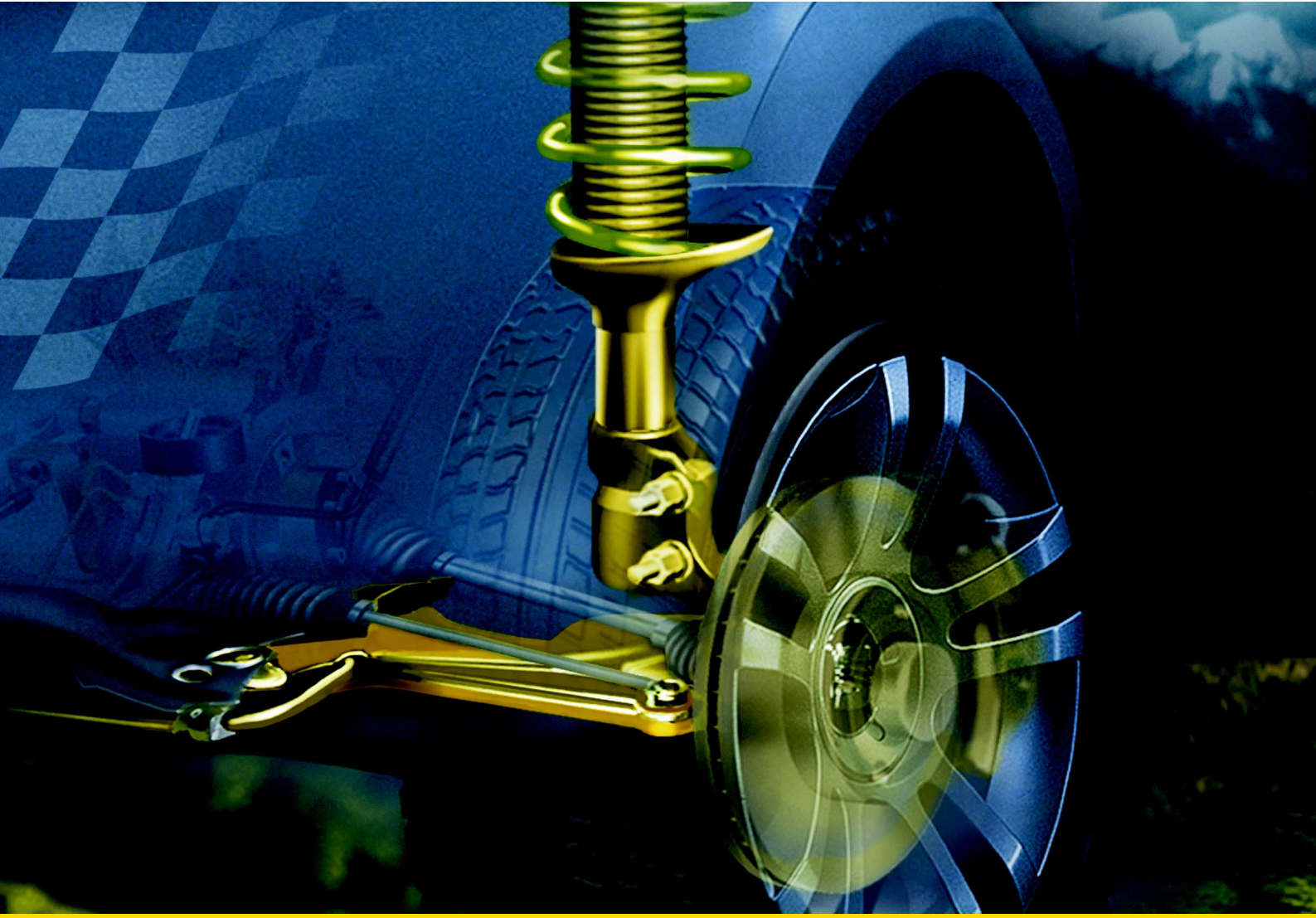


Radaufhängung und Räder

Lehrheft Grundwissen Nr. 13

SEAT
service

Technischer Stand 07.01. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung des Produktes, sind die hier angegebenen Daten möglichen Änderungen unterworfen.

Die komplette oder auszugsweise Wiedergabe dieses Hefts, die Speicherung in elektronischem, mechanischem, photomechanischem oder einem sonstigem Weg sind ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Inhaber des *copyrights* nicht gestattet

TITEL: Radaufhängung und Räders
AUTOR: Service Organisation
SEAT S.A. Sdad. Unipersonal. Zona Franca, Calle 2.
Hbnadelsregister Barcelona. Buch 23662, Blatt 1, Seite 56855

1. Auflage

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM: Juli 01
HINTERLEGUNG DES PFLICHTSEXEMPLARS: B-46594-2001
Druckvorbereitung und Druck: S.A. LITOGRAFIA
Torrent de Vallmajor, 26-28 08911 BADALONA

I N H A L T

Hauptaufgaben der Radaufhängung	4-5
Schwingungen des Fahrzeugs	6-7
Systeme und Komponenten der Radaufhängung	8
Elastische Elemente: Torsionstäbe	9
Elastische Elemente: Blattfedern	10-11
Elastische Elemente: Federn	12-13
Elastische Elemente: Pneumatikblock	14-15
Absorptionselemente: Stoßdämpfer	16-17
Absorptionselemente: Stabilisatoren	18-19
Architektur der Radaufhängung	20-21
Radaufhängung mit Starrachse	22-23
Einzelradaufhängung: Vorn	24-25
Einzelradaufhängung: Hinten	26-27
Spezialaufhängungen	28-29
Aktive Radaufhängung	30-31
Das Rad	32-33
Der Reifen	34-35
Reifenarten	36-37
Reifenterminologie	38-39
Wartung der Reifen	40-41
Übungen zur Selbstbewertung	42-46

"Die Radaufhängung ist eines der Systeme, welches am meisten zur aktiven Sicherheit, zum Fahrkomfort und den Leistungen des Fahrzeugs beitragen."

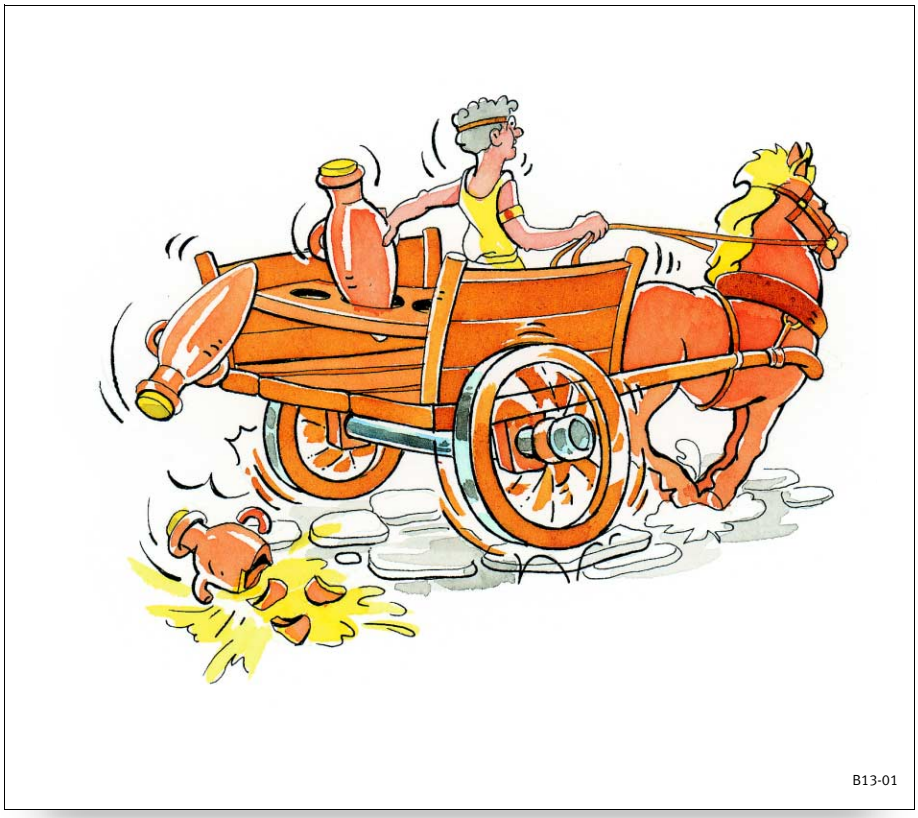
HAUPTAUFGABEN DER RADAUFHÄNGUNG

Wenn ein Fahrzeug auf einer Straße fährt, ist es ständig den Fahrbahnunebenheiten ausgesetzt, was zu kontinuierlichen senkrechten Bewegungen der Räder führt, die bei Beschleunigung bei den Insassen Unsicherheit und Unbequemlichkeit verursachen.
Die Radaufhängung neutralisiert diese Nachteile und verbessert die Fahrsicherheit.

Zwecke der Radaufhängung

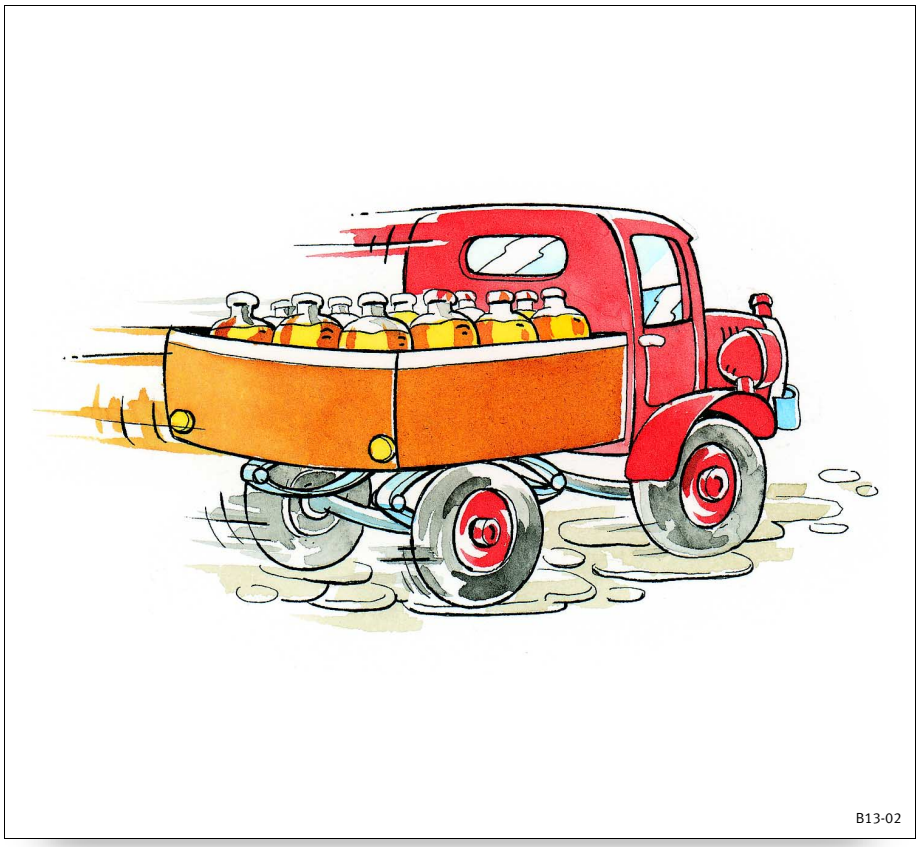
Ihre Hauptaufgabe ist es, die Räder dauerhaft in Kontakt zum Boden zu halten, doch hierfür muss folgendes berücksichtigt werden:

- die Notwendigkeit, den Fahrweg zu kontrollieren, indem in jeder Situation die **Stabilität** des **Fahrzeugs** gewährleistet wird,
- und der **Komfort der Insassen**.



B13-01

Ohne ein Radaufhängungssystem ist sicheres und komfortables Fahren unmöglich.



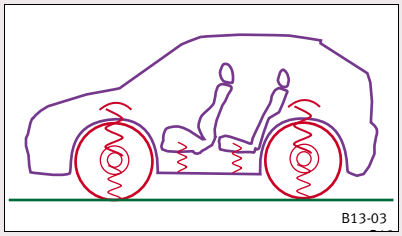
B13-02

Bereits die ersten Automobile hatten eine Radaufhängung zur Verbesserung des Komforts.

I M D E T A I L

Gefederte und ungefederte Massen.

*Die **gefederten** Massen sind jene, die keinen Kontakt zur Straße haben und deren **Gewicht** daher von der **Radaufhängung getragen** wird. Die Karosserie und die Insassen sind hierfür bedeutsame Beispiele. Die **ungefederten Massen sind jene, die direkt** über die Räder **auf dem Boden und der Radaufhängung** aufliegen. In dieser Gruppe befinden sich unter anderem die Achsen, die Räder und die Bremsen. Je geringer die ungefederten Massen sind, desto besser ist das dynamische Fahrverhalten des Fahrzeugs, da die Zahl der in Bewegung befindlichen Komponenten verringert wird.*



B13-03

Die Radaufhängung muss so konstruiert werden, dass beide Bedingungen erfüllt werden, wobei abgewogen werden kann, welcher mehr Gewicht gegeben werden soll. Es können Abstriche beim Komfort gemacht werden wie etwa bei Sportwagen, um ein schnelleres und präziseres Fahren zu ermöglichen, oder es kann eine Radaufhängung gewählt werden, die etwa bei einer Limousine einen höheren Komfort gewährleistet.

Auf jeden Fall ermöglicht es die heutige Technik, einen hohen Grad an Komfort zu erzielen, ohne dass dies die Sicherheit beeinträchtigt oder das Steuern des Fahrzeugs erschwert. Kurz, in jeder Situation **muss die Bewegung der Räder unter der Kontrolle der Radaufhängung stehen**.

"Ziel der Radaufhängung ist das Dämpfen der durch unebene Fahrbahnen, Richtungsänderungen, Wind, Beschleunigung und Verlangsamung hervorgerufenen Bewegungen."

Schwingungen des Fahrzeugs

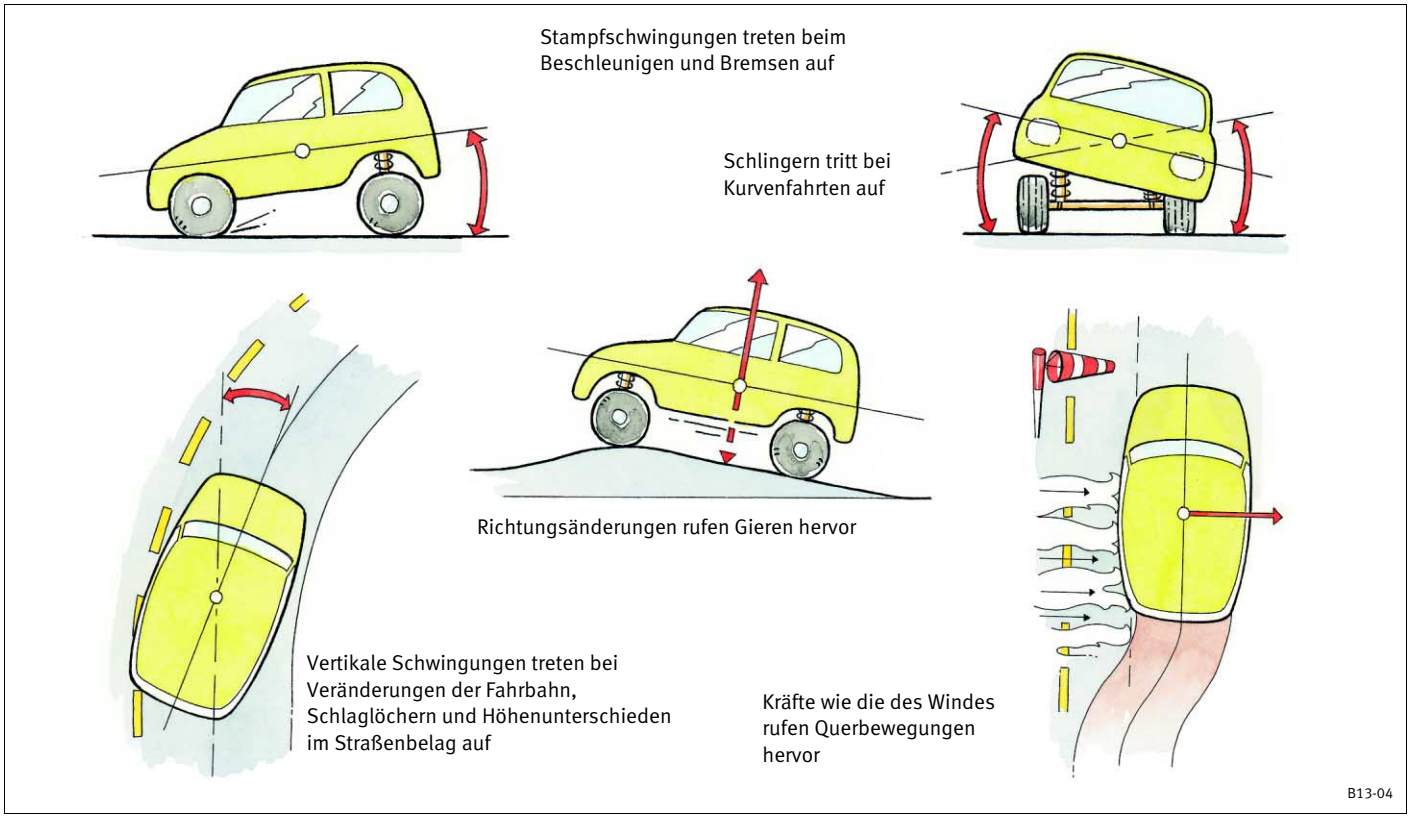
Bewegungen der Karosserie

Die Radaufhängung absorbiert und neutralisiert die Unebenheiten der Straßenoberfläche. Diese tendieren dazu, sich in Form störender Schwingungen auf die Karosserie und die Insassen des Fahrzeugs zu übertragen und müssen von der Radaufhängung kompensiert werden.

Schwingungsarten

Es gibt verschiedene Arten von Schwingungen, je nachdem, in welche Richtung sie sich im Verhältnis zum Fahrzeug bewegen:

- Stampfschwingungen, die um die Querachse drehen.
- Schlingern, ein Drehen um die Längsachse.
- Gieren, das an der senkrechten Achse auftritt.
- Vertikale Bewegungen: Dies sind
- Bewegungen entlang der senkrechten Achse des Fahrzeugs.
- Querbewegungen: Sie entstehen in geradliniger Form an der Querachse.

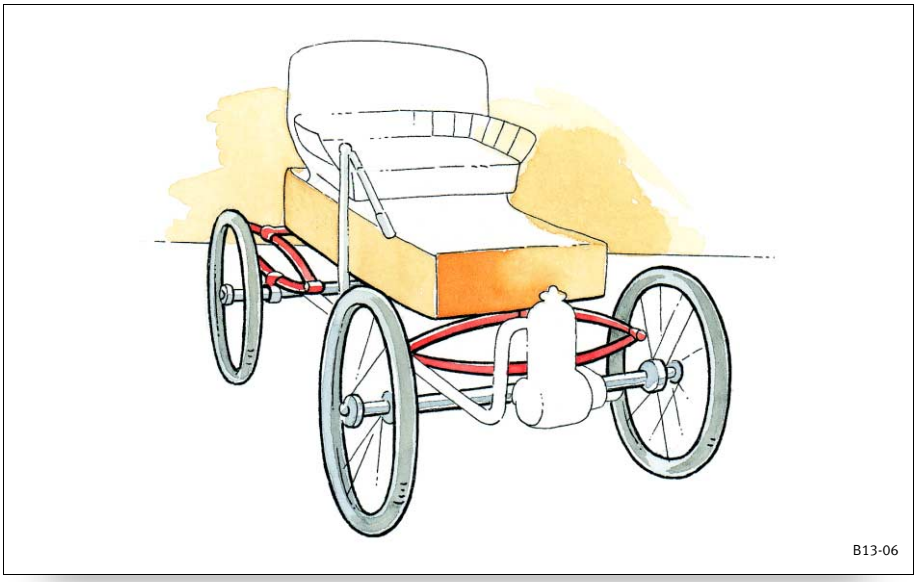


Grenzwerte für den menschlichen Komfort

Die Schwingungen müssen innerhalb einer Grenze gehalten werden, damit sie das Befinden der Insassen nicht beeinträchtigt.
Die Komfortgrenze für einen Menschen liegt bei **1 bis 2 Schwingungen pro Sekunde**.
Oberhalb dieses Werts wird das Nervensystem gereizt, darunter kann Unwohlsein auftreten.

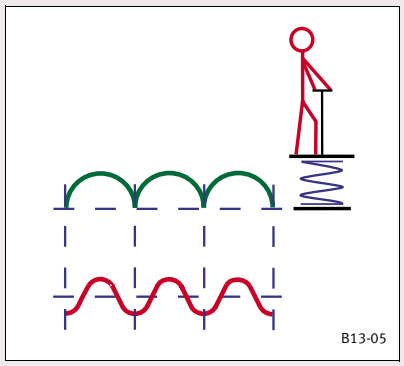
Dämpfung der Schwingungen

Seit den Anfängen des Automobils wurden mit elastischen Elementen an den Sitzen Vorkehrungen getroffen, um die Schwingungen abzumildern und den **Komfort zu erhöhen**.
Die Einführung der elastischen Reifen anstatt der starren trug ebenfalls zu einer beachtlichen Erhöhung der Sicherheit und des Komforts bei.
Im Lauf der Zeit machte die zunehmende Geschwindigkeit der Fahrzeuge es unumgänglich, die **Schwingungen an ihrem Ursprungsort zu kontrollieren, um mehr Fahrsicherheit zu bieten**.
Die elastischen Elemente wurden in die Achsen eingefügt, so dass die größtmögliche Zahl von Komponenten gefedert war. So wurden die Bewegungen stärker abgemildert, da ihre Absorption nicht mehr nur auf die Insassenbeschränkt war.


B13-06

I M D E T A I L

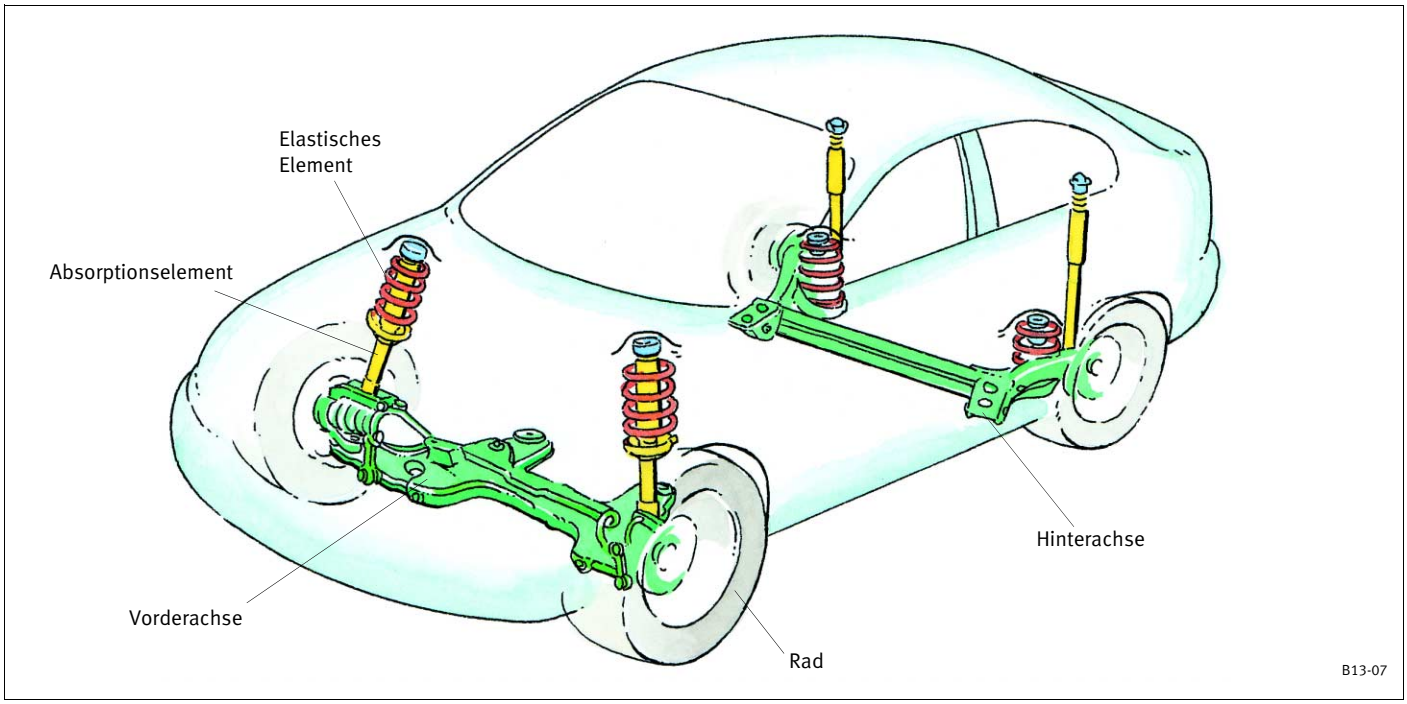
Schwingungen
sind sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederholende Bewegungen und werden mittels ihrer Frequenz oder Bandbreite gemessen.
*Frequenz: ist die **Zahl der Veränderungen**, die ein Körper innerhalb **einer Sekunde** erfährt. Sie wird in Hertz (Hz) ausgedrückt.*
*Das Gegenstück zur Frequenz ist die **Periode**, die der **Zeit** entspricht, innerhalb deren eine **vollständige Schwingung** stattfindet.*
*Bandbreite: Dies ist der **maximale Wert**, den eine Schwingung erreicht.*


B13-05

"Die elastischen Absorptionselemente und die Räder bilden die Radaufhängung, und von ihnen hängt es ab, ob das Verhalten des Fahrzeugs eher sportlich oder eher komfortabel ist - wobei niemals ein Höchstmaß an Sicherheit vergessen werden darf."

Systeme und Komponenten der Radaufhängung

Bei der Radaufhängung müssen die Elemente, aus denen sie besteht, sowie ihre unterschiedliche Architektur berücksichtigt werden.
Die **Elemente der Radaufhängung** werden folgendermaßen unterteilt: Die **elastischen Elemente** mit der Aufgabe, das **Fahrzeug zu halten** und es dabei von den durch die Fahrbahnunebenheiten verursachten Störungen zu isolieren.
Die **Absorptionselemente**, die um die elastischen zu ergänzen notwendig sind und die **Schwingungen dämpfen** müssen, die durch diese hervorgerufen werden.
Und die **Räder**, die dem Fahrzeug **Mobilität** und **Flexibilität** dank der Verwendung von Reifen verleihen. Je nach den verwendeten Elementen und ihrer Anordnung können unterschiedliche **Architekturen** gebildet werden:
Die mit **starrer Achse**, mit einer sich im Gleichlauf bewegenden Verbindung zwischen den Rädern einer Achse.
Die mit **Einzelradaufhängung**, die eine freie Bewegung jedes Rades ermöglicht.
Die **Spezialaufhängungen**, die Weiterentwicklungen der genannten darstellen.
Und die **aktiven Radaufhängungen**, moderne Systeme mit **elektronischer Unterstützung**, die präzisere Verhaltensweisen ermöglichen.



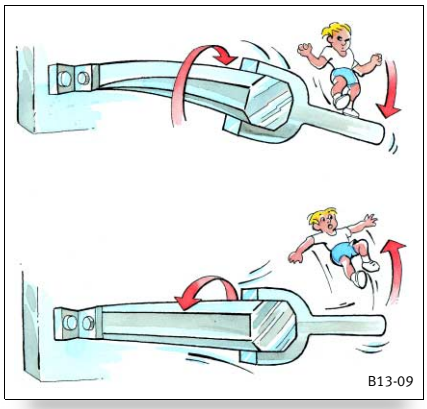
"Die Torsionsstäbe zeichnen sich durch ihre Einfachheit, den geringen Platzbedarf und die Möglichkeit eines völlig planen Unterbodens aus."

Elastische Elemente: Torsionsstäbe

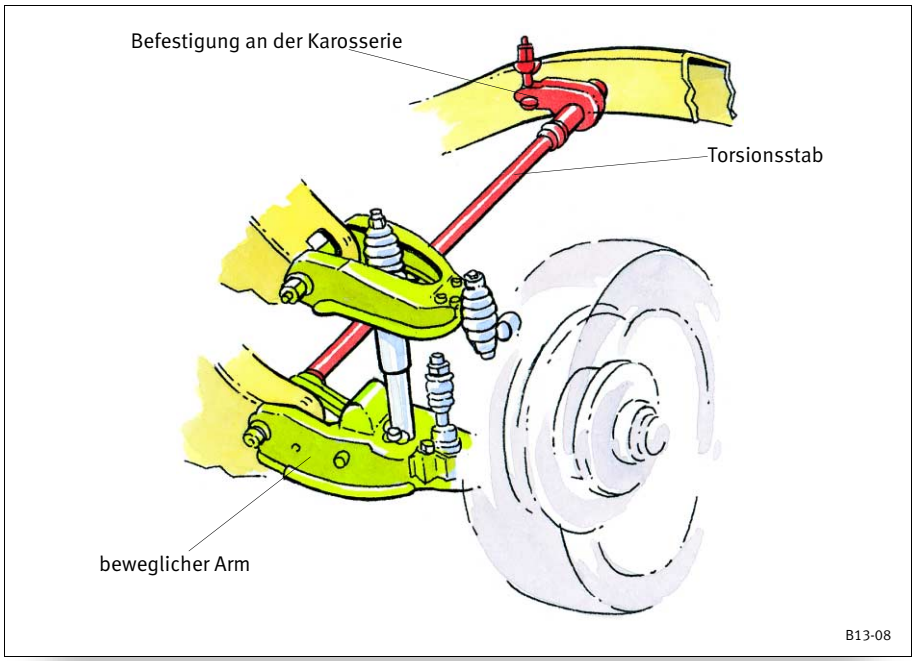
Die elastischen Elemente werden je nach Material in **feste**, wie Federn, Blattfedern und Torsionsstäbe und **hydraulische oder pneumatische**, wie die Pneumatikblöcke eingeteilt.

Torsionsstäbe

Diese sind Stäbe aus **elastischem Stahl, die ausgelegt sind, um die Torsion auszuhalten**. An ihren Enden haben sie eine besondere Form zur Befestigung.
Dieses System basiert auf dem Prinzip, dass eine an einem ihrer Enden gehaltene Stange aus elastischem Stahl zur Torsion tendiert, wenn am entgegengesetzten Ende eine Torsionskraft auf sie einwirkt; wenn diese aufhört, kehrt sie in ihre ursprüngliche Form zurück.
Die Montage dieser Stäbe am Fahrzeug wird durchgeführt, indem eines ihrer Enden am Chassis befestigt wird. Am anderen Ende wird ein beweglicher Arm angebracht, in den die Radachse eingelegt wird. Wenn diese sich nach oben oder unten bewegt, tritt in dem Stab eine Torsion auf, die die Radbewegung ermöglicht.
Die Torsionsstäbe können parallel zur **Längsachse** (Vorderachse) des Fahrzeugs **oder auch quer** (Hinterachse) **platziert** werden. An der Hinterachse werden sie häufiger verwendet.



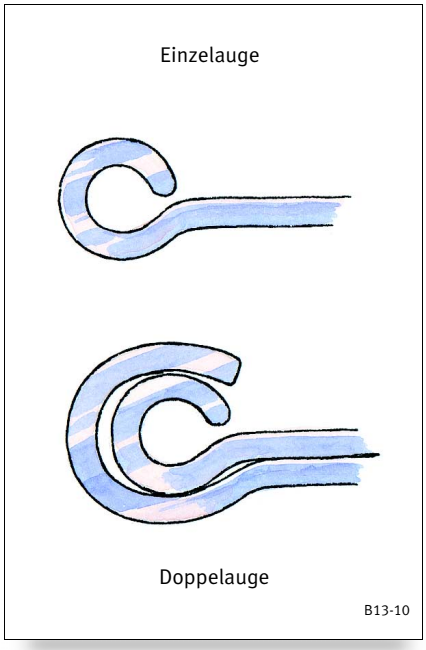
Wenn die Torsionskraft verschwindet, tendiert der Stab dazu, seine ursprüngliche Stellung wieder einzunehmen.



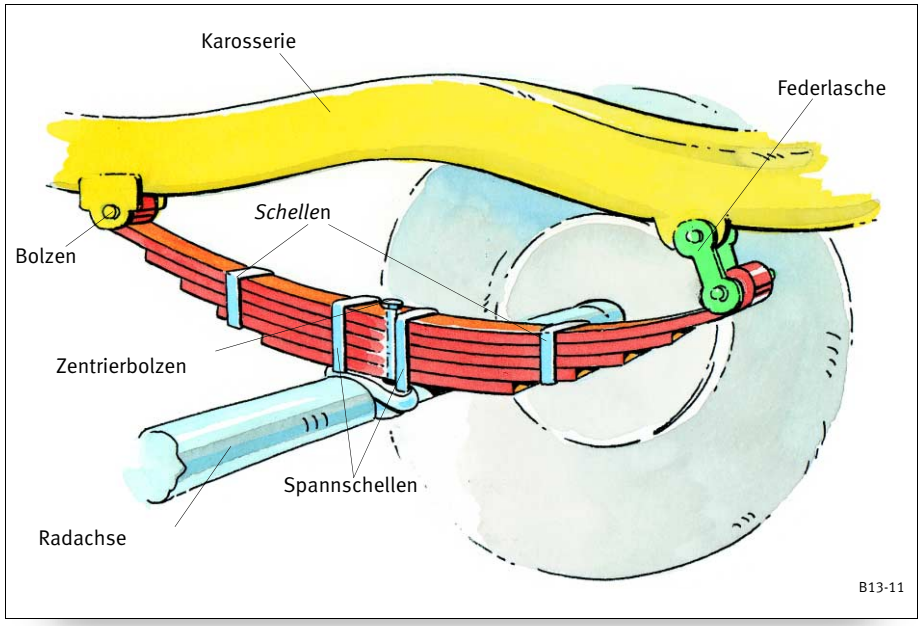
Blattfedern sind die elastischen Elemente für die höchsten Belastungen und werden meistens in Fahrzeugen verwendet, die hohe Lasten tragen müssen."

Elastische Elemente: Blattfedern

Die Verformung in den Blattfedern verhindert, dass brüske Bewegungen auf die Insassen des Fahrzeugs übertragen werden.



Das Doppelauge hat den Vorteil, dass bei Bruch das zweite Blatt die Stabilität des Ganzen eine Zeit lang aufrechterhält.



Die Blattfedern bestehen aus einer **Reihe von Lamellen** aus elastischem Stahl, die durch einen Zentrierbolzen miteinander verbunden sind.
Schellen verhindern, dass sich die verschiedenen Lamellen der Blattfeder seitlich öffnen und ermöglichen zugleich ein Gleiten dazwischen, wenn sie sich wegen des Gewichts oder der Schwingungen, denen sie ausgesetzt sind, deformieren.
Die obere Lamelle heißt Hauptfederblatt, ist an ihren Enden gebogen und bildet die Doppel- oder Einzelaugen, in die die Hülsen zur Verankerung in der Karosserie montiert werden.

Die **Zahl der Blätter und deren Stärke** hängt von der zu tragenden **Last** ab.

Verankerung

Die Blattfeder ist mit der **Karosserie** und der **Radachse verbunden**.
Die **Verankerung** in der **Karosserie** wird durch Verbindung der Augen der Blattfeder mit den Halterungen der Karosserie realisiert. Hierfür ist an einem Ende ein **Bolzen**, am anderen eine **Lasche** mit den entsprechenden Bolzen vorhanden. Die Verwendung der Lasche ermöglicht eine Verlängerung der Blattfeder, wenn sie einfedert.
Schließlich wird sie mittels Spannschellen in den **Radachsen verankert**.

Anordnung

Die Blattfedern können quer oder längs an der Vorder- oder Hinterachse am Fahrzeug verbaut werden. Heutzutage sind in der Regel zwei längs an der Hinterachse montierte Blattfedern üblich, eine an jedem Rad.

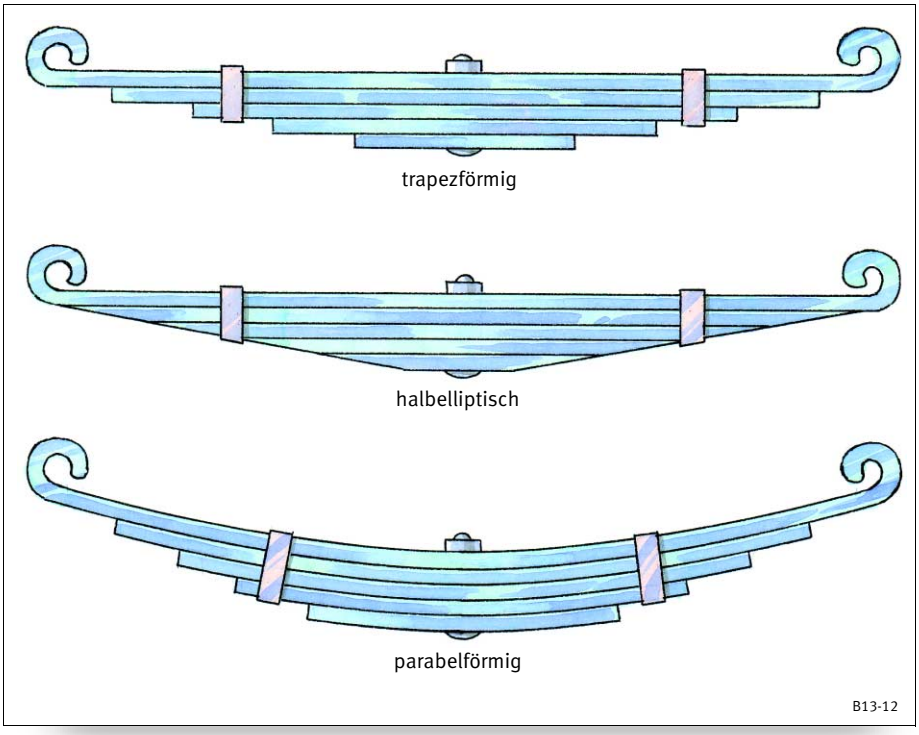
Die Fahrzeuge mit Blattfedern in der Radaufhängung der Antriebsachse können mit deren Längsdeformation auch die Reaktion der Antriebsbewegungen absorbieren.

Eigenschaften

Die wichtigste Eigenschaft der Blattfedern ist ihre **Steifigkeit**. Diese **variiert je nach**:

- der **Breite** der **Blätter**
- deren **Länge**
- der Längselastizität des Materials
- der Art der Installierung
- ihrer Form

Die herkömmlichsten Formen sind die Trapez- und die Parabelform, allerdings gibt es unzählige Varianten davon, wie beispielsweise halbelliptische.



I M D E T A I L

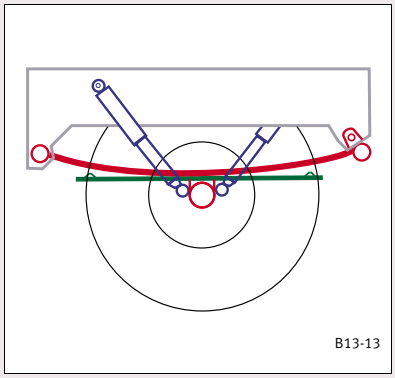
Blattfedern mit variabler Flexibilität

In den Fällen, in denen die Blattfedern sehr hohe Lasten tragen müssen, ist eine hohe Steifigkeit erforderlich. Aber wenn das Fahrzeug nicht beladen ist, ist diese dann meist zu hoch. Um dieses Problem zu umgehen, werden Blattfedern mit variabler Flexibilität verwendet. Diese bestehen aus zwei Teilen:

- Hauptfederblatt

- Federblatt

Bei dieser Konstruktion ist das ***Hauptfederblatt*** *flexibler, da es* ***nicht die ganze Last*** *allein* ***tragen muss****. Wenn das Fahrzeug* ***keine hohen Lasten tragen muss, arbeitet nur das Hauptfederblatt****, doch wenn die Last* ***ansteigt, entsteht Kontakt zum Federblatt****, und die Steifigkeit erhöht sich. So passt sich die Radaufhängung an und Sicherheit und Komfort werden bei allen Nutzungsbedingungen des Fahrzeugs sichergestellt.*



Die trapezförmigen Blattfedern haben eine konstante Steifigkeit, während die parabelförmigen sie im Lauf ihres Weges verändern.

"Federn werden bei den meisten Pkws verwendet, da sie wenig Platz brauchen, sehr leicht sind und ein progressives Verhalten aufweisen."

ELASTISCHE ELEMENTE: FEDERN

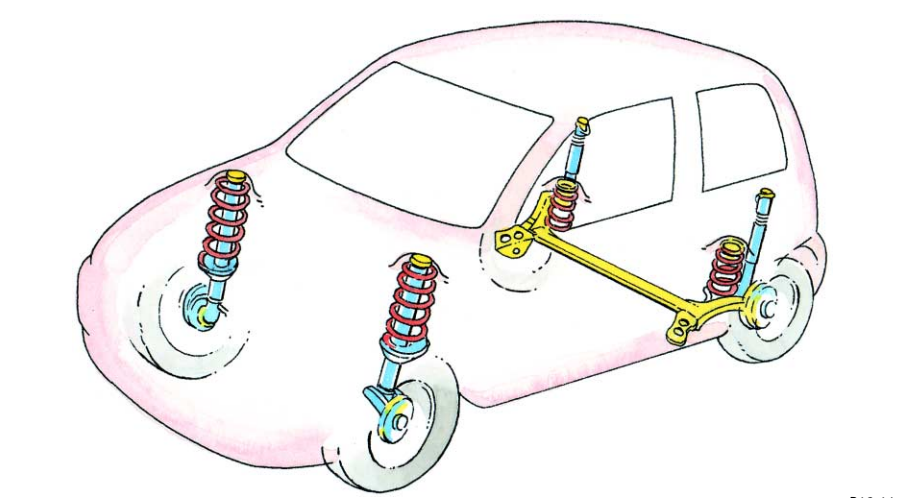
IM DETAIL

Elastizität bei der Radaufhängung:
*Es ist möglich, über eine Radaufhängung mit **variabler** und progressiver **Flexibilität** im Fahrzeug zu verfügen, und zwar mittels schraubenförmiger, konischer Federn mit **unterschiedlichen Wicklungsdurchmessern** oder mit **Zusatzfedern**.*

Elastizitätskoeffizient:
Der Koeffizient einer Feder wird durch das Verhältnis zwischen der auf die Feder einwirkenden Kraft und der entstehenden Deformation bestimmt :

$$C = \frac{F}{S}$$

C: Elastizitätskoeffizient der Feder
F: Kraft
S:Weg


B13-14

Sie sind aus **elastischem Stahldraht** mit kreisförmigem Querschnitt hergestellt, der schraubenförmig **gewickelt** ist.
Dieses ist das elastische Element, das gegenwärtig bei den meisten Fahrzeugen anstelle von Blattfedern verwendet wird. Sie können die **Energie** auf viel progressivere Weise **verteilen**, da sie einen größeren Weg haben.
Sie haben auch den Vorteil, sehr einfach einbaubar und leichter zu sein.

Anordnung

Sie können sowohl an der Vorder- als auch an der Hinterachse als Verbindung zwischen dem Fahrwerk und der Karosserie eingebaut werden.

Eigenschaften

schraubenförmige Federn arbeiten proportional zur Last, die sie tragen müssen, und verringern oder erhöhen ihre Länge, wenn aufgrund der Unregelmäßigkeiten im Straßenbelag über die Räder Deformationen verursacht werden.
Die **Steifigkeit** dieser Federn wird durch:

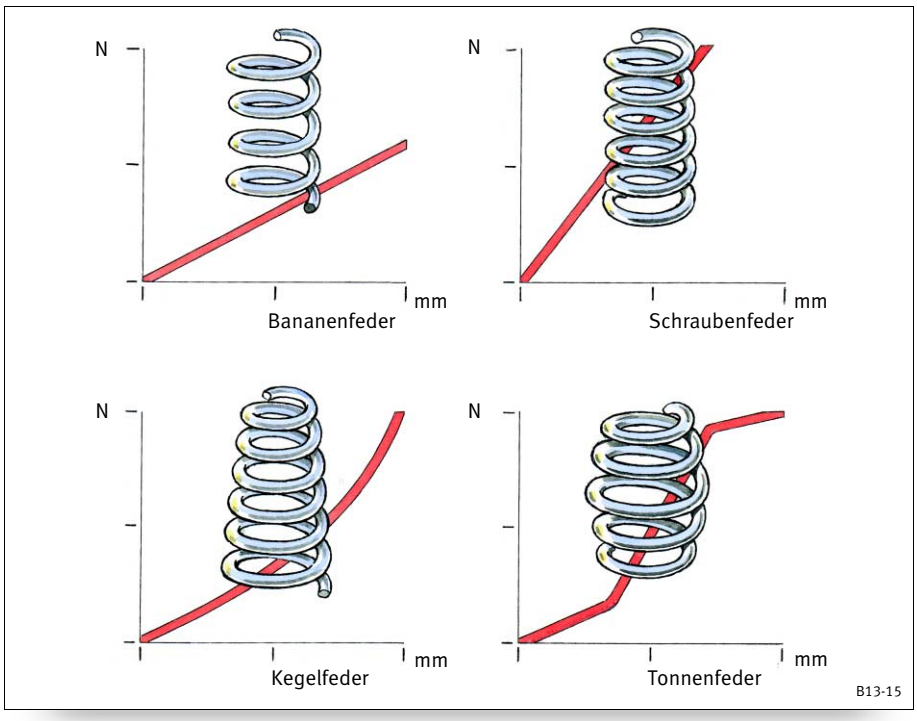
- die **Zahl der Windungen**,
- die Stärke oder den **Durchmesser des Drahts**,
- die Eigenschaften des **Materials**
- und die **Bauform**

bestimmt.
Die ersten drei Faktoren wirken sich direkt und ausschließlich auf den Kompressionswiderstand der Feder aus, während die Form es ermöglicht, Federn mit konstanter und mit abgestufter Spannung zu erhalten.

Bei Federn mit **konstanter Spannung**, wie der Schraubenfeder oder die Bananenfeder ist das Verhältnis zwischen der Deformationskraft und der hervorgerufenen Bewegung über den gesamten Weg konstant.
Das heißt, bei 50 kg Gewichtszunahme, das die Feder tragen muss, deformiert sie sich stets gleich, ob sie nun am Anfang, an einem mittleren Punkt oder am Ende ihres Weges ist.
Bei den **abgestuften** Federn dagegen, wie den Kegel- oder den Tonnenfedern, ist die Deformation durch ein und dieselbe Krafteinwirkung nicht über den gesamten Weg gleich.
Die abgestuften Federn werden vor allem an der Hinterachse verwendet, da dort die größten Lastunterschiede auftreten.

Verankerung:

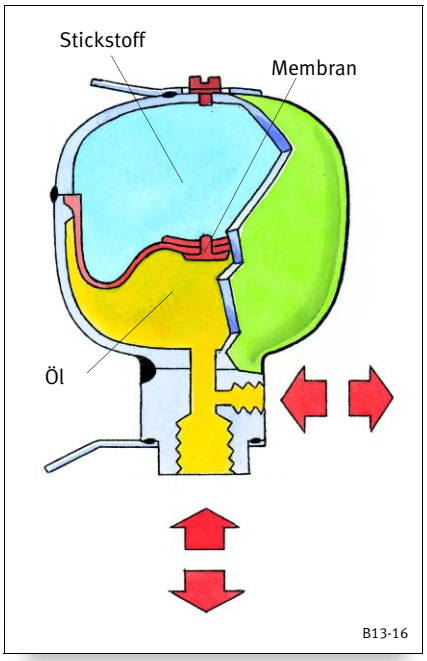
Die letzten Windungen sind plan, um den Sitz der Feder auf der Auflagebasis zu ermöglichen.
Dort werden Zwischenstücke aus Gummi eingelegt, um den Kontakt von Metall mit Metall zu vermeiden, der aufgrund der Kompressions- und Ausdehnungsbewegungen Reibung und Geräusche verursachen würde.



Die Schrauben- und die Bananenfeder haben eine konstante Spannung und zeigen unterschiedlichen Kompressionswiderstand. Bei den abgestuften erhöht die Kegelfeder ihren Widerstand bei zunehmender Kompression, die Tonnenfeder weist bei den zentralen Windungen den höchsten Widerstand auf.

"Der Pneumatikblock hat die Funktion eines elastischen Elements in der Radaufhängung und ermöglicht zugleich die Höhenregelung des Fahrzeugs."

ELASTISCHE ELEMENTE: PNEUMATIKBLOCK



Sie bestehen aus zwei Halbkugeln, die mittels Schweißung verbunden sind, und einer zentralen Membran, die den Stickstoff vom Öl trennt..

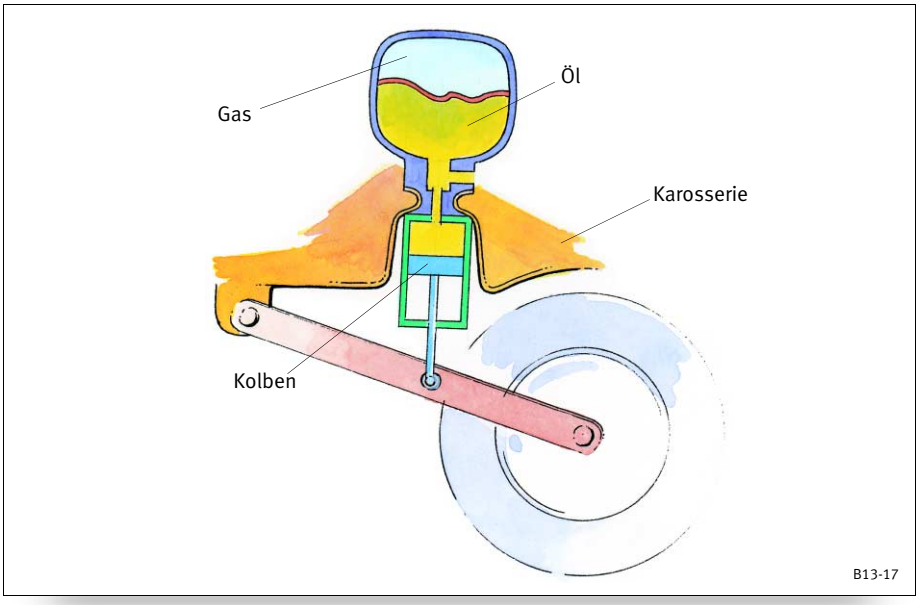
Dies sind die elastischen Elemente, die bei Fahrzeugen mit **aktiver Radaufhängung** verwendet werden.
Es handelt sich um einen **Behälter** von unterschiedlicher Form und aus unterschiedlichen Materialien, der für seinen Betrieb eine oder zwei Komponenten benötigt, Öl und unter Druck stehendes Gas, letzteres ist meistens Stickstoff oder Luft.
Je nach den verwendeten Komponenten können die Pneumatikblöcke in:

- **hydropneumatische** mit Öl und Gas
- und **pneumatische** mit Gas.

unterteilt werden
Die Fahrzeuge mit diesen elastischen Elementen sind jene, die über eine **Niveauregelung** verfügen.

Hydropneumatische

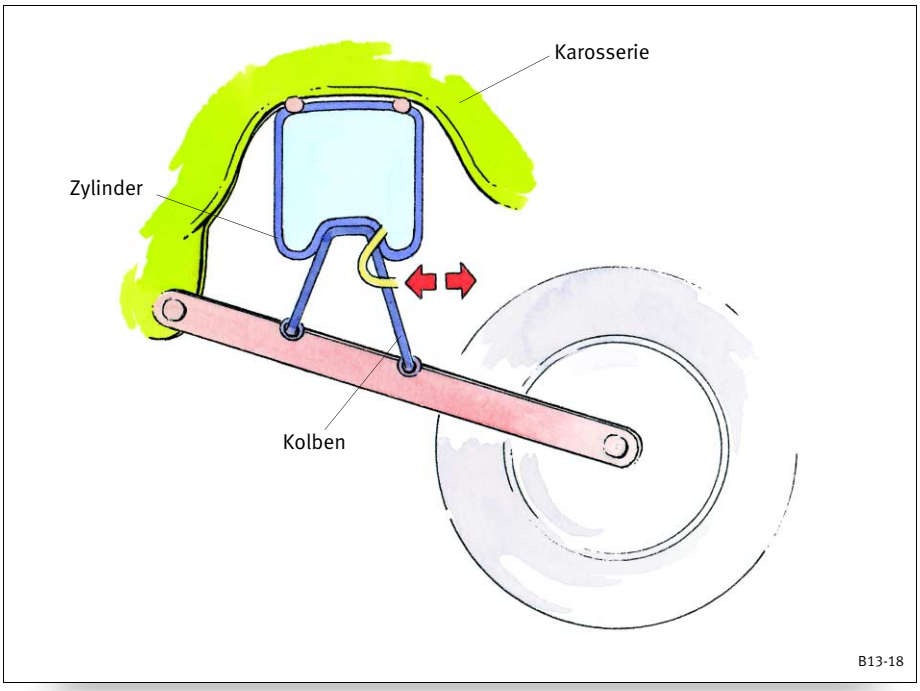
Normalerweise sind sie kugelförmig und arbeiten mit **Öl und Stickstoff**, die durch eine Membran voneinander getrennt sind.
Die auf die Räder einwirkenden Stöße werden auf einen Kolben übertragen, der dazu tendiert, das Öl zu komprimieren. Dieses deformiert die Membran und komprimiert so seinerseits den **Stickstoff**, der dieser Art von Radaufhängung die **elastischen Eigenschaften** verleiht.
Wenn der Kolben sich nach unten bewegt, verringert sich der Druck des Öls auf den Stickstoff, der sich wieder ausdehnt. Wenn die Ölmenge im Kreislauf mittels einer Hydraulikpumpe erhöht wird, wird dadurch die Höhe der Karosserie bezüglich des Erdbodens verändert.

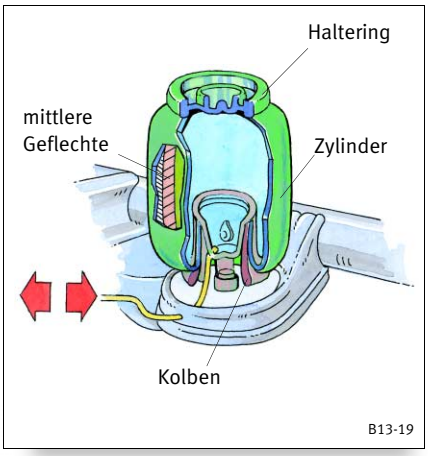


Bei den hydropneumatischen Blöcken bestimmt der Gasdruck den Kompressionswiderstand.

Pneumatische

Der Pneumatikblock ist ein Behälter mit Pressluft in seinem Inneren.
Er besteht aus einem Zylinder, der mittels eines Halterings mit der Karosserie verbunden ist, und einem Kolben, der sich im Gleichlauf mit dem Fahrwerk bewegt.
Zwischen dem Zylinder und dem Kolben bildet sich ein dichter Hohlraum, in dem sich die Pressluft befindet.
Die Radbewegungen werden auf den Kolben übertragen, der sich bewegt und dabei den Druck im Inneren des Akkumulators erhöht.
In diesem Fall verhält sich die Pressluft wie ein elastisches Element und mildert die Stöße ab.
Ähnlich wie bei den hydropneumatischen Akkumulatoren ist es mittels eines Kompressors möglich, den Druck im Kreislauf und somit die Höhe der Karosserie bezüglich des Erdbodens zu verändern.



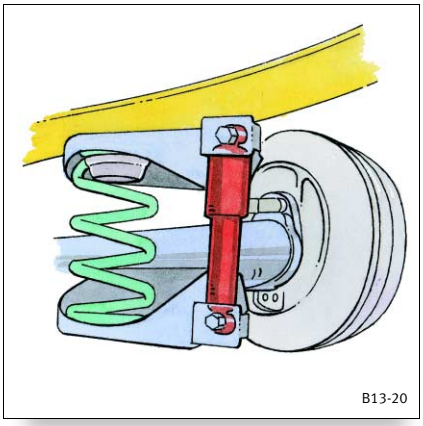


Der Zylinder besteht aus vier Schichten, der äußeren und inneren aus Gummi mit einer hohen Elastizitätsgrenze, und den beiden dazwischen liegenden aus Geflecht, um der Komponente eine hohe Widerstandsfähigkeit zu verleihen.

Sein Verhalten ähnelt dem, wenn man versucht, einen aufgeblasenen Luftballon zusammenzudrücken - es ist eine Kompression mit einem gewissen Widerstand möglich und es besteht eine Tendenz, die ursprüngliche Form wieder anzunehmen.

"Stoßdämpfer sind bei jedem Radaufhängungssystem unentbehrlich. Von ihrem Zustand hängt die Stabilität und aktive Sicherheit des Fahrzeugs ab."

ABSORPTIONSELEMENTE: STOßDÄMPFER

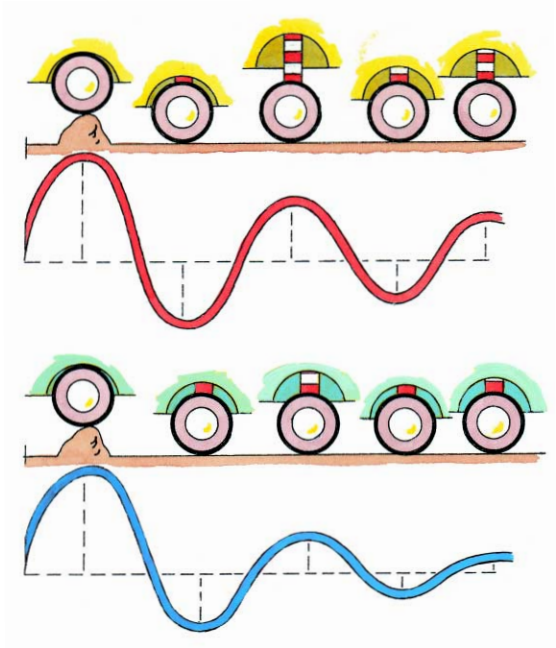


Die Stoßdämpfer befinden sich an jedem einzelnen Rad und sind am oberen Teil an der Karosserie und am unteren an einem Schwingarm der Radaufhängung befestigt

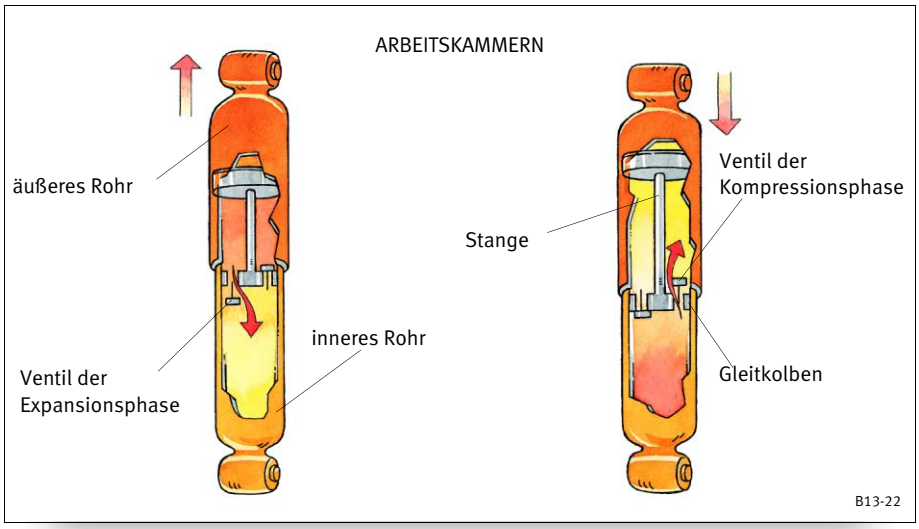
Die bei den elastischen Elementen auftretende Deformation ermöglicht ein Dämpfen der **Energie** der durch die Fahrbahnunebenheiten verursachten Stöße.
Doch diese **muss** über die Bewegung der Karosserie **freigegeben werden**.

Stoßdämpfer

Diese **kontrollieren die Verteilung der in den elastischen Elementen akkumulierten Energie**.
Aufgrund ihrer Eigenschaften würden diese nämlich die Karosserie und die Räder immer in Bewegung halten, und letztere würden, da sie mit der starren Straßenoberfläche in Kontakt stehen, wie ein Ball darauf prallen und Kontaktverlust und Instabilität im Fahrverhalten des Fahrzeugs hervorrufen.
Heute ist ein Radaufhängungssystem ohne Stoßdämpfungskontrolle unvorstellbar, da die erreichten Geschwindigkeiten diese erforderlich machen, um **neben dem Fahrkomfort auch die Sicherheit zu gewährleisten**.
Verwendet wurden Reibungsstoßdämpfer und hydraulische Stoßdämpfer, und von letzteren sind es die Teleskopstoßdämpfer, die bei fast allen heutigen Fahrzeugen verwendet werden.



Die Stoßdämpfer befinden sich an jedem einzelnen Rad und sind am oberen Teil an der Karosserie und am unteren an einem Schwingarm der Radaufhängung befestigt



Teleskop-Stoßdämpfer

Diese sind zylinderförmig und ausziehbar.
Sie bestehen aus einer an ihrem oberen Ende mit der Karosserie verbundenen Stange. Am anderen Ende haben sie einen Kolben, der durch das innere Rohr gleitet, das seinerseits an der Radachse befestigt ist.
Der Kolben teilt das innere Rohr in zwei undurchlässige Innenkammern, die Öl enthalten.
Bei vertikalen Radbewegungen bewegt sich der Kolben und zwingt das Öl, sich über Ventile zwischen den Kammern hin- und herzubewegen.
Diese Ölbewegung von einer Kammer zur anderen erzeugt einen Widerstand, der die kinetische Energie in Wärme umwandelt und die vertikalen Schwingungen der elastischen Elemente bremst.
Der Widerstand gegen die Bewegung des Stoßdämpfers hängt von der Größe seiner Ventile ab.
Die Dichtheit des Stoßdämpfers ist sehr wichtig für sein ordnungsgemäßes Funktionieren, denn bei Ölverlust würde seine Funktionsfähigkeit stark eingeschränkt, was erhebliche Auswirkungen auf die aktive Sicherheit hätte.

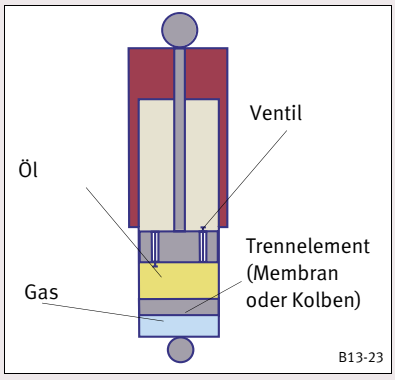
Stoßdämpfer mit Doppelwirkung

Diese zeigen Widerstand bei der Kompressions- und bei der Ausdehnungsbewegung, weshalb die Bremsung der Schwingungen rascher stattfindet.
Eine weitere Möglichkeit dieser Art Stoßdämpfer ist der Einbau von Ventilen mit unterschiedlichem Durchmesser, die einen unterschiedlichen Widerstand bei Kompression und bei Ausdehnung erwirken.

I M D E T A I L

Gasstoßdämpfer:

*Wenn der Stoßdämpfer sich bei **hoher Geschwindigkeit** bewegt, steigt seine Temperatur erheblich an, das Öl verliert seine Viskosität und die Wirkung des Absorptionselements geht verloren.*
*Diese Stoßdämpfer **funktionieren dank des Zusammenwirkens von Gas und Öl**.*
*Sie sind nicht nur in zwei Kammern geteilt, sondern haben noch eine separate dritte Kammer, in der sich ein Gas befindet, das bei Temperaturanstieg noch mehr Druck auf das Öl ausübt und seinen **Siedepunkt erhöht**.*
Das Gas verleiht dem Stoßdämpfer zudem Progressivität, so wie es beim Drücken eines Gummiballs der Fall ist, in dessen Innerem sich Luft befindet. Auf kurzen Strecken lässt er sich leicht komprimieren und zeigt in dem Maße, wie diese länger werden, mehr Widerstand..



"Die Stabilisatoren wirken dem Schlingern entgegen, die Niveauunterschiede und der Straßenverlauf im Fahrzeug hervorrufen."

ELASTISCHE ELEMENTE: STABILISATORENSTABILISATOREN

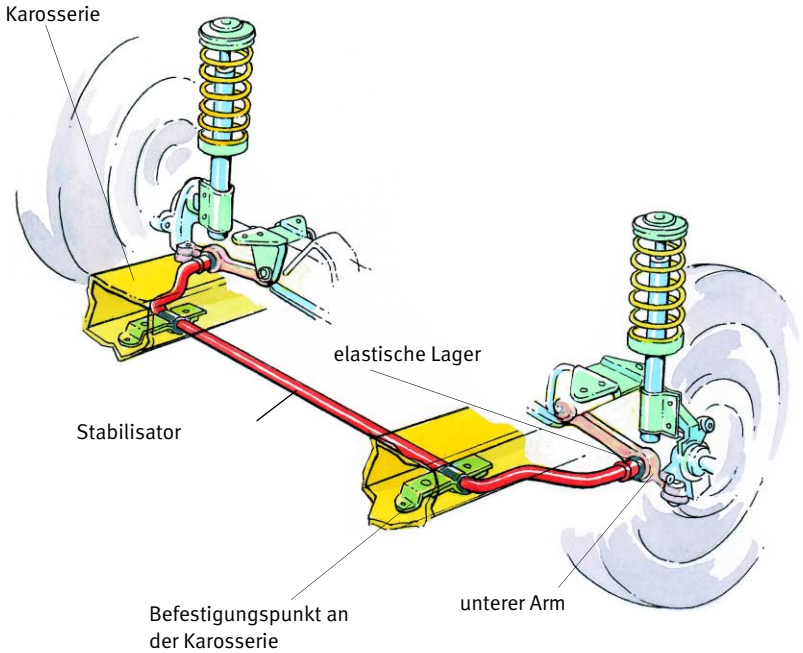
I M D E T A I L

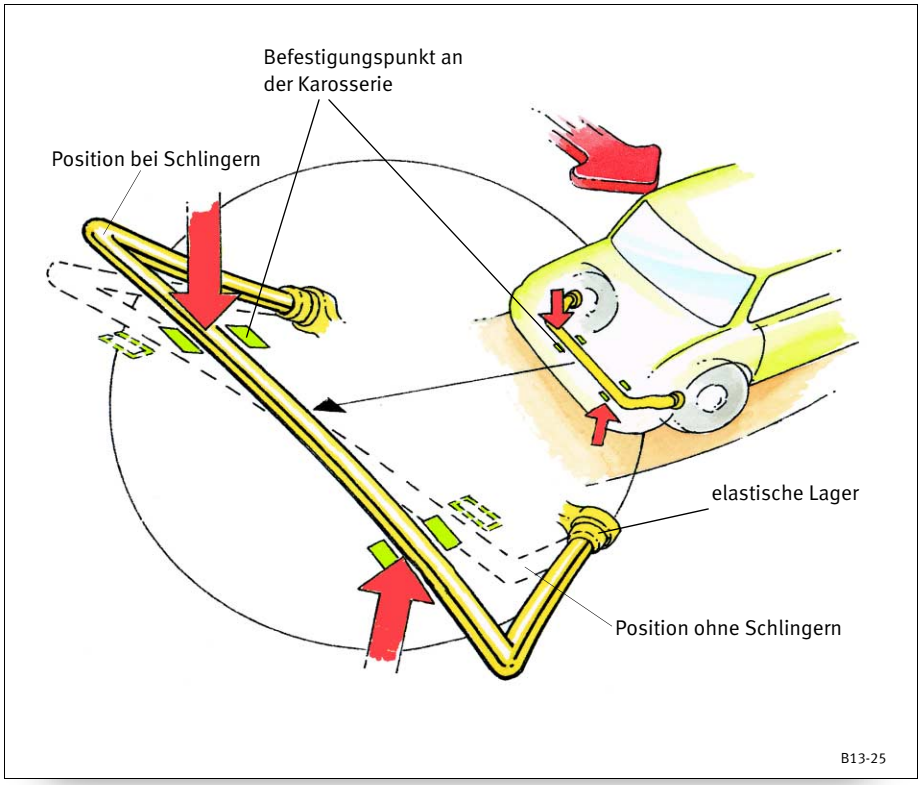
Elektronische Stabilisierung:
Diese Systeme verfügen über Geber für die Längs-, Quer- und Horizontalschwingungen des Fahrzeugs, die in Verbindung mit anderen, welche die Bewegungen des Stoßdämpfers, den Lenkwinkel, den Bremsdruck und sogar die Reifendeformation kontrollieren, dem Steuergerät die Bestimmung der Fahrbahnbeschaffenheit und der Fahrweise ermöglichen. Sobald das Fahrzeug in eine Kurve geht und ***je nach dem Wert der Sensorsignale regelt das elektronische Steuergerät die Stoßdämpfer****. Das gleiche geschieht, wenn das Fahrzeug bremst, damit die Räder die Bodenhaftung behalten oder bei plötzlicher Beschleunigung, um Reifenschlupf zu vermeiden. Die Stoßdämpfer mildern die Bewegung der Feder mittels Magnetventilen ab, die den Öldurchlass reduzieren, wenn sie durch das Steuergerät betätigt werden.*

Die Stabilisatoren müssen die Instabilität und das **Schlingern** der **Karosserie** aufgrund von Schlaglöchern und Unebenheiten, die Einwirkung des Seitenwindes auf der Karosserie und die Fliehkräfte bei Kurvenfahrten **neutralisieren**. Sie bestehen aus einem **Stab** aus **elastischem Stahl** mit rundem Querschnitt, der quer zum Fahrzeug angebracht ist, zwischen den Armen der Radaufhängung der Räder einer Achse.

Befestigung

Sie werden an ihren Enden mittels elastischer Lager an den **Armen der Radaufhängung** und am Mittelteil an die **Karosserie** oder an eine fest damit verbundene Komponente befestigt. Im Allgemeinen werden sie mit elastischen Lagern befestigt, die als Silentblocs bezeichnet werden und aus Kautschuk bestehen, um die Übertragung von Vibrationen auf die Karosserie zu vermeiden.





Die Torsion, der der Stabilisator ausgesetzt ist, wirkt dem Schlingern der Karosserie entgegen.

Funktionsweise

Wenn das Fahrzeug in eine Kurve geht, findet ein Schlingern der Karosserie zur Außenseite der Kurve hin statt, da die Radaufhängung der Außenseite sich komprimiert und die der anderen Seite sich ausdehnt.
Die Befestigungspunkte des Stabs an die Arme der Radaufhängung verändern ihre Position nicht, aber an der Verbindung des Stabs zur Karosserie tritt ein Drehmoment auf, das dem Schlingern der Karosserie entgegenwirkt.
Es gibt Fahrzeuge, aufgrund deren Leistungen dieser Stab nicht erforderlich ist. In diesen Fällen sind meist übergroße Federn in der Radaufhängung vorhanden, welche die Aufgaben der Stäbe teilweise übernehmen.

"Die Bauart der Radaufhängung bestimmt die Eigenschaften und das dynamische Fahrverhalten des Fahrzeugs."

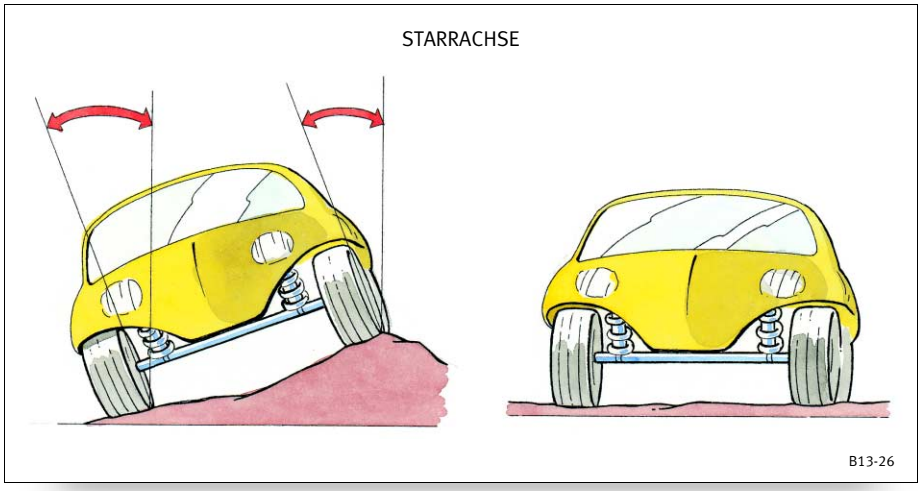
Architektur der Radaufhängung

Es gibt drei Arten von Radaufhängungsarchitekturen:
- Starrachsenaufhängungen
- Einzelradaufhängungen
- Spezialaufhängungen

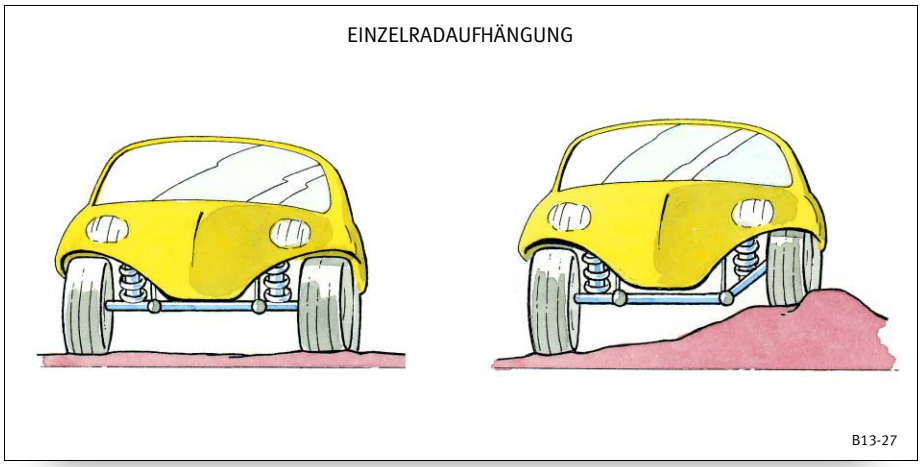
Alle drei werden in heutigen Fahrzeugen häufig verwendet, doch **die meistverwendete ist die Einzelradaufhängung**, da sie die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der beiden anderen verbindet.
Häufig werden auch bei ein und demselben Fahrzeug zwei Arten verbaut, eine Architektur wird für die Vorderachse verwendet, für die Hinterachse eine andere.

Starrachse

Bei diesen Radaufhängungen **sind die Räder nicht unabhängig** und verhalten sich wie ein einziger Körper. Wenn sich eins davon wegen Straßenunebenheiten bewegt, wird diese Bewegung auch auf das andere Rad und auf die Karosserie übertragen.



Bei einer Starrachsenarchitektur haben die Straßenunebenheiten an einem Rad auch Auswirkungen auf das andere Rad der betreffenden Achse, und die Karosserie wird bewegt.



Bei einer Architektur mit Einzelradaufhängung haben Straßenunebenheiten an einem Rad keine Auswirkungen auf das andere, womit ein Schlingern der Karosserie vermieden wird.

Einzelradaufhängung

Jedes Rad bewegt sich unabhängig. Dies verbessert die Bodenhaftung der Reifen einer Achse, wenn der Boden Unebenheiten aufweist. Dieses System ermöglicht es auch, die Varianten in den Abmessungen der Radaufhängung je nach Fahrweise oder Fahrzeugtyp zu kontrollieren.

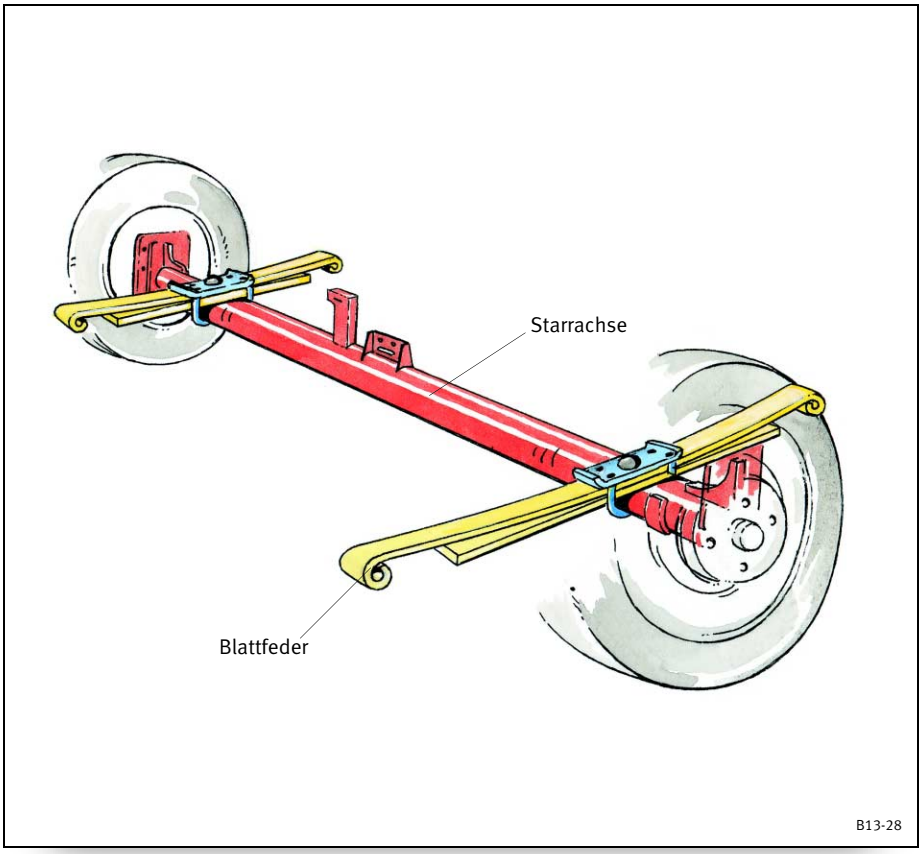
Spezialaufhängungen

Diese sind weiterentwickelte Systeme, die sowohl auf dem Starrachsensystem als auch auf der Einzelradaufhängung beruhen können und eine **größere Kontrolle** der **Radbewegungen** unter der Einwirkung der Radaufhängung ermöglichen, ohne dass sich dies negativ auf die Karosserie auswirkt. Die meistbenutzten sind die **Torsionsachse** und die **Mehrarmachse**, es gibt jedoch auch noch andere, weniger gebräuchliche, wie die **zusammenwirkende Federungen**. negativ auf die Karosserie auswirkt.

Die meistbenutzten sind die **Torsionsachse** und die **Mehrarmachse**, es gibt jedoch auch noch andere, weniger gebräuchliche, wie die **zusammenwirkende Federungen**.

"Die Starrachsenstruktur ermöglicht das Tragen großer Lasten, weshalb sie bei Nutzfahrzeugen sehr verbreitet ist."

Radaufhängung mit Starrachse



Die hintere Starrachse für ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb hat eine sehr einfache Bauform.

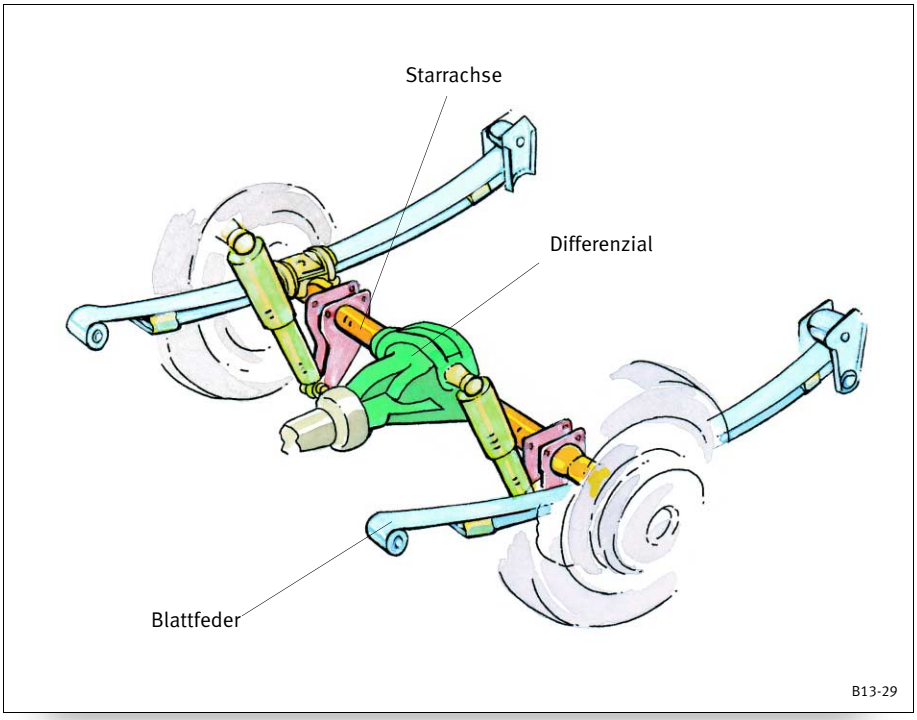
Beide Räder **einer Achse** sind durch eine **Querstruktur** starr miteinander verbunden. Die **Vorteile**:

- Sie ist ein einfach zu bauendes System.
- Sie ist **widerstandsfähig** für Nutz- und Lastfahrzeuge.
- Sie kann **sehr große Lasten tragen**. Und die **Nachteile**:
- Die Bewegung wird leicht auf die Karosserie übertragen.
- Sie hat ein **hohes Gewicht**.
- Sie **braucht mehr Platz** durch ihr großes Volumen.
- **Gegenseitige Abhängigkeit der Räder** einer Achse.

Anordnung

Die Installierung ist sowohl an der Vorder- als auch an der Hinterachse möglich. Wenn sie im Fall von **Hinterradantrieb** an einer Hinterachse installiert wird, hat sie

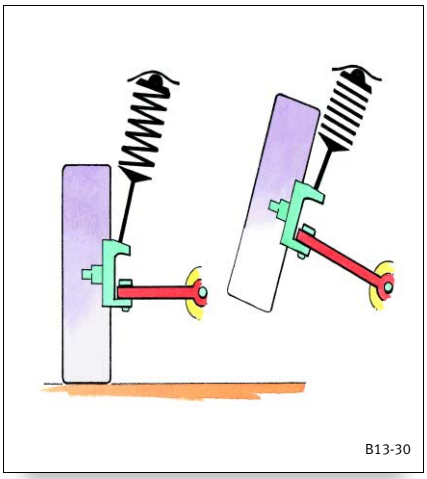
eine Röhrenform, die es ermöglicht, eine sehr einfache Struktur für die Einlagerung des Differenzials und der Übertragungshalbachsen der Räder zu verwenden.
Da die Starrachsen die Bewegungen eines Rades auf das andere und auf die Karosserie übertragen, werden, wenn Federn montiert sind, **Streben** installiert, die Längs- und Querbewegungen verhindern. Diese Streben sind an einem Ende mit der Achse und am anderen mit der Karosserie und am anderen mit der Radachse verbunden.
Die Montage an der **Hinterachse** eines Fahrzeugs mit **Vorderradantrieb** wird mittels einer Struktur durchgeführt, normalerweise in Form eines Trägers, die die beiden Räder verbindet und massiv oder hohl sein kann. Gegenwärtig werden bei Pkws an der **Vorderachse Starrachsen** überhaupt nicht mehr verwendet, da sie bei einer Lenkachse bei hohen Geschwindigkeiten keine Abmilderung der Schwingungen bietet.
Allerdings ist ihr Gebrauch bei **Nutzfahrzeugen** verbreiteter, bei denen Robustheit und Ladekapazität vorgehen und, da keine allzu hohen Geschwindigkeiten erreicht werden, ein akzeptabler Fahrkomfort gegeben ist.



Wenn die Starrachse Antriebsachse ist, befindet sich das Differenzial in der Struktur der Achse..

"Es gibt verschiedene Radaufhängungssysteme für unabhängige Räder, doch alle bieten dank der Bewegungsfreiheit der beiden Räder einer Achse einen hohen Fahrkomfort und hohe Sicherheit."

EINZELRADAUFHÄNGUNG: VORN



Die hintere Starrachse für ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb ist von sehr einfacher Bauart.

Heute wird bei einem Großteil der Pkws unabhängige Radaufhängung an der Vorderachse verwendet, und auch zahlreiche Geländewagen sind damit ausgestattet.
Die geläufigsten Typen der unabhängigen Vorderradaufhängung sind McPherson und die mit Doppelschwingarm.

McPherson

Dies ist einer der meistgebrauchten Typen für die Vorderradaufhängung und besteht aus einer Kombination aus **Schraubenfeder**, **Stoßdämpfer**, **unterem Arm** und **Achsschenkel**.

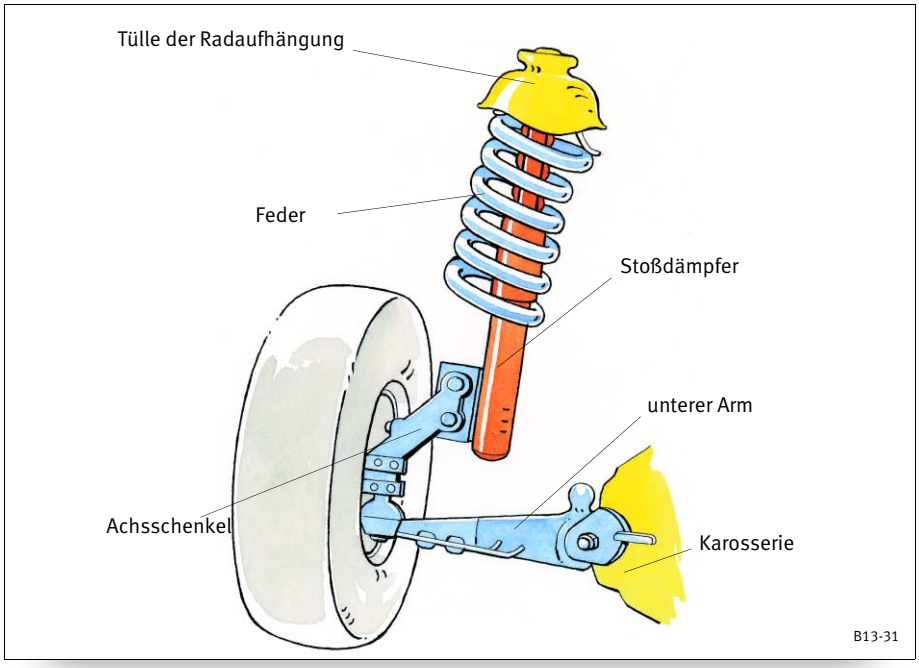
Der Stoßdämpfer befindet sich im Inneren der Feder und ist am oberen Teil am Radkasten und am unteren am Achsschenkel befestigt. Im Gleichlauf mit diesem wird quer zum Fahrzeug der untere Arm angebracht, der dank des Gelenks an seinem anderen Ende an der Karosserie Bewegung ermöglicht.
Vorteile:

-kompakte Konstruktion und Bauform
-geringes Gewicht
- kaum Veränderungen der vorgesehenen Radposition entlang dem Weg der Feder
- Robustheit
- geringe Kosten

Nachteile:

- Erfordernis einer ziemlich hohen Motorhaubenlinie
- Der Schwerpunkt der ungefederten Massen liegt übermäßig hoch.
-Seine vertikalen Bewegungen variieren die Position der Räder bezüglich der Straßenoberfläche.

Das McPherson System **wird auch am hinteren Fahrwerk** einiger Fahrzeuge verwendet.



Doppelschwingarm

Der Doppelschwingarm besteht aus zwei übereinander liegenden Dreiecken.

Das elastische Element bei diesen Aufhängungen kann eine Feder oder ein Torsionsstab sein, der Stoßdämpfer ist meist ins Innere der Dreiecke eingefügt.

In gewöhnlichen Pkws ist er nicht üblich, verleiht dem Fahrzeug jedoch eine gute Fahrstabilität und ein außergewöhnliches Fahrverhalten.

Er wird vor allem in Limousinen und Hochleistungs-Sportwagen eingebaut.

Vorteile:

-Je nach Hebellänge können die Variationen von Sturz und Spur stark eingeschränkt werden.

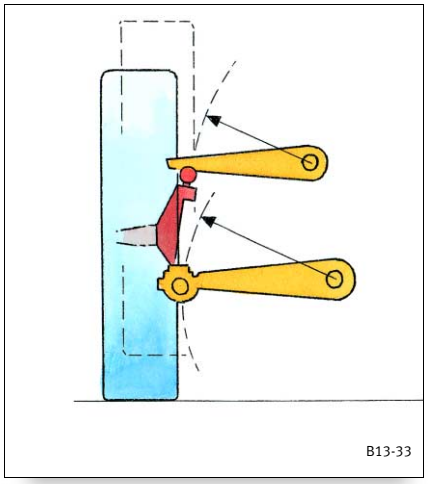
- Einfachheit und Präzision bei der Lenkung.

-Er kompensiert die Stampfschwingungen, die beim Bremsen auftreten, dank der Neigung der Drehachse des oberen Hebels.

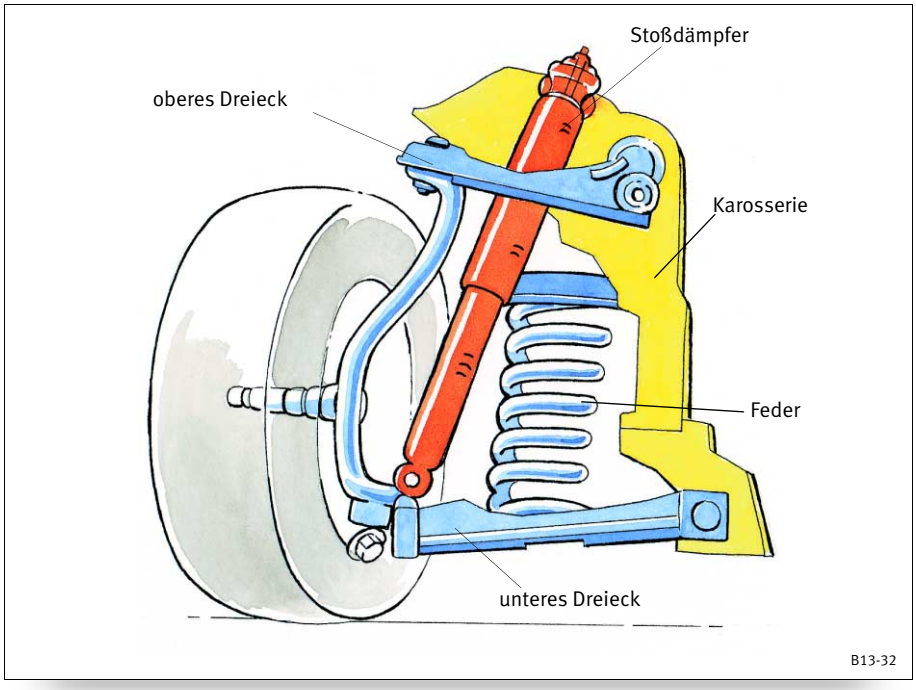
Nachteile:

-Seine Gestaltung erschwert die Installierung in Fahrzeuge mit Vorderradantrieb.

- Er ist schwerer als der McPherson.



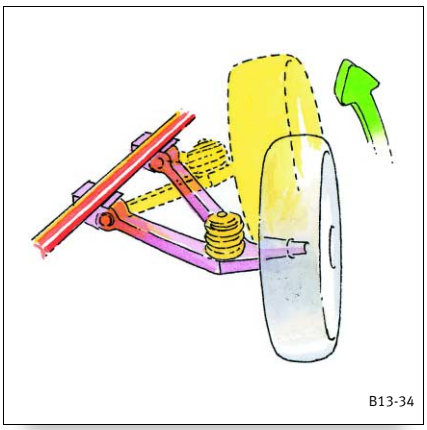
Durch die Führung der beiden Hebel behält die Bewegung des Rades ihre Vertikalität.



Das Rad ist mittels des oberen und unteren Dreiecks mit der Karosserie verbunden.

"Jede Architektur hat verschiedene Vorteile, die mit Dreieck-Schräglenker und Längslenker werden bei Fahrzeugen mit Vorderradantrieb verwendet, doch die De-Dion-Achse ist nur für Hinterradantrieb geeignet."

EINZELRADAUFHÄNGUNG: HINTEN



Bei Einfederung des Rades ver‰ndert sich der Sturz, wodurch die Reifenhaftung verbessert wird.

Die geläufigsten Einzelradaufhängungstypen des hinteren Fahrwerks sind:

- Dreieck-Schräglenker
- Längslenker
- Längslenker mit doppeltem Querlenker

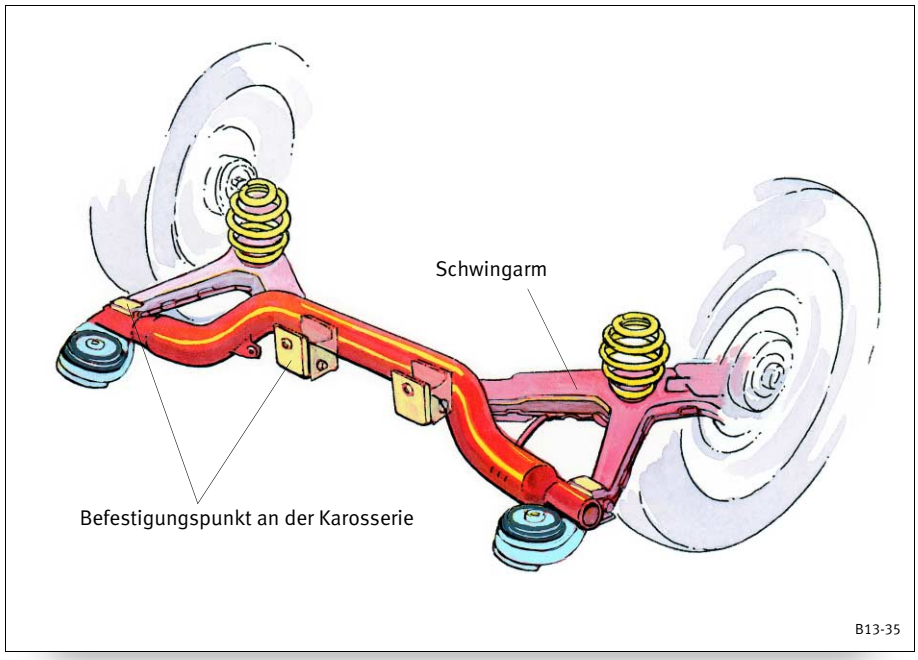
Auch andere, etwa McPherson, werden verwendet.

Dreieck-Schräglenker

Er besteht aus **zwei Schwingarmen**, die **schräg zur Längsachse des Fahrzeugs eingebaut sind**.

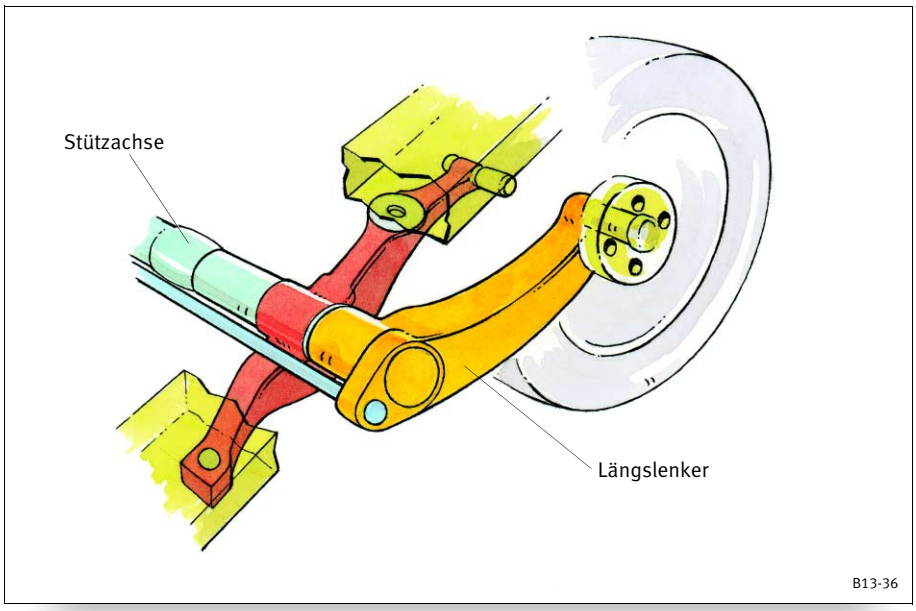
Bei dieser Radaufhängung verändert das Rad seine Position bei vertikalen Bewegungen. Je größer der Winkel der Schwingarme, desto größer die Veränderung.

Dies ermöglicht es in Kurven, dass der Winkel des Rades zur Straße sich vergrößert, wenn die Feder des Rades an der Außenseite sich zusammendrückt, wodurch die Haftung verbessert wird.



Längslenker

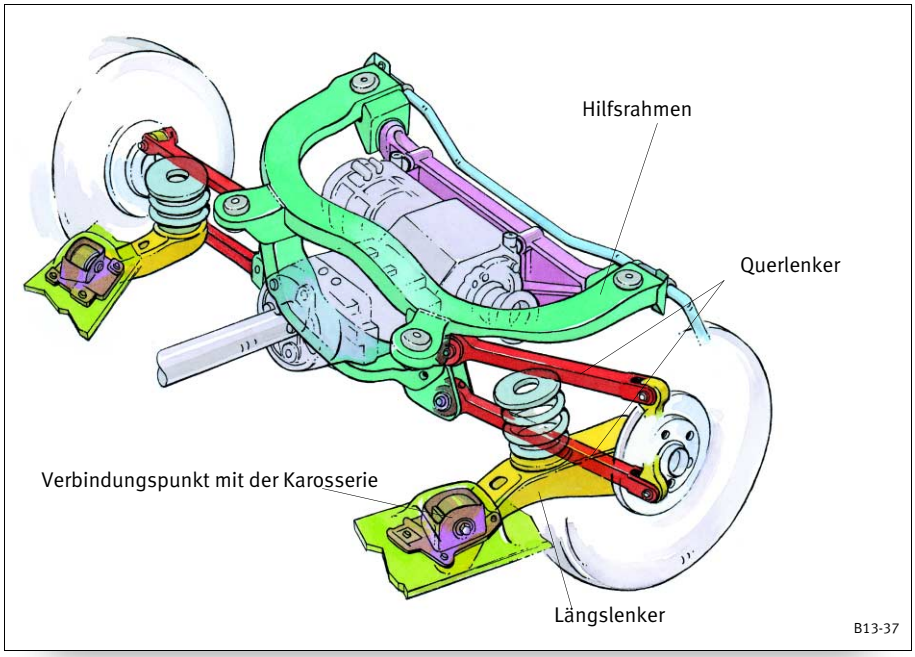
Dieser unterscheidet sich vom vorherigen dadurch, dass **die Arme längs zum Fahrzeug angeordnet** sind, weshalb keine Variationen bei den Abmessungen der Radaufhängung bei vertikalen Bewegungen existieren.
Sein wichtigster Vorteil ist, dass der Reifen stets die gleiche Kontaktzone zur Straßenoberfläche hat, was dessen Abnutzung verringert.



Zwischen dem Lenker und der Achse ist ein Winkel von 90°, damit das Rad beim Einfedern nicht seine Vertikalität bezüglich der Straßenoberfläche verändert.

Längslenker mit doppeltem Querlenker

Diese Architektur stammt vom Längslenker, dem **zwei Querlenker** und ein **Hilfsrahmen** zugefügt werden.
Die Querlenker, ein oberer und ein unterer, führen die Radbewegung während des Druck- und Zughubs der Radaufhängung. Die Halterung ist mittels Silentblocs am Längslenker und am Hilfsrahmen, der an vier Punkten mit der Karosserie verbunden wird.
Zweck des Hilfsrahmens ist es, das hintere Differenzial aufzunehmen und zu halten, wodurch dieses kein Teil der ungefederten Massen ist.



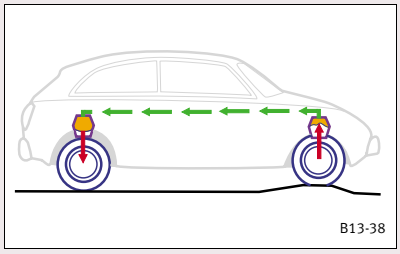
Dieser Typ wird vor allem bei Fahrzeugen mit Allradantrieb verwendet.

"Die allermeisten Pkws haben heute
Spezialaufhängungen, damit die Bewegung der Räder
während der Fahrt angepasst werden kann."

SPEZIALAUFHÄNGUNGEN

I M D E T A I L

Zusammenwirkende Federungen.
Das sind jene, bei denen die Vorderradaufhängung mit der Hinterradaufhängung auf derselben Fahrzeugseite verbunden ist.
Dies verringert die Stampfschwingungen des Fahrzeugs während der Fahrt erheblich und erhöht Fahrkomfort und Fahrsicherheit.
Die Verbindung zwischen dem Vorder- und Hinterrad ist mittels mechanischer (Federn) oder hydraulischer Elemente (meist Öl) möglich.
Das Hauptziel der zusammenwirkenden Federung ist es, dass der Mechanismus, wenn die Vorderräder auf ein Hindernis stoßen und das Rad sich daher nach oben bewegt, den Abstand zwischen der Karosserie und dem Hinterrad erhöht, so dass die Karosserie, wenn dieses das Hindernis erreicht, sich kaum bewegt.

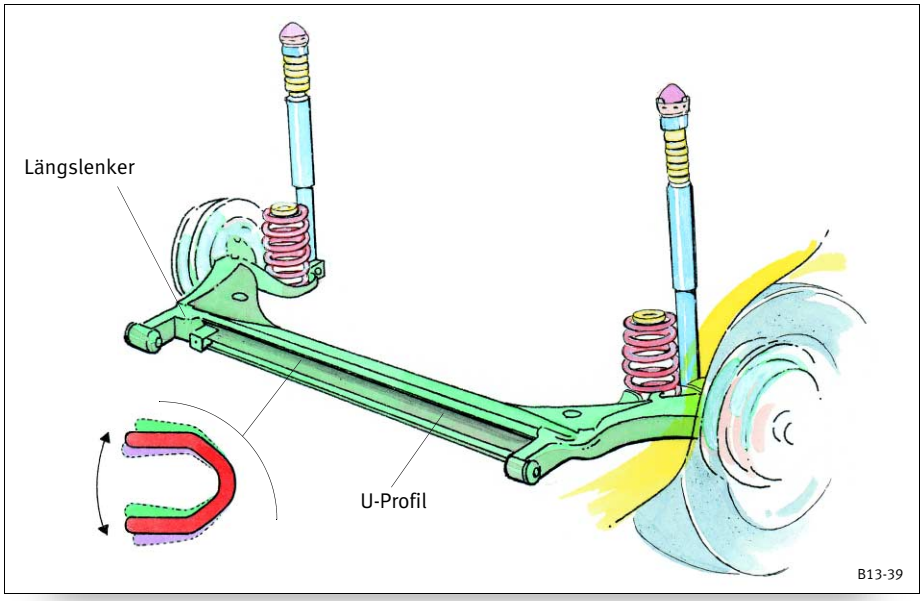

B13-38

Torsionsachse

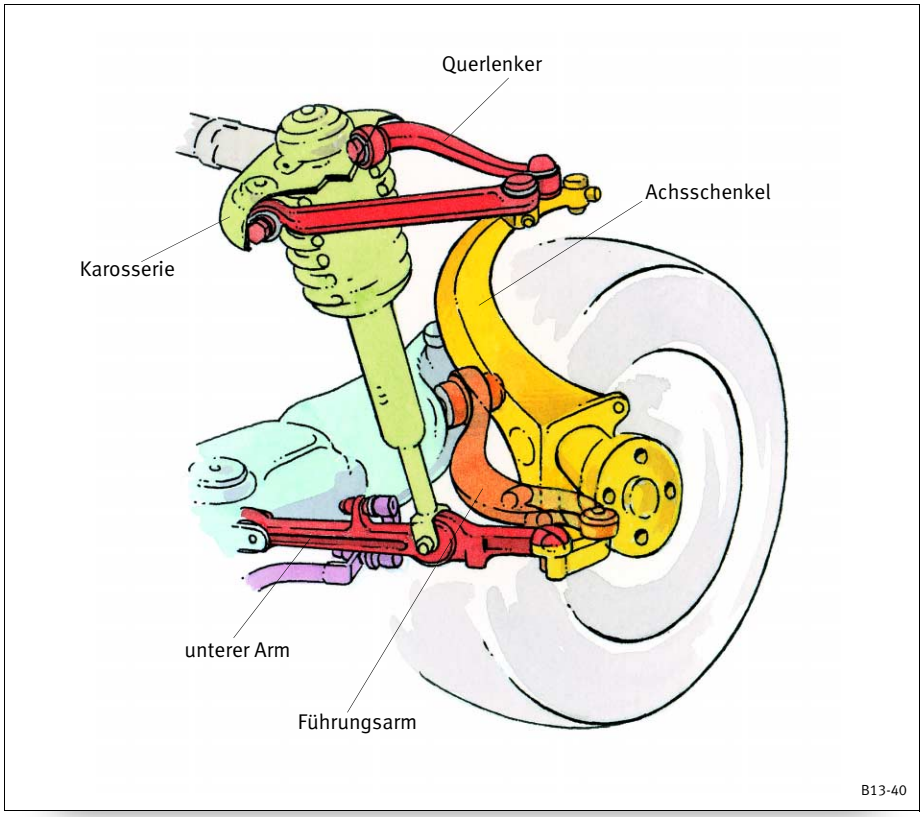
Diese ist sehr gebräuchlich, allerdings ausschließlich an der **Hinterachse** von Fahrzeugen mit Vorderradantrieb.
Sie besteht aus **zwei Längslenkern** und einem **U-Profil**. Die Lenker sind an einem Ende über Silentblocs mit der Karosserie und am anderen Ende mit der Radnabe verbunden.
Diese Konstruktion verleiht eine gewisse **Bewegungsfreiheit** zwischen den **Lenkern** aufgrund der Torsion, die das U-Profil ermöglicht, und zugleich ist sie den **seitlichen Kräften** gegenüber sehr **widerstandsfähig**.
Durch die Torsion des Profils verhält dieses sich wie ein Stabilisator und mildert das Schlingern der Karosserie ab.
Aufgrund ihrer geringen Größe hat sie auch den Vorteil, dass der Kofferraum relativ großzügig bemessen werden kann.

Mehrarmige Achse (Multilink)

Dieser Radaufhängungstyp ist vom Doppelschwingarm abgeleitet, aber weiter entwickelt.
Er besteht aus mehreren Armen, je nach Konstruktion zwischen drei und fünf, die die Anpassung der geeignetsten Abmessungen der Räder in jeder Fahrsituation und je nach Straßenzustand ermöglichen sollen.



B13-39



Ihre **Hauptvorteile**:
- Sie hält die Räder in einem rechten Winkel zur Fahrbahn, so dass die gesamte Fläche des **Reifens Kontakt** dazu hat, wenn in **gerader Linie** gefahren wird.
- Und bei einer **Kurvenfahrt verändert** sie die **Maße** der Lenkung (Sturz und Spur) mit dem Ziel, das Manöver zu erleichtern und eine gute Kontaktfläche zur Fahrbahn zu erreichen, zugleich wird die negative Wirkung, die die Räder auf das Lenkrad ausüben, vermieden.

Dies führt zu einer geringeren Abnutzung der Reifen in allen Fahrsituationen und zu einer höheren aktiven Sicherheit und höherem Fahrkomfort.
Die **Nachteile** sind:
- hohe Baukosten und schwierige Installierung,
- höheres Gewicht als bei anderen Systemen.

Wegen dieser Nachteile wird sie gegenwärtig nur bei Limousinen und Hochleistungsfahrzeugen verwendet.

I M D E T A I L

Veränderungen der Maße der Radaufhängung

Bei der Radaufhängung mit Doppelschwingarm werden die Arme untereinander und zur Fahrbahn parallel angeordnet mit dem Ziel, dass der Fallwinkel während der gesamten Fahrt unveränderbar ist.
Wenn irgendeine minimale Variation in der Länge oder Anordnung der Hebel aufträte, würden sich automatisch auch die Maße verändern.
Dies ist einer der Hauptunterschiede zwischen dieser Art Radaufhängung und der mehrarmigen.
Bei dieser gibt es dank der hohen Zahl von Armen zahlreiche Anordnungsmöglichkeiten, so dass bei den Bewegungen der Radaufhängung beliebige Variationen in der Geometrie existieren können, beispielsweise eine Erhöhung des Vorlaufs zur Stabilitätssteigerung, wenn das Rad über ein Hindernis fährt, oder ein Vermeiden der Konvergenzveränderungen beim Beschleunigen oder Bremsen.

"Die Systeme aktiver Radaufhängung ermöglichen es, die Höhe des Fahrzeugs je nach Veränderungen der Beladung und Bodenunebenheiten anzupassen."

AKTIVE RADAUFHÄNGUNG

Bei einem idealen Radaufhängungssystem müsste die Position der Räder bezüglich der Karosserie immer unverändert sein.

Grundprinzip

Ihr Zweck ist es, je nach der Beladung und dem Zustand der Fahrbahn **die Höhe des Fahrzeugs zu kontrollieren**.

Hierfür sind verschiedene mechanische Komponenten erforderlich, die pneumatisch oder hydropneumatisch sein können, sowie die Elemente für das elektronische Management.

Vorteile

Die Regelung der Fahrzeughöhe bringt folgende Vorteile:

- Größeren Fahrkomfort für die Insassen.
- -Bessere Kurvenstabilität.
- -Geringeres Schlingern und geringere Stampfschwingungen des Fahrzeugs
- -Verringerung des Reifenverschleißes

Mechanische Komponenten

Deren **Aufgabe** ist es, die **Höhe** des Fahrzeugs entsprechend der durch die Managementelemente durchgeführten Regelung zu **verändern**. Diese mechanischen Komponenten sind:

Druckerzeuger:

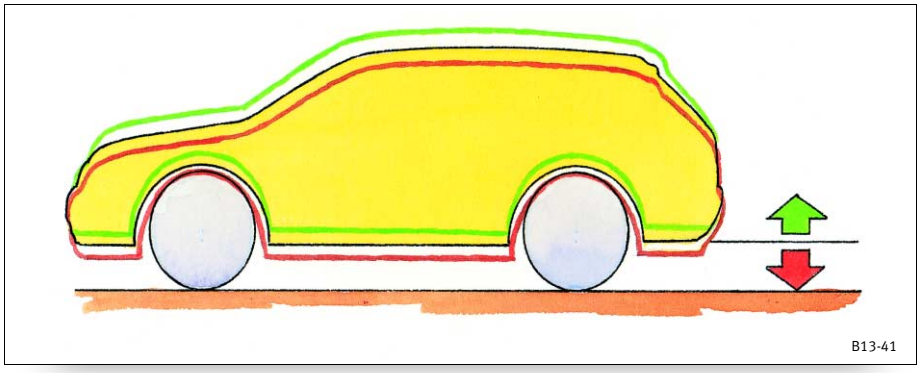
Erzeugt den Luft- oder Öldruck - je nachdem, ob das System hydraulisch oder pneumatisch ist, der **auf Pneumatikblöcke einwirken soll**, die die Höhe des Fahrzeugs einstellen.

Wenn das System pneumatisch ist, ist es ein Kompressor, ist es hydraulisch, eine Pumpe.

Er kann über den Fahrzeugmotor oder elektrisch betrieben werden.

Druckakkumulator:

Er erhält den festgelegten Druck des Systems und den für die **Reserveversorgung** aufrecht. Er absorbiert die Druckfluktuationen, die von den Druckerzeugern verursacht werden.



Bei den gegenwärtigen Systemen können die verschiedenen Positionen je nach den Bedürfnissen des Fahrers manuell gewählt oder über das elektronische Management automatisch eingestellt werden

Pneumatikblock:
Seine Funktionsweise ist im Abschnitt **Elastische Elemente**: **Pneumatikblock** beschrieben.

Managementelemente

Ihr Zweck ist die Steuerung und Kontrolle der Aktivierung der mechanischen Elemente.

Fahrzeugniveausensor:
Er **ermittelt** die **Höhenveränderungen** des Fahrzeugs oder Neigungen der Karosserie wie etwa in Kurven. Er befindet sich zwischen dem Chassis und dem Arm der Radaufhängung.

Elektronisches Steuergerät:
Es verarbeitet den Fahrzustand mittels der Signale, die es von den Sensoren erhält und **regelt die Höhe der Pneumatikblöcke durch Aktivierung der Magnetventile** des Systems.

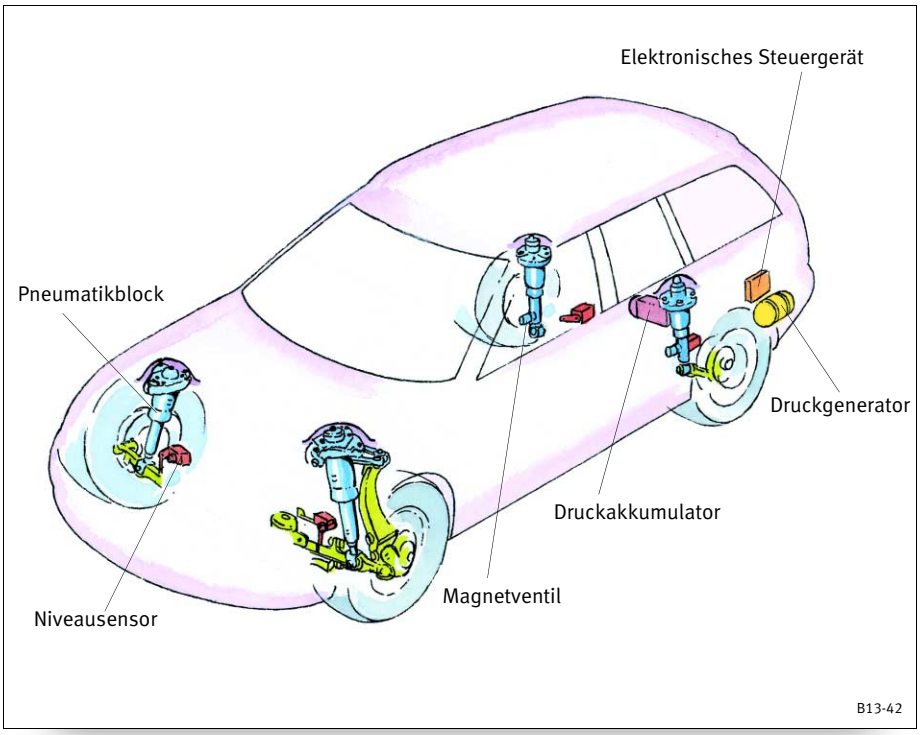
Magnetventile:
Sie öffnen oder schließen den Durchlass vom Druckerzeuger zu den Pneumatikblöcken.

Funktionsweise

Die Regelung kann
- automatisch oder
- manuell

sein.

Bei manueller Regelung verfügt der Fahrer über eine Vorrichtung mit verschiedenen Positionen, die es ihm erlaubt, die Kapazität der Pneumatikblöcke mit vom Generator stammender Flüssigkeit zu erhöhen, um die Höhe des Fahrzeugs zu vergrößern, oder sie zu verringern, um die Höhe zu verkleinern.
Bei **automatischer Regelung informieren die Niveausensoren** das elektronische **Steuergerät** kontinuierlich über die Veränderungen in der Radaufhängung.
Wenn das Steuergerät feststellt, dass die Höhe korrigiert werden muss, aktiviert es die Magnetventile, um den Druck in den Pneumatikblöcken zu erhöhen oder zu verringern.



"Die Idee, mit Luft gefüllte Räder zu verwenden, stammt von 1845, begann jedoch erst im Jahr 1900 umgesetzt zu werden."

DAS RAD

I M D E T A I L

Der Reifen, wie wir ihn heute kennen, wurde 1888 erfunden. Danach lief die Entwicklung sehr rasch ab. Einige Jahre später wurde der Luftschlauch patentiert. Er bestand aus einem mit Luft zu füllenden Gummischlauch, der unabhängig vom Reifen montiert und demontiert werden konnte. ***Die ersten Reifen****, die montiert wurden,* ***waren sehr schmal*** *und hatten einen großen Durchmesser, was* ***zwangsläufig zu sehr hohen Drücken führte, zwischen 5 und 7 kg/cm²****.* **Drücken führte, zwischen 5 und 7 kg/cm².**

Das Prinzip

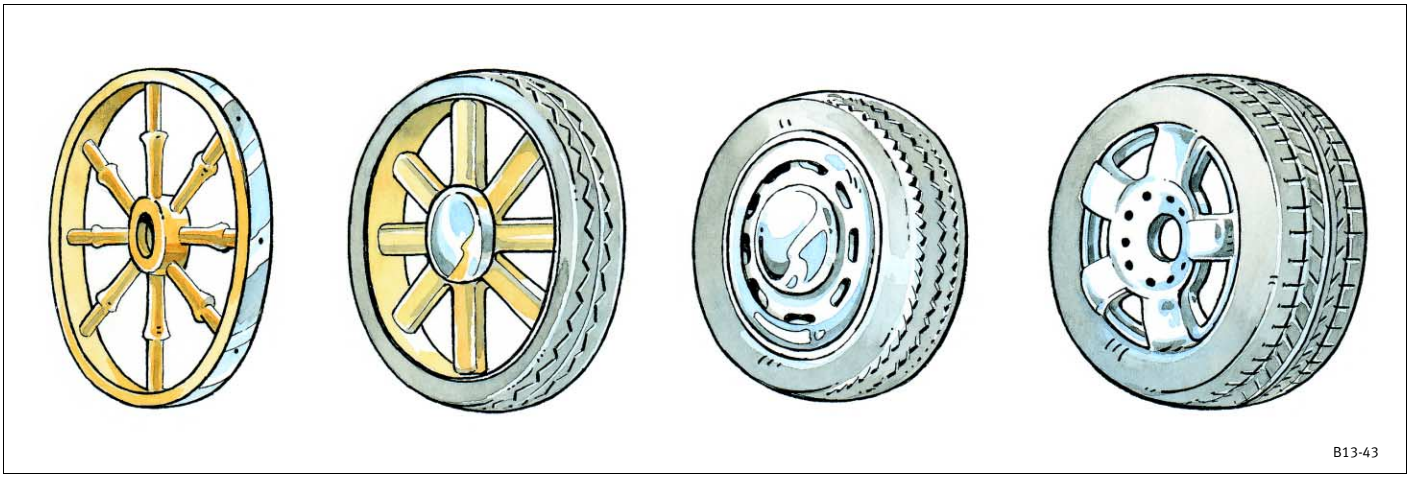
Die ersten Räder, die an Autos montiert wurden, waren das Erbe der alten Pferdekutschen, sie bestanden aus Holz mit aufgezogenem Metallreifen. Später wurden Vollgummireifen verwendet, danach kam der Luftreifen, die Metallspeichenfelge und 1920 der so genannte Niederdruckreifen mit Metallfelge. Diese Reifen waren bereits fast identisch mit denen, die wir heute kennen, die Unterschiede bestanden hauptsächlich in den Herstellungsmethoden.

Ein Großteil der Leistungen eines modernen Fahrzeugs sind der hohen Leistung der Räder und der Effizienz der Reifen zu verdanken.
So wichtige Faktoren wie die **aktive Sicherheit**, die Bremsfähigkeit oder der Fahrkomfort **hängen** zu einem großen Teil von den Rädern und **ihrem einwandfreien Zustand ab**.

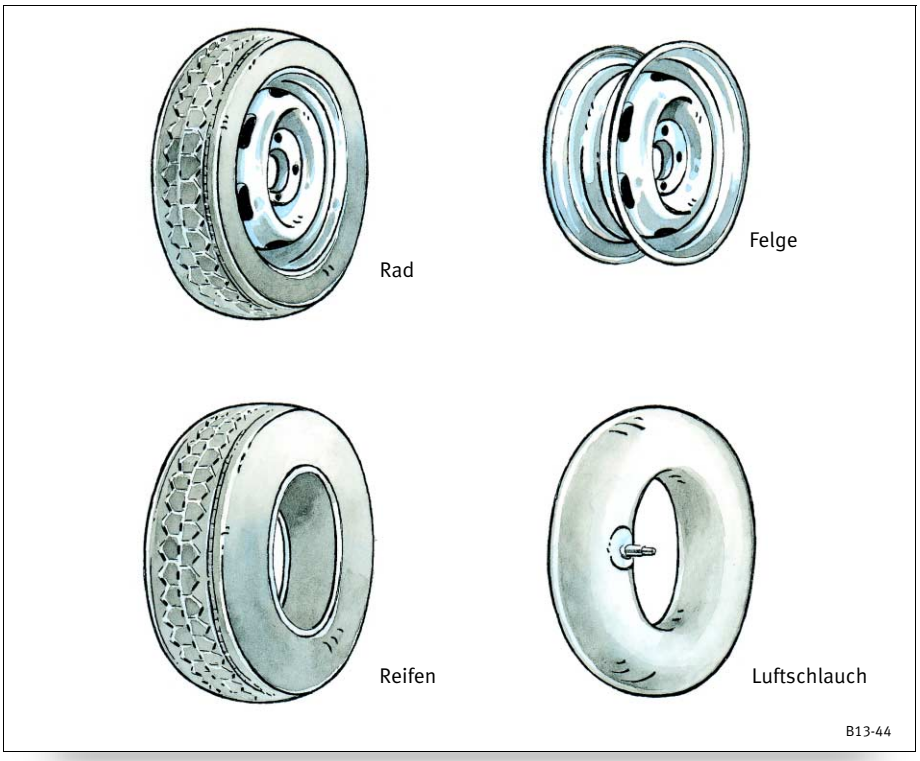
Basisfunktionen

Die Räder sind die "Füße" des Fahrzeugs, sie geben ihm den Bodenkontakt und außerdem:

- wandeln sie die Drehbewegung des Motors dank ihrer Haftung in Vorwärtsbewegung um.



B13-43



Die Felge, der Reifen und der Luftschlauch bilden zusammen das Rad, allerdings haben heutzutage viele Räder keinen Luftschlauch mehr.

- Sie weisen beim Bremsen eine starke Haftungv auf dem Boden auf.
- Sie tragen das Gewicht des Fahrzeugs und ermöglichen dessen Bewegung mit einem Minimum an Aufwand.
- Sie **führen das Fahrzeug** und ermöglichen so Richtungsänderungen.
- Sie absorbieren oder dämmen Stöße und Schläge aufgrund von Unebenheiten in der Fahrbahn.

Zudem müssen die Räder so leicht wie möglich sein, damit die ungefederten Massen des Fahrzeugs so gering wie möglich sind, um so die Eigenschaften der Radaufhängung zu verbessern.

Teile des Rades

- Die Felge ist der Metallteil, auf dem sich der Reifen befindet. Sie ist an der Radnabe des Fahrzeugs befestigt. Diese kann aus Stahl oder Aluminiumlegierung sein.
- Der Reifen ist der Teil, der ständigen Bodenkontakt hat.
- Luft ist unverzichtbar, um den Reifen zu füllen und dem Ganzen Elastizität zu verleihen.
- Der Luftschlauch befindet sich im Reifen und dient als Behältnis für die Luft, allerdings sind **heute fast alle Reifen schlauchlos**.

"Der Reifen verleiht dem Rad Elastizität und ist
das erste Element der Radaufhängung des Fahrzeugs."

DER REIFEN

IM DETAIL

Kautschuk

*Das ist der **Gummi, der ausgehend von aus der Natur stammenden Materialien hergestellt wird**. Seine Haupteigenschaften sind: Elastizität, Abrasionsfestigkeit, Alterungsbeständigkeit und Undurchlässigkeit, und er ist nur schwer dauerhaft deformierbar.*
Sein Hauptbestandteil ist Latex, eine weißliche Flüssigkeit, die aus einigen Pflanzen und Bäumen gewonnen wird. Große Plantagen zur Latexgewinnung gibt es vor allem in Südamerika, Asien, Zentralamerika und Afrika.

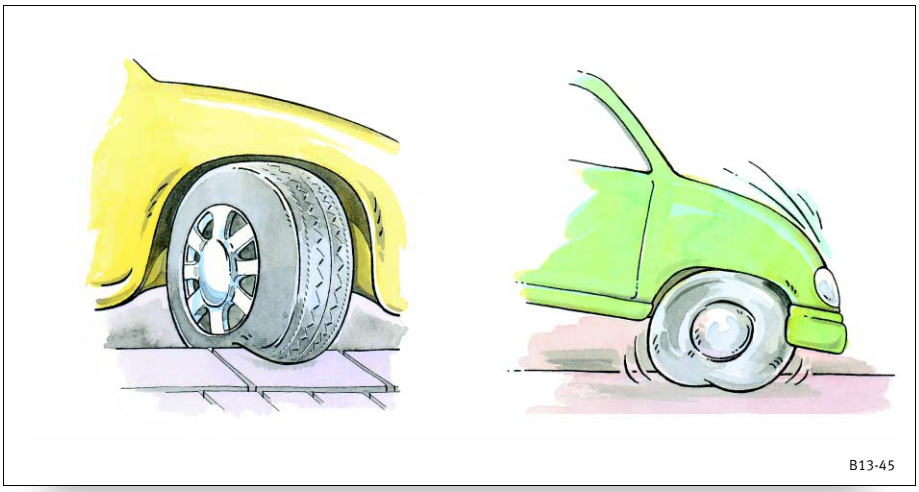
Herstellungsprozess

*Der abgezapfte Latex wird mit Wasser gemischt und gereinigt, dann muss er einige Stunden ruhen, um auszuflocken. **Er kann auch synthetisch hergestellt werden**. Diese Produkte werden synthetische Elastomere genannt, doch obgleich sie sehr ähnlich aussehen, sind **ihre Eigenschaften denen des natürlichen Kautschuks unterlegen**, vor allem was die Haftung betrifft.*

Er ist der flexible Teil des Rades und hat Bodenkontakt, normalerweise ist er schwarz, sein Hauptbestandteil ist Kautschuk und der Druck der Luft in seinem Inneren hält ihn auf der Felge.
Der Reifen besteht aus mehreren Schichten aus Gewebelagen und feinen Drähten. Diese und eine äußere Gummischicht werden während des letzten Produktionsschritts, genannt Vulkanisierung, miteinander verbunden.

Haupteigenschaften

- **Flexibilität**, also die Fähigkeit, sich zu verformen und wieder die ursprüngliche Form einzunehmen, um kleine Unebenheiten im Straßenbelag zu neutralisieren und den Insassen Fahrkomfort zu bieten.
- **Verschleißfestigkeit**, Widerstandsfähigkeit gegenüber Stößen und Temperaturen, die durch die konstante Beanspruchung des Reifens entstehen.
- **Haftung**, die Fähigkeit des Reifens, am Boden zu haften.



Der Reifen muss flexibel, haftend und verschleißfest sein.

Struktur

Lauffläche

Das ist die Auflagefläche des Reifens, sie besteht aus einer dicken Gummischicht mit Rillen, die das Profil bilden.

An der Lauffläche befinden sich die **Verschleißindikatoren, die die Gebrauchsgrenze** des Reifens anzeigen; es handelt sich um Stege, die in den Rillen der Lauffläche 1,6 mm hervorstehen. Wenn die Reifenfläche bis zu diesen Indikatoren abgefahren ist, müssen die Reifen gewechselt werden.

- Seitenfläche

Das ist der seitliche Teil des Reifens, der während der Fahrt ständiger Biegung ausgesetzt ist. Mit der Höhe der Seitenfläche verändert sich das Verhalten des Reifens.

Eine **höhere Seitenfläche** bedeutet **höheren Komfort** und eine **niedrigere** verleiht mehr **Stabilität**.

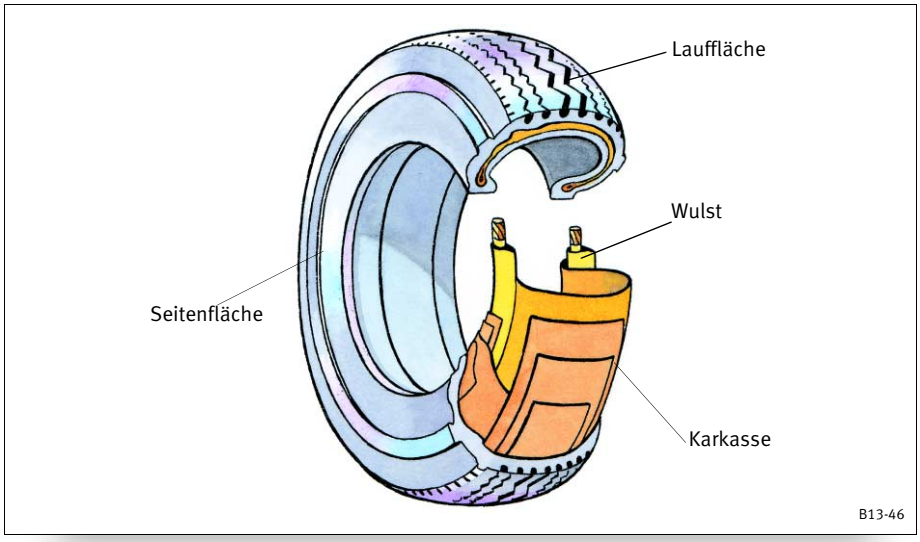
An der Seitenfläche sind **Abmessungen und Merkmale des Reifens eingeprägt**.

- Karkasse oder Unterbau

Das ist die Gesamtheit der Gewebelagen bzw. Draht, die das Skelett des Reifens bilden. Heutzutage weisen fast alle eine radiale Struktur auf. Die Widerstandsfähigkeit, der Komfort und die Lebensdauer des Reifens hängen zu einem großen Teil von der Karkasse ab.

- Wulst

Das ist der Teil, der durch den Luftdruck in die Felge gedrückt wird. Er enthält einen Kern aus geflochtenem Draht, der von Gummi umgeben ist, damit sich der Wulst nicht verformt.



Die Lauffläche, der Wulst, die Seitenfläche und die Karkasse bilden zusammen den Reifen.

I M D E T A I L

Vulkanisierung

*Die Vulkanisierung ist ein **Prozess, bei dem die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks verändert werden**, wodurch er für zahlreiche industrielle Zwecke nutzbar wird, darunter die Reifenherstellung.*

*Mittels der Vulkanisierung wird der Kautschuk **sehr elastisch**, bruchfest und wenig empfindlich gegenüber Temperaturunterschieden.*

Eins der Verfahren besteht darin, den Rohkautschuk zu kneten, um ihn weicher und homogener zu machen, so erhält man ein plastisches Produkt, das leicht mit Schwefel gemischt werden kann. Die Mischung wird in die gewünschte Form gebracht und auf eine über dem Schmelzpunkt von Schwefel liegende Temperatur (113 °C) gebracht.

"Die Einführung des schlauchlosen Reifens
war ein großer Fortschritt für die aktive Sicherheit
der Fahrzeuge - heute haben ihn alle."

REIFENARTEN

I M D E T A I L

Spezialreifen

Mit dem Ziel, über Räder für ganz bestimmte Zwecke verfügen zu können, gibt es Modelle für:

-geringen Verbrauch, genannt ULV (Ultraleichtgewicht). Das Gewicht ist ein entscheidender Faktor, doch auch die innere Struktur und die Lauffläche, bei der dank Siliziumzugabe zum Kautschuk die Haftung verbessert und der Widerstand gegen die Fortbewegung verringert wird.

-Schnee und Eis mit einer Reihe von Stahlstiften in der Lauffläche, die unter diesen Umständen die Haftung verbessern.

-für landwirtschaftlichen Gebrauch, mit hoher Zugkraft und Stoßfestigkeit dank eines Reifens mit tiefen radialen Vertiefungen.

Diagonalreifen

Diagonalreifen zeichnen sich durch ihre **inneren Lagen von Wulst zu Wulst** aus. Sie liegen zwischen 30 und 60° über Kreuz. Je größer dieser Winkel, desto größer die Lenkstabilität. Eine Variante dieses Typs ist der Reifen mit verstärkter Diagonalkarkasse, der Verstärkungslagen enthält und durch den Buchstaben B auf der Seitenfläche gekennzeichnet ist. Diese Reifen sind nicht sehr gebräuchlich. Durch die Struktur tritt eine rasche Abnutzung durch die Reibung zwischen den verschiedenen Lagen und die hohe Betriebstemperatur auf.

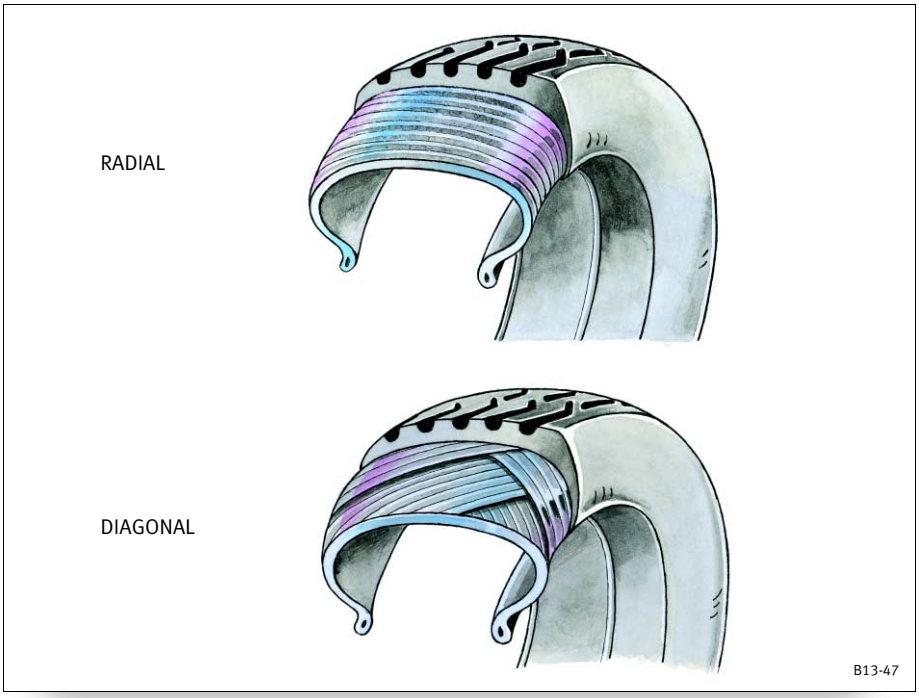
Radialreifen

In der Innenstruktur werden die Lagen so angeordnet, dass die Drähte oder Textilschnüre von **einer Seite zur anderen** gehen. Diese Anordnung hat folgende Vorteile:

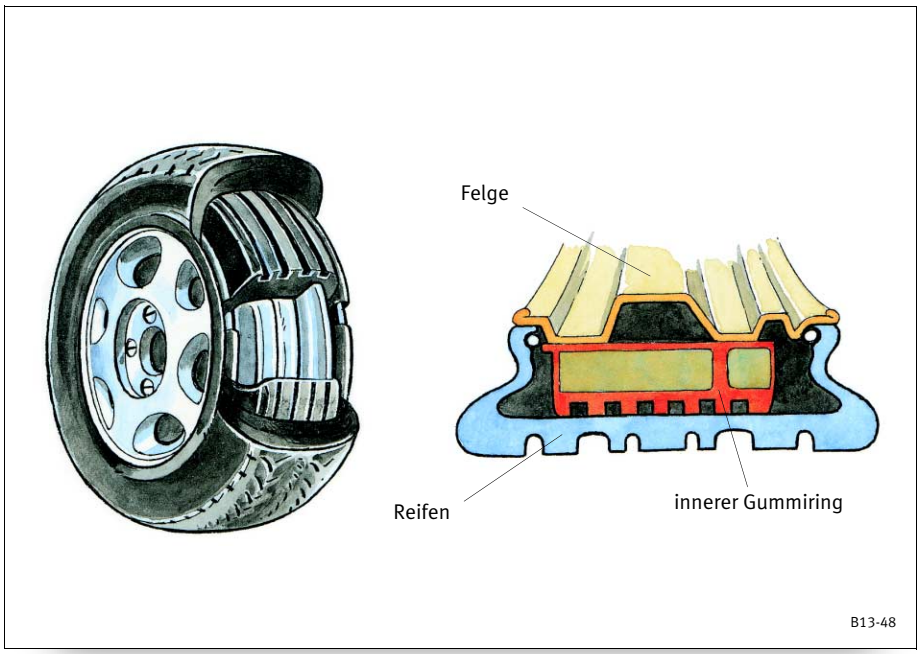
- mehr Flexibilität
- mehr Stabilität
- größere Rollfähigkeit
- **geringere Erwärmung des Reifens**.

An den Seitenflächen des Reifens sind sie jedoch weniger widerstandsfähig.

Die Reifen dieses **Typs sind an dem R auf der Seitenfläche erkennbar**.



Der Radialreifen zeigt dank der höheren seitlichen Flexibilität eine größere Haftung bei Kurvenfahrten.



Schlauchlose Reifen

Diese sind heute die verbreitetsten. Im Inneren haben sie eine Gummiauskleidung aus Butylkautschuk, einem luftundurchlässigen Material. An den Wülsten haben sie Rillen, um den Kontakt zur Felge und die Dichtheit zu verbessern.

Vorteile:

-höhere aktive Sicherheit. Im Fall eines **Durchstichs wird der rasche Druckverlust vermieden**, da die Innenauskleidung vulkanisiert ist.

-Der Wegfall des Luftschlauchs erleichtert das Auf- und Abziehen.

System PAX

Es besteht aus einer neu entwickelten Felge, die einen Gummiring im Inneren des Reifens birgt.

Funktionsweise

Bei einem **Durchstich** mit Totalverlust der Luft **legt sich die Lauffläche auf den inneren Gummiring und ermöglicht das Fahren** bei bis zu 80 km/h. Aufgrund der Konstruktion des Rades verbleibt der Wulst fest an der Felge, wodurch die Sicherheit gewährleistet wird.

Vorteile:

-**Höhere aktive Sicherheit**

-Es kann ohne Luft im Reifen gefahren werden.

-Wenn ein Druckkontrollsystem vorhanden ist, wird der Fahrer gewarnt und kann die Geschwindigkeit drosseln.

IM DETAIL

Automatische Druckkontrolle

Diese dient dazu, den Reifendruck während der Fahrt und bei Stillstand ständig zu kontrollieren.

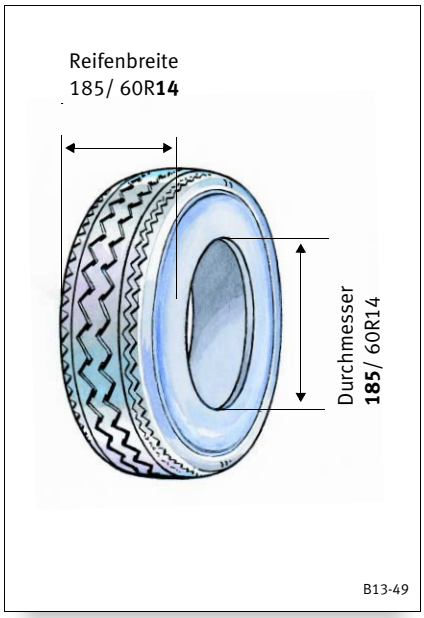
Das System besteht aus einem an das Reifenventil geschraubten Fühler, einer Empfangsantenne im Radkasten, dem elektronischen Steuergerät und der Anzeige im Schalttafeleinsatz.

Wenn der Fühler einen Druckverlust von über 0,2 bar feststellt, verändert er den Übertragungsmodus, das Signal wird vom Steuergerät empfangen und verarbeitet, und das Warnlicht im Schalttafeleinsatz wird aktiviert.

Der Fühler sendet Signale in Radiofrequenz und wird von einer Mikrobatterie angesteuert, die eine Lebensdauer von über sieben Jahren hat.

"Jedes Fahrzeug benötigt die für seine Eigenschaften passenden Reifen.
Die Höchstgeschwindigkeit, die Beladung und die Abmessungen
sind zum Zweck einer korrekten Kennzeichnung an den Seitenflächen angegeben."

REIFENTERMINOLOGIE



Durchmesser und Querschnittsbreite des Reifens

Reifen sind mit ihren Abmessungen und Eigenschaften gekennzeichnet.

Abmessungen

- Querschnittsbreite

Das ist der **Abstand zwischen** den am meisten nach außen stehenden Teilen der **Seitenflächen** des Reifens und ist in Millimetern angegeben.

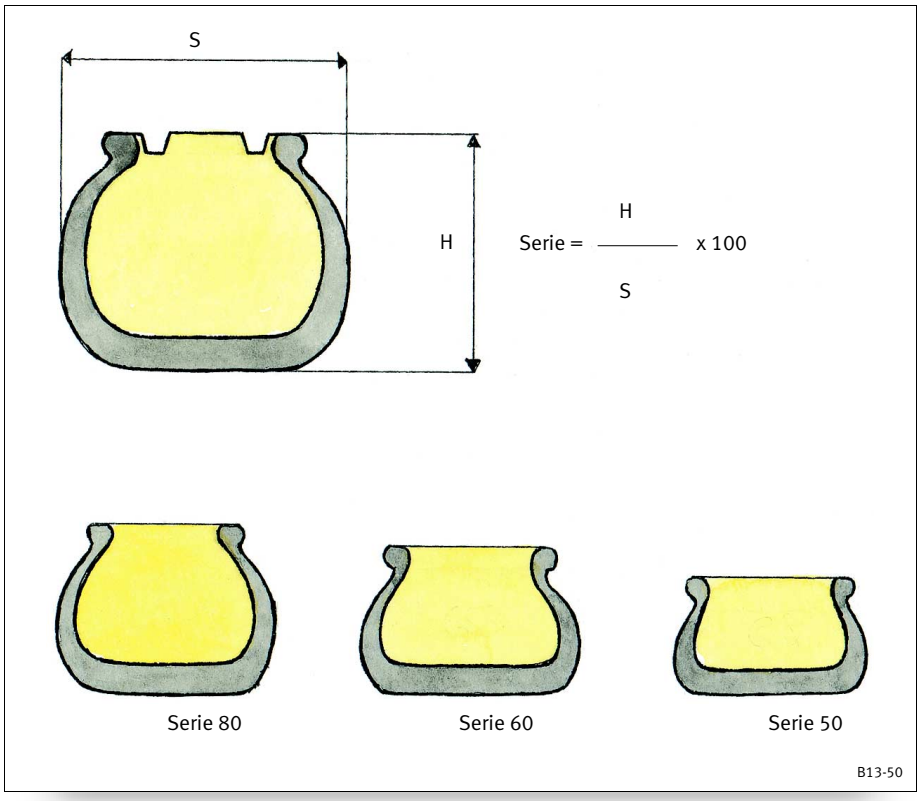
185 / 60 R 14

- Durchmesser

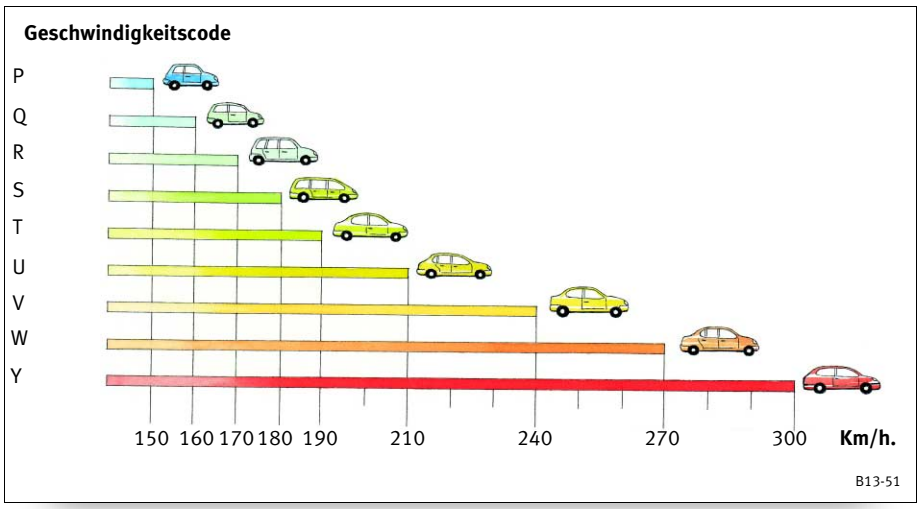
Dieser entspricht dem **Innendurchmesser zwischen den Wülsten** und wird meist in Zoll angegeben. 185 / 60 R **14**

- Serie eines Reifens

Die Serie eines Reifens ist definiert als das Verhältnis zwischen der Höhe (H) und der Querschnittsbreite (S). Die Serie ist hinter der Querschnittsbreite des Reifens angegeben. 185 / **60** R 14.
Wenn dieser Wert bei einem Reifen nicht angegeben ist, gehört er zur Serie 80.
Heute tendiert man zur Herstellung von niedrigeren Serien, 70, 60 oder gar darunter. Bei **geringeren** Werten **sinkt die Drift und steigt die Sicherheit**, doch ist der Fahrkomfort für die Insassen geringer.



Die Serie ist das Verhältnis zwischen Höhe und Querschnittsbreite des Reifens und wird in Prozent ausgedrückt.



Die Höchstgeschwindigkeit, die mit einem Reifen erreicht werden kann, ist durch den Code an der Seitenfläche angegeben.

Eigenschaften

Je nach Fahrzeugtyp, Eigenschaften und Nutzung müssen unterschiedliche Reifen installiert werden. Um den geeigneten Reifen zu wählen, müssen wir auf folgende Eigenschaften achten:

- **Lastindex**

Der Lastindex ist das **Höchstgewicht**, das der Reifen tragen kann, und wird durch die Zahl hinter dem Durchmesser auf der Seitenfläche angegeben.

195 / 60 R 15 **87** V In diesem Fall entspricht die Zahl 87 dem Lastindex. Das Höchstgewicht pro Reifen liegt in diesem Fall bei 545 kg.

- **Geschwindigkeitscode**

Dieser Code gibt die vom Fahrzeug **erreichbare Höchstgeschwindigkeit** an. Dieses Merkmal wird durch einen Buchstaben am Ende der Maßangaben angegeben.

195 / 60 R 15 87 **V**

V bedeutet eine Höchstgeschwindigkeit von 240 km/h.

Niemals darf ein Reifen mit einem unter der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs liegenden Geschwindigkeitscode montiert werden.

Wenn der Reifen die Höchstgeschwindigkeit, für die er hergestellt wurde, überschreitet, kann das zu seiner Zerstörung führen.

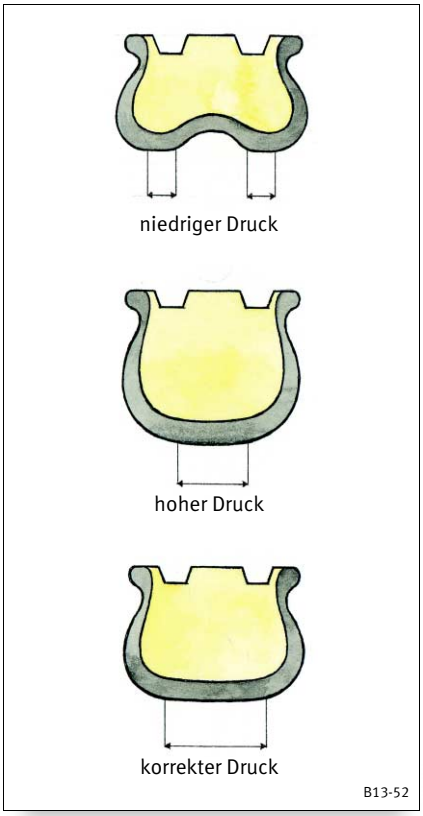
I M D E T A I L

Lastindextabelle

Code	kg	Code	kg	Code	kg
62	265	75	387	88	560
63	272	76	400	89	580
64	280	77	412	90	600
65	290	78	425	91	615
66	300	79	437	92	630
67	307	80	450	93	650
68	315	81	462	94	670
69	325	82	475	95	690
70	335	83	487	96	710
71	345	84	500	97	730
72	355	85	515	98	750
73	365	86	530	99	775
74	375	87	545	100	800

"Die Wartung der Reifen ist nicht nur für die Lebensdauer, sondern auch für ein Höchstmaß an Haftung und Sicherheit wichtig."

Wartung der Reifen



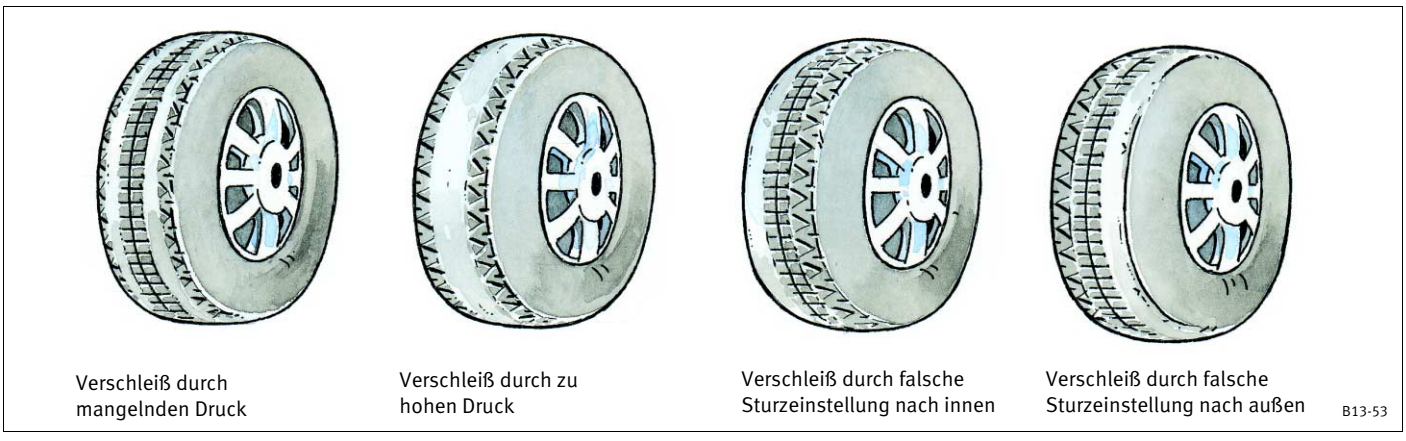
Der richtige Druck gewährleistet eine maximale Kontaktfläche.

Der Reifen ist eins der meistbeanspruchten Elemente des Fahrzeugs, die **Sicherheit** des Fahrzeugs und von dessen **Insassen hängt von seinem Zustand ab**, daher gewährleistet eine korrekte Wartung mehr Fahrsicherheit, mehr Bodenhaftung und eine längere Lebensdauer der Reifen.
Der Reifendruck, die Abnutzung der Lauffläche und die durch Stöße oder Schnitte verursachten Beschädigungen müssen regelmäßig überprüft werden.

Reifendruck

Dies ist einer der Schlüsselparameter für sein Funktionieren. Wenn er nicht den richtigen Druck hat, **verschleißt er schnell**, sowohl bei **zu geringem** als auch bei **zu hohem** Luftdruck.

Zudem verrichtet er dann während seiner Lebensdauer seine Aufgabe nicht korrekt, seine Haftung bleibt unterhalb seiner normalen Werte und der Kraftstoffverbrauch steigt an, wenn der Druck nicht korrekt ist.
Je nach Fahrweise muss der Reifendruck variieren. Um etwa mit hoher Geschwindigkeit oder schwer beladenem Fahrzeug zu fahren, muss er erhöht werden.
Der **Reifendruck** muss immer **kalt überprüft** werden. Wenn der Reifen sich erwärmt, steigt der Druck an, wenn der Druck also unter diesen Umständen verändert wird, wird ein falscher Wert erreicht.



Auswuchtung

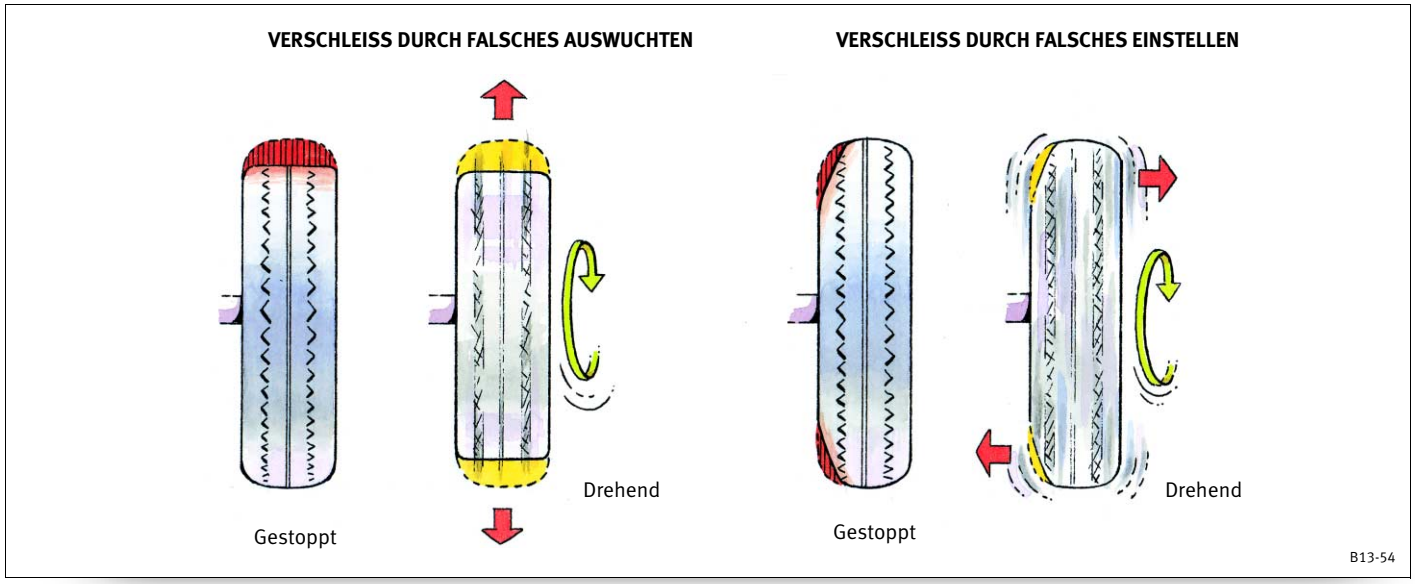
Der Verschleiß der Reifen ist nicht immer gleichförmig, was Gewichtsveränderungen hervorruft. Wenn diese bezüglich der Rotationsachse auf ein und derselben Ebene auftreten, führt das zur so genannten statischen Unwucht. Diese zeigt sich durch vertikale Bewegungen wie die beim Drehen eines exzentrischen Rades.
Wenn diese Veränderungen zur Achse asymmetrisch sind, etwa an den Seitenflächen, tritt die dynamische Unwucht auf, die der Bewegung eines Rades von einer Seite zur anderen entspricht.
Beide Unwuchten können durch Gegengewichte an der Felge ausgeglichen werden, so dass entlang des gesamten Reifens das Gewicht gleich ist.

Lenkungseinstellung

Dass die Räder in den vom Hersteller für die Radaufhängung und die Lenkung festgelegten Maßen bleiben, ist von **höchster Wichtigkeit für die Lebensdauer der Reifen** und ein gutes Fahrverhalten des Fahrzeugs. Die Ausrichtung der Räder muss regelmäßig überprüft werden, denn wenn sie sich nicht innerhalb der korrekten Spezifizierungen befinden, werden die Reifen durch Schleppen rasch verschlissen.

Inaugenscheinnahme

Es ist sehr wichtig, den Verschleißgrad der Lauffläche zu überprüfen, **die Verschleißindikatoren** zeigen an, wann der Reifen **seine Nutzungsgrenze erreicht** hat. Es muss überprüft werden, ob durch Fremdkörper verursachte Schnitte oder Ausbeulungen im Reifen vorhanden sind.



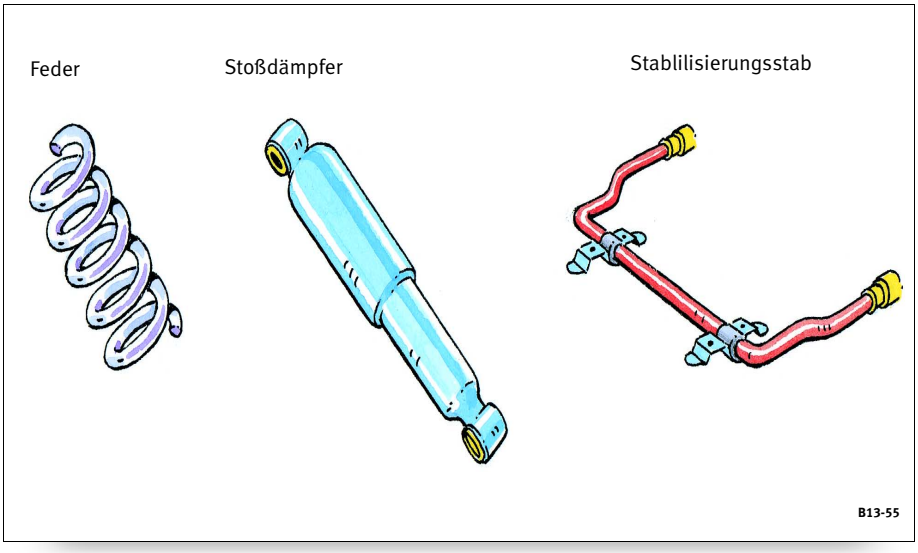
Übungen zur Selbstbewertung

Die folgenden Übungen sollen zur Eigenbeurteilung dienen. Sie können damit feststellen, wie gut Sie dieses Lehrheft verstanden haben.
Bei einigen Fragen kann mehr als eine Antwort richtig sein.
Die Fragen und Aufgaben sind in zwei Gruppen eingeteilt, um den Lernerfolg nach Themen beurteilen zu können. Nach Beendigung des Tests müssen alle richtigen Antworten nach Gruppen addiert werden. Wenn die angegebene Zahl richtiger Antworten nicht überschritten wird, muss das entsprechende Thema wiederholt werden.

1. RADAUFHÄNGUNG

1. Schwingungen sind wiederholte Bewegungen der Karosserie.

- ☐ **A.** Richtig.
- ☐ **B.** Falsch
- ☐ **C.** Es kommt auf die Art der Radaufhängung an.



2. Um eine Radaufhängung zu erhalten, die mehr Gewicht tragen kann, muss Folgendes verändert werden:

- ☐ **A.** Die Federn.
- ☐ **B.** Die Stoßdämpfer.
- ☐ **C.** Die Stabilisatoren.

3. Verbinden Sie mit Pfeilen, was in den beiden Spalten zusammengehört.

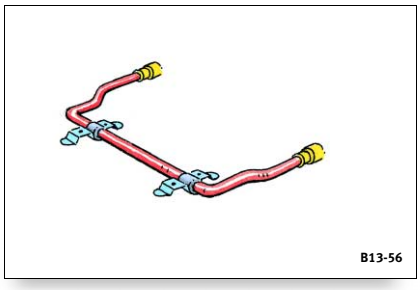
A. Pneumatikblock.	**1.** Modifiziert seine Stärke je nach der Kompression.
B. Starrachse.	**2.** Es besteht keine feste Verbindung zwischen den Rädern einer Achse.
C. Tonnenfeder.	**3.** Verringert die Schwingungen des Fahrzeugs.
D. unabhängige Radaufhängung	**4.** Zum Tragen von Lasten geeignet.
E. Stoßfänger.	**5.** Kontrolle der Fahrzeughöhe.

4. Notieren Sie bei jedem Bild die Funktion der Komponente:

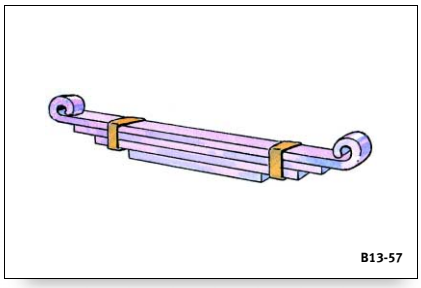
A. Die von der Fahrbahn kommenden Stöße dämpfen.

B. Schwingungen der Karosserie vermeiden.

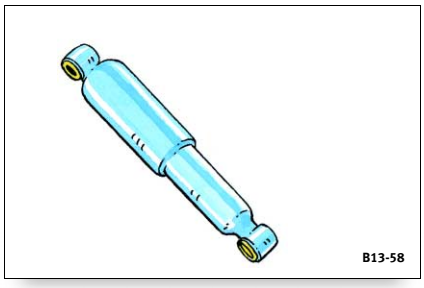
C. Das Schlingern der Karosserie verringern.



1. _____



2. _____



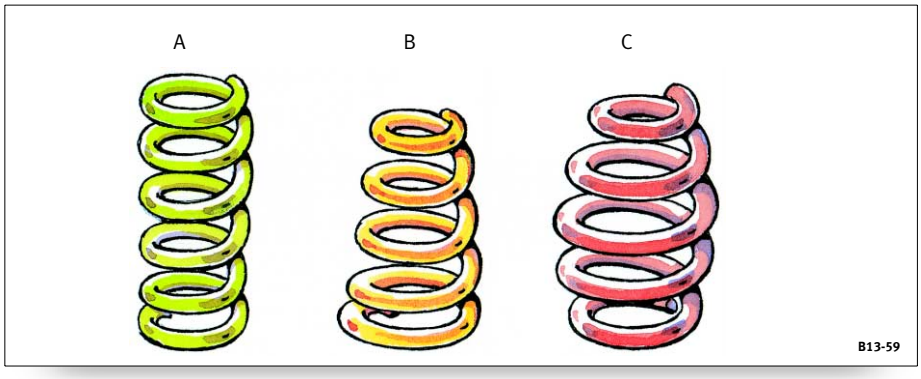
3. _____

5. Geben Sie an, welche der folgenden Federn konstante Spannung aufweist.

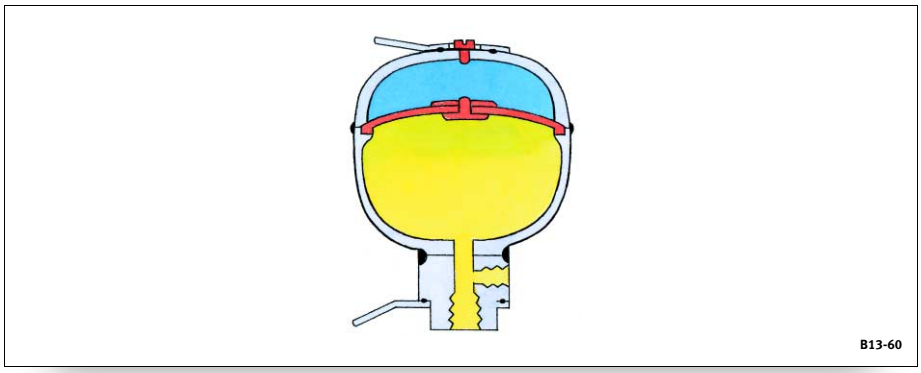
A. ☐

B. ☐

C. ☐

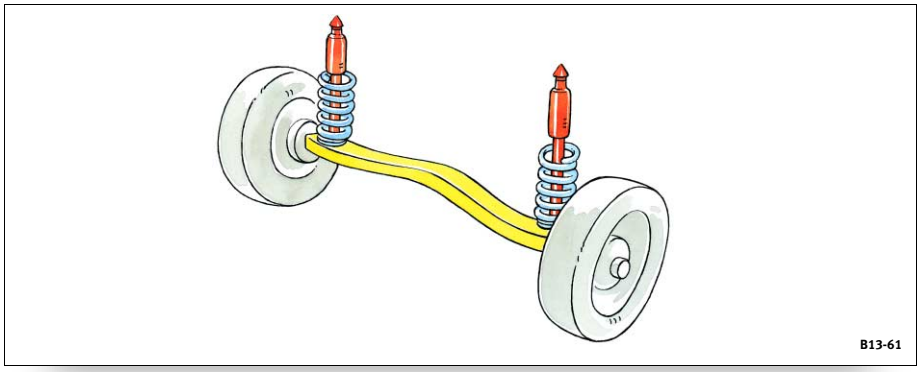


Übungen zur Selbstbewertung



6. Gemäß der Abbildung des Pneumatikblocks ist das Rad des Fahrzeugs in ...

- ☐ **A.** Abwärtsbewegung.
- ☐ **B.** Aufwärtsbewegung.
- ☐ **C.** Ruhe.



7. Welcher Art von Radaufhängungsarchitektur entspricht die Illustration?

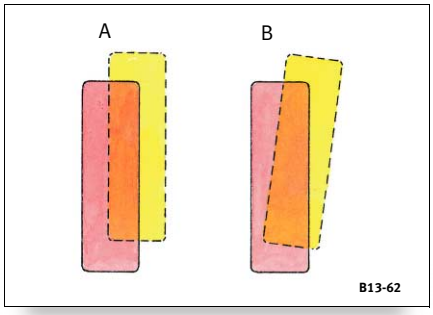
- ☐ **A.** Spezialaufhängung.
- ☐ **B.** Einzelradaufhängung.
- ☐ **C.** Starrachsenaufhängung.

8. Wo befindet sich bei einer aktiven Radaufhängung der Fahrzeugniveausensor?

- ☐ **A.** Beim Pneumatikblock.
- ☐ **B.** Zwischen der Karosserie und einer Komponente, die sich mit den Bewegungen der Radaufhängung mitbewegt.
- ☐ **C.** Zwischen den beweglichen Komponenten der Radaufhängung eines Rades.

9. In welcher der beiden Illustrationen ist die Radbewegung in einer McPherson-Radaufhängung dargestellt?

☐ **A.**
☐ **B.**



ERGEBNIS

Richtige Antworten	
Gesamtzahl der Antworten	9
erforderliche richtige Antworten	5

2º RUEDAS

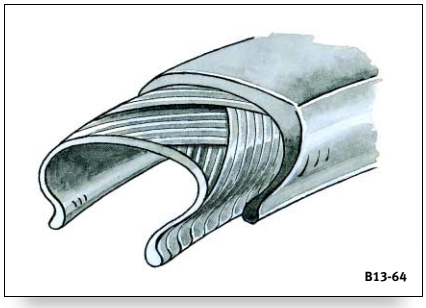
10. Verbinden Sie mit Pfeilen die Teile des Reifens mit ihrem Hauptzweck:

A. Seitenfläche
B. Karkasse.
C. Wulst.

1. lange Lebensdauer
2. Steifigkeit.
3. Stabilität

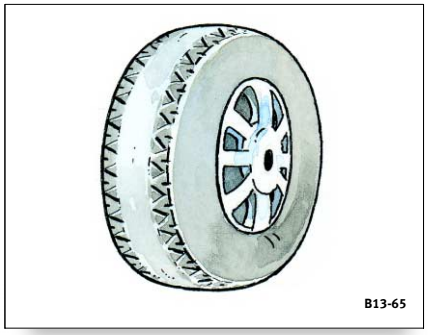
11. Geben Sie an, welcher Reifen eine radiale bzw. diagonale Struktur hat:





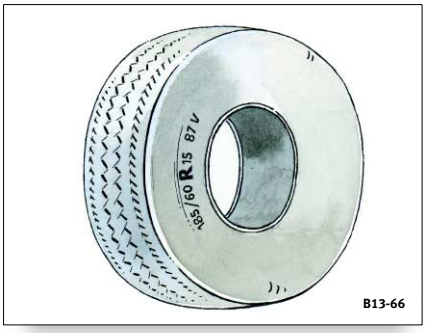
1. _____ 2. _____

Übungen zur Selbstbewertung



12. Wodurch wurde der Verschleiß des abgebildeten Reifens verursacht?

- ☐ **A.** Zu geringer Reifendruck.
- ☐ **B.** Zu hoher Reifendruck.
- ☐ **C.** Schlechte Radauswuchtung.



13. Geben Sie an, welche Abmessungen und Merkmale folgender Reifen hat:

- **A.** Querschnittsbreite. _____
- **B.** Durchmesser. _____
- **C.** Serie. _____
- **D.** Lastindex. _____
- **E.** Zulässige Höchstgeschwindigkeit. _____

14. Welche Vorteile haben schlauchlose Reifen?

- ☐ **A.** Höhere aktive Sicherheit.
- ☐ **B.** Langsamer Druckverlust bei Durchstich.
- ☐ **C.** Rascher Druckverlust bei Durchstich.

ERGEBNIS

Richtige Antworten	
Gesamtzahl der Antworten	5
erforderliche richtige Antworten	3

Lösung:

1: A. **2:** A. **3:** **A:** 5, **B:** 4, **C:** 1, **D:** 2, **E:** 3. **4:** **A:** 2, **B:** 3, **C:** 1. **5:** A. **6:** B. 7: C. **8:** B. **9:** B. **10:** **A:** 3, **B:** 1, **C:** 2. **11:** **1.** radiale Struktur, **2.** diagonale Struktur. **12:** B. **13:** **1**=195, **2**=15, **3**=60, **4**=87, **5**=240 km/h. **14:** A und B.


SEAT
service