen."

KAROSSERIEINSTANDSETZUNG



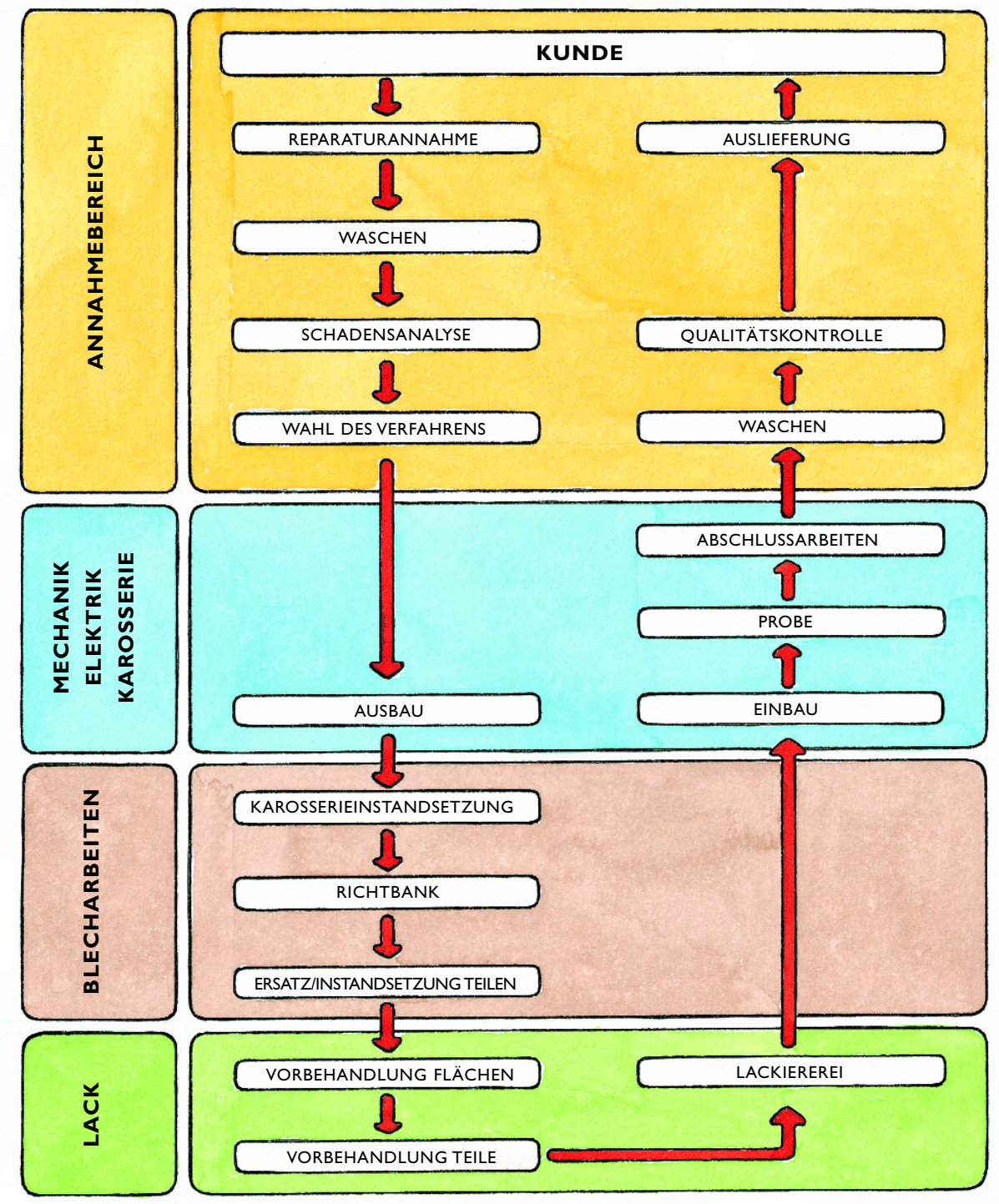
Die Reparatur

In den vorangehenden Kapiteln wurde in sehr knapper Form die Komplexität der modernen Karosserien und ihre Bedeutung für das Fahrverhalten und die passive Sicherheit des Fahrzeugs beschrieben.

Reparaturen müssen deshalb so ausgeführt werden, dass der Originalzustand bei folgenden Merkmalen wieder hergestellt wird:

- Aussehen: nach einer Reparatur muss die Karosserie mindestens das gleiche Aussehen haben wie eine neue Karosserie.
- Aktive Sicherheit: die serienässige Karosseriesteifigkeit muss erhalten bleiben.
- Passive Sicherheit: der Insassenschutz muss im vom Hersteller vorgesehenen Umfang gewährleistet sein; deshalb werden keine unnötigen Verstärkungen eingebaut, Schwachpunkte sind zu reparieren, und es muss darauf geachtet werden, dass keine Unterschiede bei den mechanischen Eigenschaften vorhanden sind.
- Lebensdauer: eine reparierte Karosserie muss die gleiche Lebensdauer haben wie eine neue Karosserie.

Unfallreparaturablauf



Die Schadensanalyse

Wenn eine Karosserie bei einem Unfall beschädigt wurde und repariert werden soll, muss an erster Stelle eine Schadensdiagnose erfolgen. Dabei wird der Zustand der Karosserie und der mechanischen Teile geprüft. Das Aussehen des Unfallwagens gibt keinen definitiven Aufschluss über den tatsächlichen Schadensumfang. Nur nach einer systematischen und gründlichen Untersuchung des Unfallschadens kann das geeignete Reparaturverfahren festgelegt werden. Die Schadensdiagnose muss in folgender Weise erfolgen:

- **Sicht- und Tastprüfung**
  - Überprüfung der Verformung der beschädigten Teile und der angrenzenden Bauteile.
  - Einschätzung der Möglichkeit von Strukturschäden.
  - Prüfen der Möglichkeit, ob in Anbetracht der Schwere des Unfalls Teile, die nicht direkt im Aufprallbereich liegen, beschädigt wurden.

- **Überprüfung der Achseinstellung**
  Durch Überprüfung der Achseinstellwerte kann ermittelt werden, ob sich die Verankerungspunkte an der Karosserie geändert haben. Das wäre ein Anzeichen dafür, dass die Karosserie bei der Kollision bleibende Deformationen erlitten hat.

- **Überprüfung der Diagonalen**
  Wie schon in einem früheren Kapitel beschrieben, können an einer Karosserie symmetrische Punkte zu einer Längsebene des Fahrzeugs definiert werden. Man wählt vier solche Punkte und überprüft die Abstände jeweils zwischen zwei nicht symmetrischen Punkten. Ergibt sich dabei eine Abweichung, so muss der betroffene Bereich repariert werden.

- **Überprüfung der Plattform**
  Bestimmte Deformationen lassen sich mit den zuvor beschrieben Methoden nur schwer erkennen, und es besteht die Möglichkeit, dass die relativen Abstände zwischen ausgewählten Punkten zwar korrekt sind, die Karosserie aber trotzdem eine Deformation erlitten hat. Das ist der Fall bei Verwindungen und Faltenbeulen.
  Diese Prüfung kann mit einem Messstab oder durch Vermessen auf der Richtbank erfolgen.

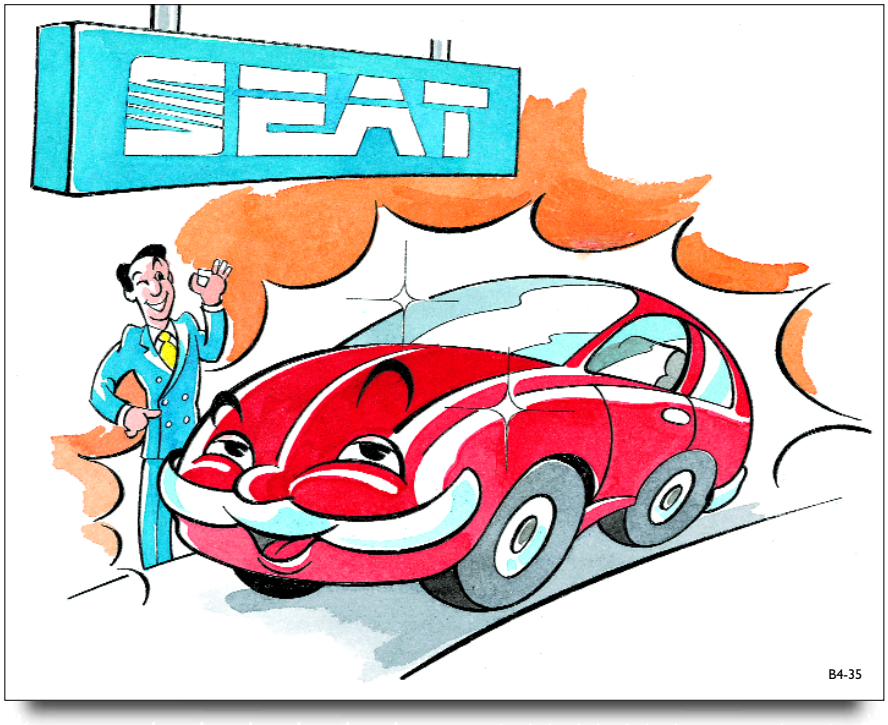
- **Prüfung mit Schablonen**

  Die vom Hersteller gelieferten Masterschablonen ermöglichen eine schnelle und genaue Überprüfung des Karosseriezustandes. Es handelt sich dabei um modellspezifische, leichte, genaue und starre Werkzeuge, die eine erste Einschätzung möglicher Strukturschäden ermöglichen. Anschliessend sind die beschädigten Teile zu überprüfen. Dafür müssen gegebenenfalls Fahrzeugteile ausgebaut werden.

Festlegung des Reparaturverfahrens

Durch die Schadensdiagnose soll ermittelt werden, ob eine Reparatur des Schadens möglich ist.
Das Reparaturverfahren wird unter Berücksichtigung folgender Faktoren festgelegt:

- Schadensumfang.
- Kosten für den Ersatz der beschädigten Teile auf der Grundlage der Ersatzteil- und Lohnkosten.
- Instandsetzung statt Austausch von Teilen.
- Vorhandene Reparaturmittel.



Ziel jeder Reparatur ist dem Fahrzeug seinen originalen Zustand und Eigenschaften wiederzuverleihen.

Prüfen Sie Ihr Wissen

Beantworten Sie die nachstehenden Fragen. So können Sie selbst feststellen, wie weit Sie den Inhalt dieses Lehrhefts verstanden haben.

Zu jeder Frage gibt es nur eine richtige Antwort.

1. Die selbsttragende Karosserie hat keine Strukturteile.

A. Richtig.

B. Falsch.

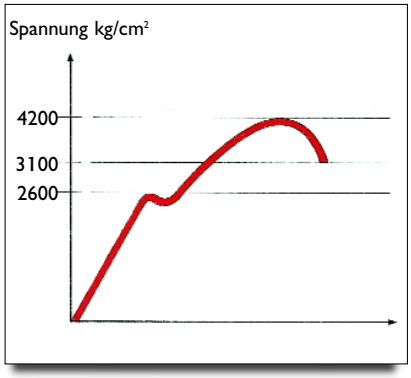
C. Hängt vom Fahrzeug ab.

2. Eine selbsttragende Karosserie hat eine geringere Steifigkeit als eine mit einem Chassis verbundene Karosserie.

A. Richtig.

B. Falsch.

C. Die selbsttragende Karosserie ist nicht mit einem Chassis verbunden.

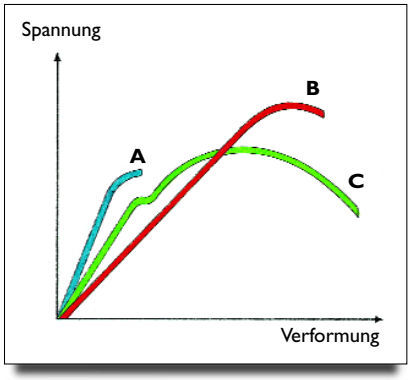


3. Nennen Sie den Festigkeitswert für den in der Abbildung dargestellten Werkstoff.

A. 2600 kg/cm².

B. 4200 kg/cm².

C. 3100 kg/cm².



4. Welche Abbildung zeigt den steiferen Werkstoff?

A. ☐

B. ☐

C. ☐

5. Eine plastische Verformung tritt ein, wenn ein Werkstoff:

A. Über die Streckgrenze hinaus belastet wird.

B. Einem Aufprall ausgesetzt wird.

C. Eine geringe Steifigkeit aufweist.

6. Alle beim Karosseriebau eingesetzten Stahlsorten sind gleichermassen schweissbar.

A. Richtig.

B. Falsch.

C. Nur der Strukturstahl.

7. Der zur Herstellung von Karosserieblech verwendete Stahl hat einen geringen Kohlenstoffgehalt.

A. Richtig.

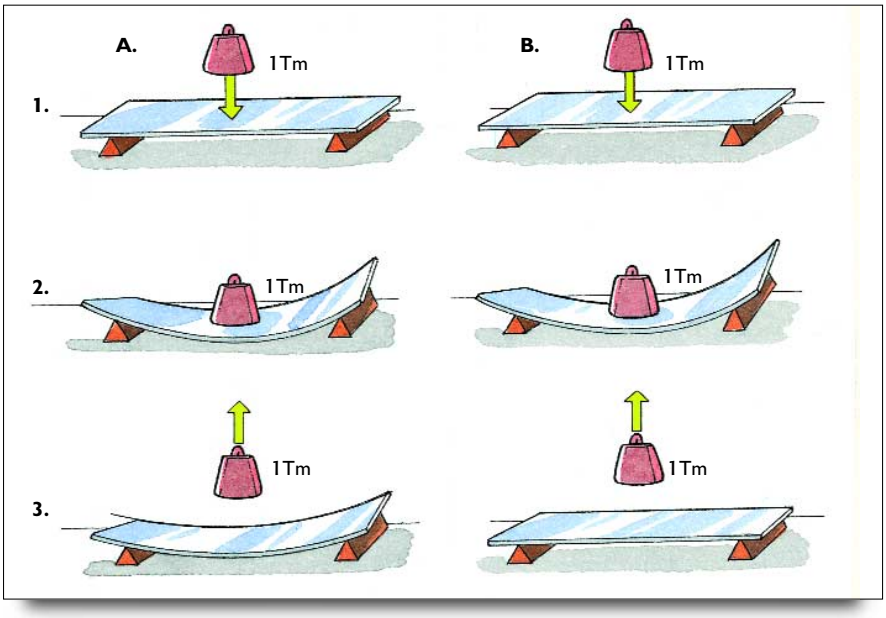
B. Nur der höherfeste Stahl.

C. Hängt von der Karosserie ab.

8. Welche der beiden dargestellten Stahlsorten ist der höherfeste Stahl?

A. ☐

B. ☐

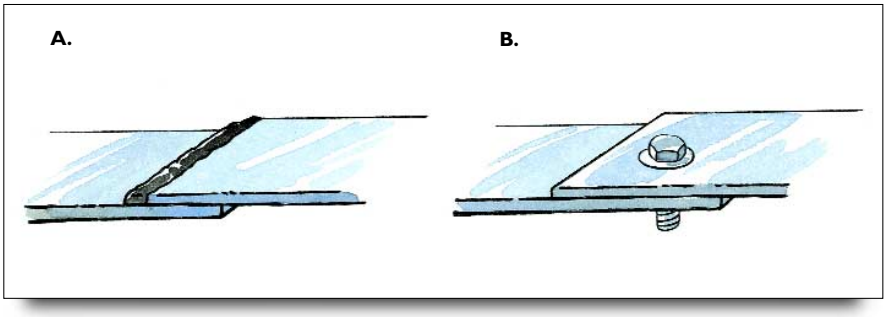


9. Zur Herstellung von Karosserieblech muss Stahl mit folgenden Eigenschaften verwendet werden:

A. Hohe Streckgrenze.

B. Hohe Duktilität und Verformbarkeit.

C. Hohe Festigkeit.



10. Mit welcher der nebenstehend abgebildeten Fügetechniken wird eine "dauerhafte" Verbindung erreicht?

A. ☐

B. ☐

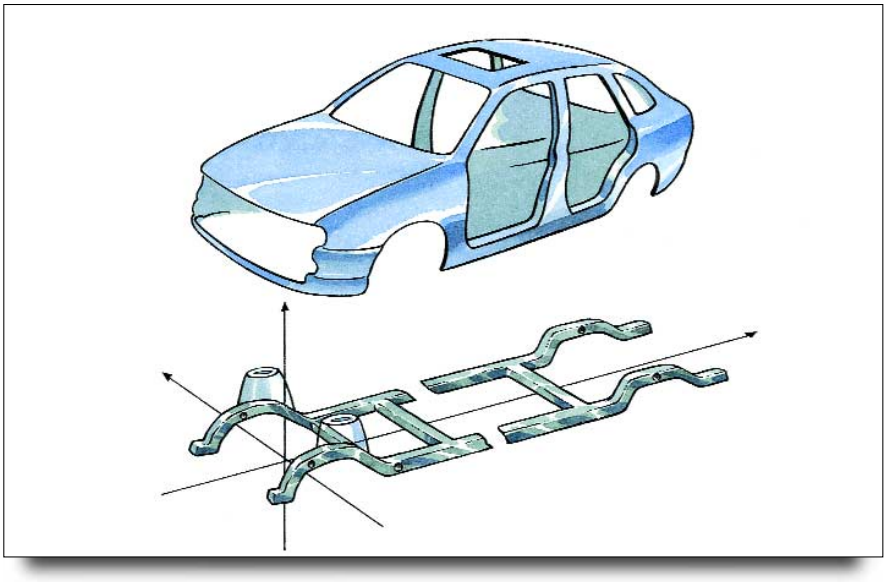
C. Mit keiner.

11. Für Strukturteile wird im allgemeinen folgende Fügetechnik eingesetzt:

A. Schweissen.

B. Kleben.

C. Schrauben und Nieten.



12. Die Geometriemasse einer Karosserie sind wichtig für:

A. Die passive Sicherheit.

B. Die aktive Sicherheit.

C. Die Kontrolle der Karosseriemasse.

13. Die Karosseriesteifigkeit ist wichtig für die aktive Sicherheit.

A. Falsch.

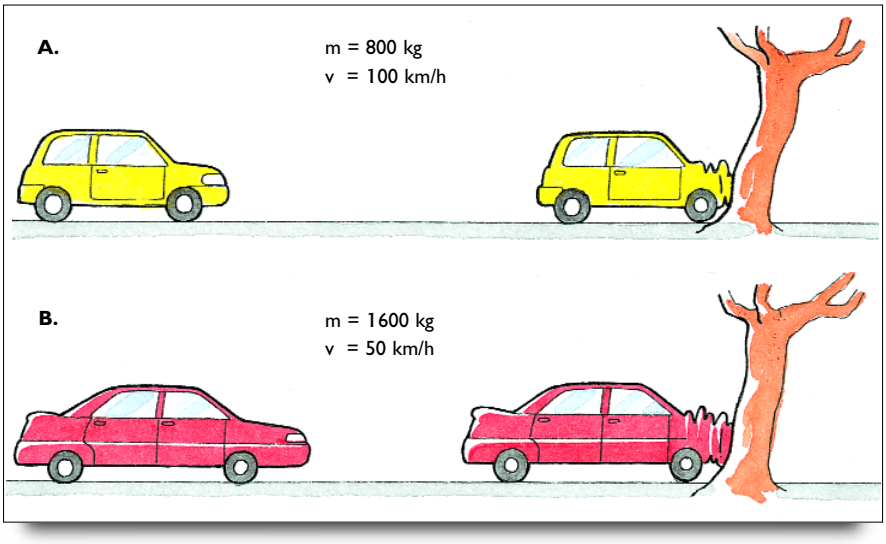
B. Richtig.

C. Nur im Crashfall.

14. Welches der beiden nebenstehend abgebildeten Fahrzeuge hat bei gleichem Schadensumfang ein besseres Energieabsorptions-vermögen?

A. ☐

B. ☐

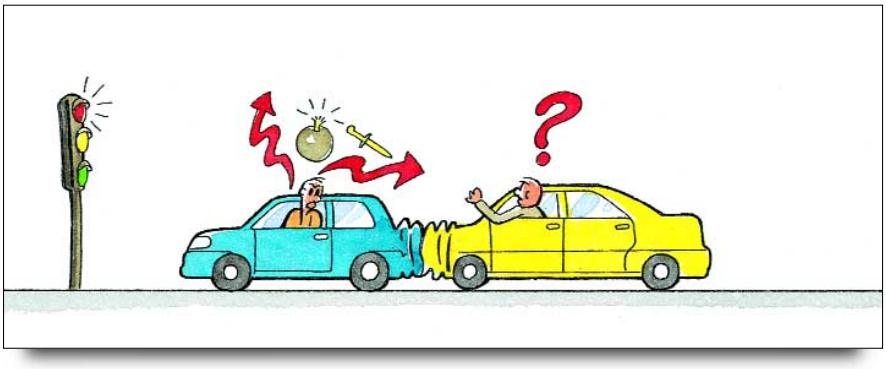


15. Die programmierten Knautschzonen befinden sich:

A. Im Vorderwagen.

B. Im Hinterwagen.

C. Sowohl im Vorder- als auch im Hinterwagen.



LÖSUNGEN:

1: B - 2: B - 3: B - 4: A - 5: A - 6: B - 7: A - 8: B - 9: B - 10: A - 11: A - 12: B - 13: B - 14: A - 15: C



UMWELT-PAPIER



KUNDENDIENST
Kundendienstorganisation

Technischer Stand 05.97. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung des Produktes sind die hier angegebenen Daten möglichen Änderungen unterworfen. Dieses Heft ist für den ausschließlichen Gebrauch durch die Handelsorganisation von SEAT bestimmt.
ZSA 03807975004 ALE04CB JULI '97 50-04