

Lenkung

Lehrheft
Grundwissen Nr. 12

SEAT
service

Technischer Stand 07.02. 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: Lenkung
AUTOR: Service Organisation
SEAT S.A. Sdad. Unipersonal. Zona Franca, Calle 2.
Handelsregister Barcelona. Buch 23662, Blatt 1, Seite 56855

1. Auflage

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM: Oktober02
HINTERLEGUNG DES PFLICHTSEXEMPLARS: B-40.162 - 2002
Druckvorbereitung und Druck: GRÁFICAS SYL - Silici, 9-11
Pol. Industrial Famades - 08940 Cornellá - BARCELONA

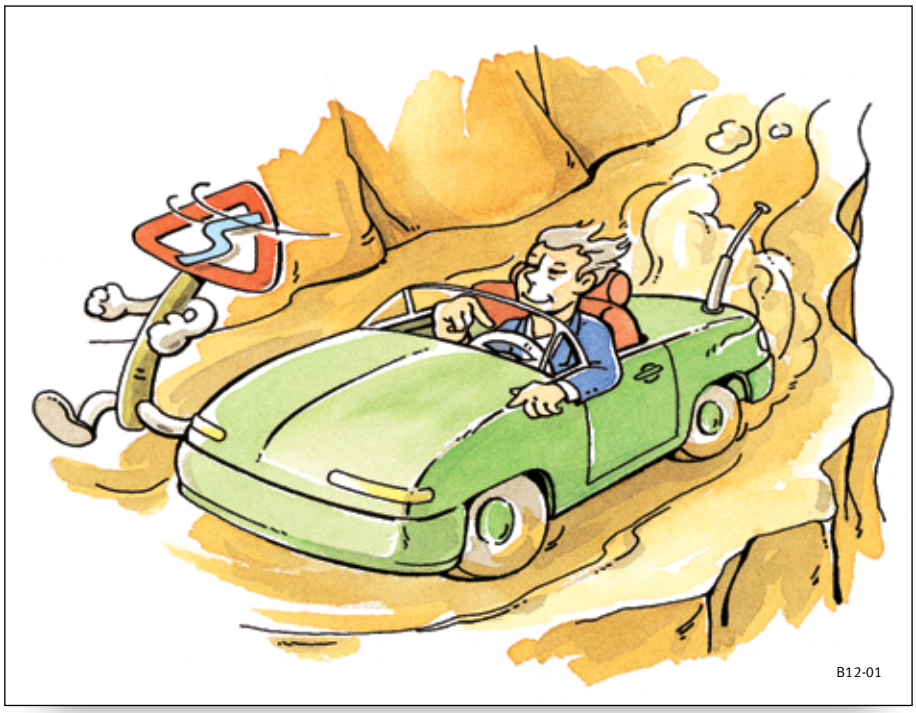
INHALT

Notwendigkeit der Lenkung	4-5
Basiskonfiguration der Lenkung	6-7
Faktoren, die sich auf die Lenkung auswirken	8-9
Erfordernisse der Lenkung	10-11
Spreizwinkel	12-13
Sturzwinkel	14-15
Voreilwinkel	16-17
Spur	18-19
Eingeschlossener Winkel	20-21
Andere Faktoren, die sich auf die Lenkung auswirken	22-23
Systeme und Komponenten der Lenkung	24-25
Mechanische Komponenten: Lenksäule	26-27
Mechanische Komponenten: Zahnstange	28-29
Mechanische Komponenten: Lenkgestänge und Achsschenkel	30-31
Komponenten der Servolenkung: Hydraulikkreislauf	32-33
Komponenten der Servolenkung: Druckpumpe	34-35
Komponenten der Servolenkung: Hydraulikeinheit	36-37
Hydraulische Servolenkungen	38-39
Elektrische Servolenkungen	40-41
Hintere Lenkachse (4WS)	42-43
Störungen der Lenkung	44-45
Ausrichtungsvorrichtungen	46-47
Übungen zur Selbstbewertung	48-53

"Mit Hilfe der Lenkung kann der Fahrer das Fahrzeug effizient
und ohne großen Kraftaufwand lenken
und zugleich vermittelt sie ihm das Gefühl, Kontakt zur Fahrbahn zu haben".

Notwendigkeit der Lenkung

Die leichte Handhabung der Lenkung verbessert die Fahrstabilität und erhält zugleich den vom Fahrer gewünschten Fahrweg aufrecht.



Die Lenkung hat den **Zweck**, sicherzustellen, dass das Fahrzeug dem vom Fahrer gewünschten **Weg** folgt, und zwar sowohl in der Geraden als auch in Kurven und in jeglicher Fahrsituation (Beschleunigung, Bremsung, Seitenwind usw.).
Die Lenkung **beeinflusst** die **Fahrstabilität** eines Fahrzeugs, da sie dafür sorgt, dass kein Rad von den anderen mitgezogen wird. Dies wird dank der Lenkungsgeometrie und der charakteristischen Abmessungen jedes Rades erreicht.
Die direkten Folgen einer guten Fahrstabilität sind erhöhter Komfort und erhöhte Sicherheit.

Eigenschaften der Lenkung

Die Lenkung eines Fahrzeugs muss leicht und sicher handhabbar sein, und die gelenkten Räder müssen dazu tendieren, nach einer Kurvenfahrt zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Erschütterungen und Unregelmäßigkeiten im Straßenbelag dürfen sich nicht auf das Lenkrad übertragen, doch der Fahrer darf nicht das Gefühl verlieren, Kontakt zur Fahrbahn zu haben.
Folgendermaßen muss eine Lenkung

sein:

- Sicher.
- Leichtgängig.
- Präzise.
- Nicht umkehrbar.

Sicher

Sie muss ein hohes Niveau an **aktiver Sicherheit** (leichte Handhabung) und **passiver** Sicherheit (Verlässlichkeit und Robustheit der Komponenten sowie Schutz des Fahrers im Fall eines Frontalcrashs) aufweisen.

Leichtgängig

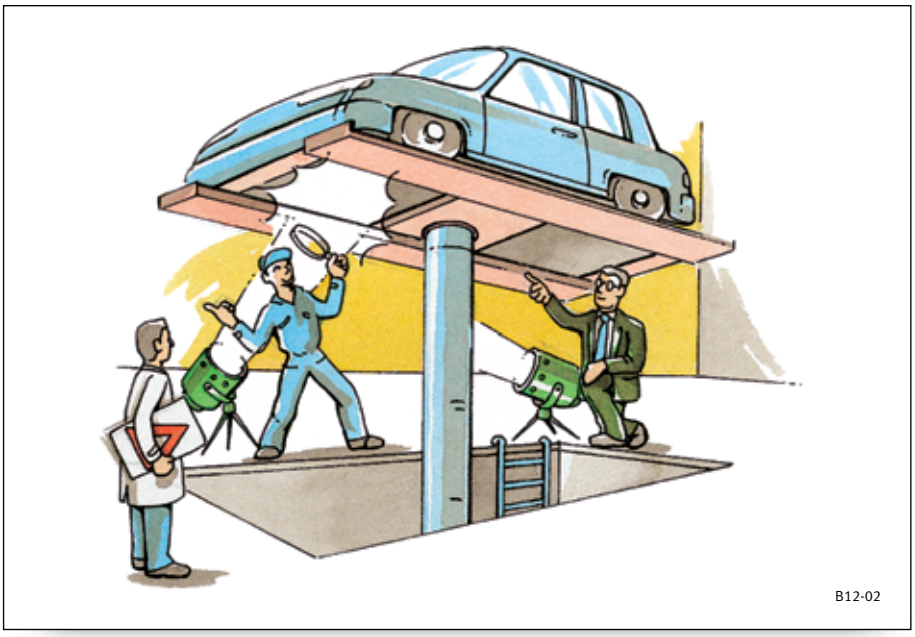
Dies wird durch eine **korrekte Geometrie** der Lenkung sowohl zum Ausrichten der Räder als auch zu deren Rückstellung in die Ausgangsposition erreicht. Zur leichten Handhabung tragen auch Reifen bei, die in gutem Zustand sind und den richtigen Druck aufweisen.

Präzise

Es handelt sich um eine Kombination aus dem **Kraftaufwand**, den der Fahrer am Lenkrad unternimmt, um die Räder **auszurichten** und der Fähigkeit der Lenkung, dem Fahrer das **Gefühl** des Kontakts zur Fahrbahn zu **vermitteln**.
Hierfür darf die Untersetzung weder zu groß sein (der Fahrer unterschätzt die Lenkung) noch zu klein (das Lenken ermüdet und es kommt zu einem Präzisionsverlust).

Nicht umkehrbar

Dies bezieht sich auf die Eigenschaft, **Schwankungen**, Vibrationen und die plötzlichen Krafteinwirkungen, denen die Räder beim Fahren unterworfen sind, **nicht** auf das Lenkrad zu **übertragen**.



Die Lenkung eines Fahrzeugs muss verlässlich, leichtgängig und präzise sein und darf keine Schwingungen übertragen.

IM DETAIL

Entwicklung der Lenkung

Die Lenkung der ersten Kraftfahrzeuge war sehr einfach konzipiert, denn zur Ausrichtung der Räder wurde die gesamte Vorderachse bewegt, wie es auch bei Pferdewagen üblich war.
Von dieser Technik kam man aufgrund der Instabilität der Fahrzeuge in Kurven bald ab. Man ging dazu über, das Rad und nicht mehr die ganze Achse zu drehen.
Mit der Lenkung entwickelten sich auch die Räder weiter. Um die Ausrichtung der gelenkten Räder zu erleichtern, wurden die schweren Räder mit großem Durchmesser durch kleinere, leichtere ersetzt.
Es kamen Gummireifen und Felgen mit raffinierten Formen auf.
Mit der Zunahme der Leistungen eines Fahrzeugs war auch eine größere Stabilität erforderlich, so dass damals begonnen wurden, die Räder mit verschiedenen Winkeln anzubringen.
Um dem Fahrer die Ausrichtung der Räder zu erleichtern, wurden Untersetzungsmechanismen und, in jüngerer Zeit, zahlreiche Typen von Servolenkungen eingeführt.

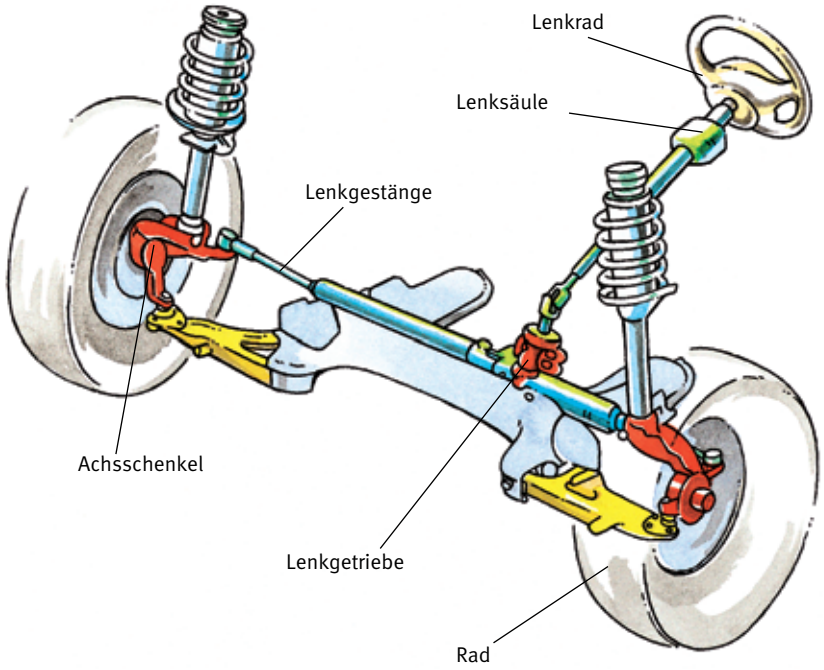
"Das Verhalten und die Eigenschaften einer Lenkung hängen von deren Bestandteilen und von der Konfiguration im Fahrzeug ab".

Basiskonfiguration der Lenkung

IM DETAIL

Untersetzungsverhältnis
Dieses hat die Aufgabe, den Kraftaufwand zur Ausrichtung der Räder zu verringern. Dies allerdings, ohne zu sehr an Präzision zu verlieren, was mit einer direkteren Übertragung erreicht wird.
Das Untersetzungsverhältnis ist der ***Quotient*** *aus dem* ***Drehwinkel des Lenkrads*** *und dem bei* ***der Ausrichtung des*** *Rades* ***erhaltenen Winkel****.*
Wenn durch eine ganze Umdrehung des Lenkrads [360º] ein Radeinschlag von 20º erreicht wird, liegt die Untersetzung bei 360/20 oder, was das gleiche ist, bei 18:1 Die Untersetzung variiert je nach den Eigenschaften des Fahrzeugs zwischen 12:1 und 24:1.
Je größer das Untersetzungsverhältnis ist, desto geringer ist der erforderliche Kraftaufwand am Lenkrad, desto mehr muss das Lenkrad gedreht werden, desto geringer ist die Präzision und desto langsamer ist die Drehung. Und für ein geringeres Untersetzungsverhältnis gilt das Umgekehrte.

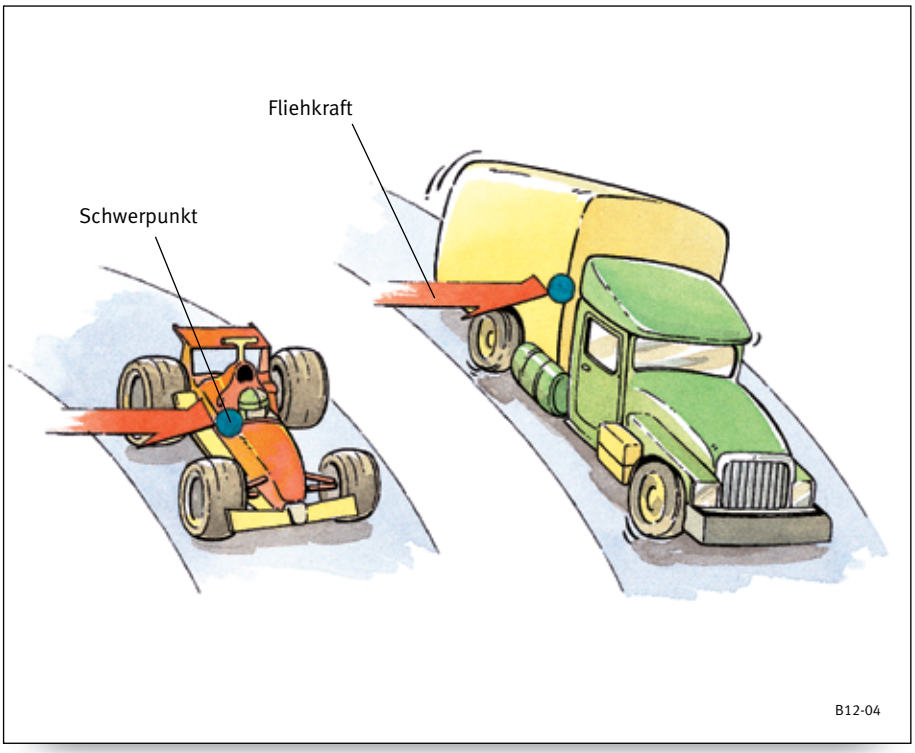
GRUNDLEGENDE MECHANIKEN EINER LENKUNG



Elementare Zusammensetzung einer Lenkung

Gegenwärtig kann ein Lenksystem ein sehr komplexer Mechanismus mit hydraulischen oder elektronischen Bestandteilen sein, doch immer hat es folgende Bestandteile:
Ein **Lenkrad**, auf das der Fahrer die Kraft zum Ausrichten der Räder ausübt. Zugleich vermittelt das Lenkrad dem Fahrer das Gefühl, Kontakt zur Fahrbahn zu haben.
Eine **Lenksäule** überträgt die vom Fahrer ausgeübte Kraft auf das Lenkgetriebe.

Das **Lenkgetriebe** übernimmt die Funktion, den Kraftaufwand des Fahrers zu untersetzen und die Drehbewegung des Lenkrads in eine Schwenkbewegung umzusetzen, um sie auf das Lenkgestänge zu übertragen.
Das **Lenkgestänge** besteht aus eine Reihe von Stangen und Streben, mittels derer die Achsschenkel ausgerichtet werden.
Und der **Achsschenkel** schließlich ist die Achse, auf der das Rad dreht. Der Achsschenkel dreht seinerseits auf dem Achszapfen.



Geometrische Faktoren

Es gibt noch andere Aspekte, die eigentlich nicht zur Lenkung gehören, aber für diese bestimmend sind, da sie die Fahrstabilität des Fahrzeugs beeinflussen.
Ein Beispiel hierfür ist die Tendenz, das Fahrzeug mit der größtmöglichen **Spurweite** und ebensolchem **Achsabstand** zu versehen. Ein komplexerer Faktor ist der **Schwerpunkt.**
Dieser ist ein fiktiver Punkt, auf den sich rechnerisch alle Beschleunigungen, Kräfte und Momente konzentrieren, die auf das Fahrzeug einwirken.

Wenn der Schwerpunkt hoch liegt, erhöht sich in Kurven das Überschlagsrisiko.
Wenn er weit vorne liegt, tendiert das Fahrzeug zum Übersteuern, liegt er weit hinten, zum Untersteuern. Das heißt, die Lage des Schwerpunkts beeinflusst das Verhalten (Lenkung, Bremsung usw.) des Fahrzeugs, und seine Position variiert je nach der Gewichtsverteilung.

Hinweis: *Die physikalischen Größen, die auf die Lenkung einwirken, finden Sie im Multimedia Nr. 7 "Fahrdynamik 1".*

IM DETAIL

Verhaltensweisen des Fahrzeugs:

Neutral

Als neutral wird ein Fahrzeug betrachtet, das jederzeit seinem durch die gelenkten Räder definierten Weg folgt.

Übersteuernd

Ein Fahrzeug übersteuert, wenn es unter Einwirkung einer äußeren Kraft dazu neigt, eine ***Kurve enger*** *zu fahren, als es von den gelenkten Rädern vorgegeben ist.*
Ein übersteuerndes Fahrzeug reagiert sensibler auf seitliche Kräfte (Wind, ...)

Untersteuernd

Dieses Fahrzeug tendiert dazu, die Kurve ***flacher*** *zu fahren, als es durch die gelenkten Räder vorgegeben ist. Bei diesen Fahrzeugen wird die Schleudergrenze zuerst von den Vorderrädern erreicht.*
Von der Sicherheit her ist ein neutrales oder leicht untersteuerndes Fahrzeug vorzuziehen.

"Während des Fahrens unterliegt der Fahrweg zahlreichen Variationen,
die sowohl vom Fahrzeug selbst als auch von äußeren Kräften verursacht werden".

Faktoren, die sich auf die Lenkung auswirken

Die Lenkung reagiert in ihrem Verhalten sehr sensibel auf die Fahrbedingungen und auf den Einfluss anderer Systeme, unter denen folgende hervorstechen:

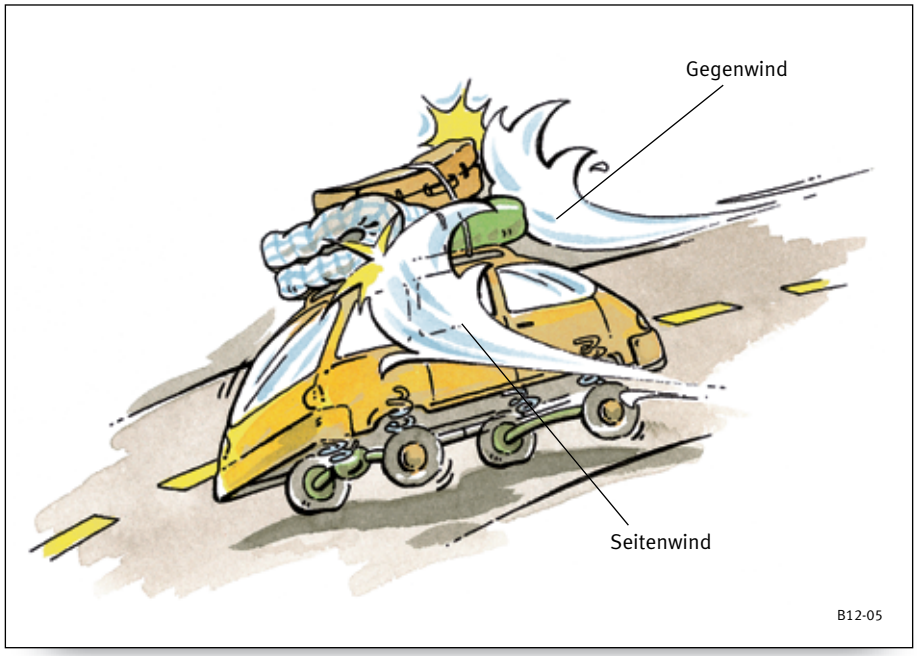
Die Form der Karosserie

Ein Zusammenspiel der **Konstruktion** (Fahrgastraum, Ladeflächen usw.) mit dem **Verhalten** bei **Gegenwind** , der das Vorwärtskommen erschwert, und **Seitenwind**, der die Fahrstabilität beeinträchtigt.

Die Gewichtsverteilung

Sie wirkt sich auf die **Stabilität** aus, denn je höher das Ladegewicht, desto größer die Fliehkraft in Kurven und demzufolge die Tendenz, aus der Kurve getragen zu werden. Das heißt, die Veränderung sowohl der Last als auch deren Verteilung **bestimmt** das **Verhalten** des Fahrzeugs, das: **neutral**, **untersteuernd** oder **übersteuernd** sein kann.
Zudem wird während der Konstruktion das **Gewicht** festgelegt, das auf der **Vorderachse** lastet, um das Untersetzungsgetriebe bzw. die Servolenkung zu berechnen.

Die Gewichtsverteilung im Fahrzeug wirkt sich auf die Fahrstabilität aus.



Die Aufhängung

Diese **absorbiert** nicht nur die **Vibrationen** und seitlichen **Schwingungen** der Karosserie sondern ermöglicht auch, dass die **Räder** ihre **ideale Position** auf der Fahrbahn behalten, um die maximale Lenkbarkeit in jeder Situation zu gewährleisten.
Diese Eigenschaft wird beim Vergleich von Pkws mit Fahrzeugen ohne Aufhängung (Traktoren, Baufahrzeuge usw.) deutlich erkennbar.

Die Wirkung der Bremsen

Beim Bremsen treten an den Rädern Kräfte auf, die sehr hohe **Momente hervorrufen**, die dazu tendieren, das Fahrzeug von seinem Weg abzubringen. Würden sie nicht berücksichtigt, käme es zu einer Veränderung der Radstellung, die zu Instabilität und der daraus resultierenden Gefahr führen würde.

Systeme wie ABS, ESP oder Bremsdruckregelung haben hier einen positiven Einfluss.

Antriebsart

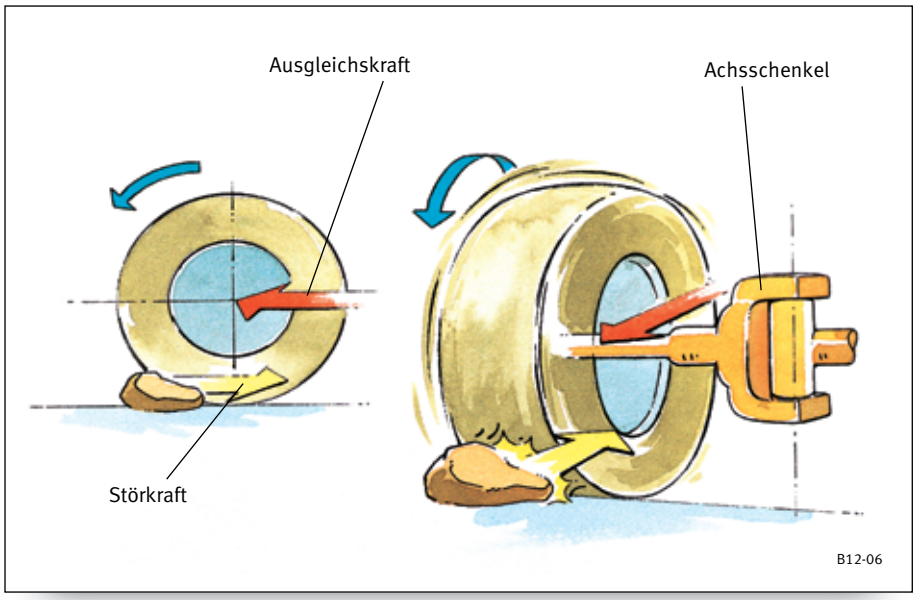
Im Allgemeinen ist ein Fahrzeug, dessen gelenkte Räder auch die Antriebsräder sind, stabiler; das liegt daran, dass in diesem Fall der **Antrieb** in den Kurven **dieselbe Ausrichtung** hat wie die gelenkten Räder.
So wird die Tendenz zum Übersteuern vermieden, die für Fahrzeuge mit Hinterradantrieb charakteristisch ist.

Die Räder

Die ungleichmäßige Abnutzung der Reifen, der Verlust einer Ausgleichsmasse oder eine schlechte Ausrichtung können ein (statisches oder dynamisches) **Ungleichgewicht**
Zudem kann die Verwendung von **Felgen** und **Reifen**, deren Abmessungen von den durch den Hersteller zugelassenen Werten abweichen, zu einer Veränderung des Lenkverhaltens führen.

Der Achszapfen des Rades

Auf das Rad wirkt immer eine **Störkraft** ein, was die Folge der Reibung zwischen Rad und Fahrbahn ist.
Diese Kraft generiert ein **Widerstandsmoment**, das dazu tendiert, die Position der Räder beim Fahren zu verändern. Dieses Moment ist proportional zur Länge des Hebelarms.
Lenkungsgeometrie und Lenkungsmechanismus müssen ein **Ausgleichsmoment** am Achszapfen bieten, um das Widerstandsmoment auszugleichen und so eine sichere, leichtgängige, präzise und nicht umkehrbare Lenkung zu gewährleisten.



Um das Rad gerade zu halten, muss der Lenkungsmechanismus dem Achsschenkel eine Kraft zuführen, die derjenigen gleich ist, die sich dem Vorankommen widersetzt, sowie eine größere Kraft, um die Räder in jegliche Richtung einzuschlagen.

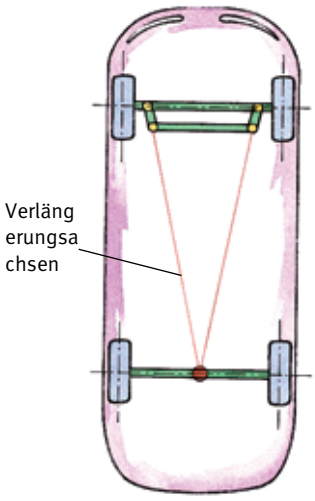
Äußere Faktoren

Andere Faktoren wie **Seitenwind**, das Fahren mit **Anhänger** oder **Dachgepäckträger** beeinflussen ständig den Fahrweg des Fahrzeugs und erfordern ständige Korrekturen durch den Fahrer.

Eine Lenkung ist effizient, wenn die Räder in Kurven konzentrisch und in Geraden parallel sind und wenn die Wirkung der Reifendeformation neutralisiert wird".

Erfordernisse der Lenkung

ACKERMANN-TRAPEZ IN DER GERADEN



Beim Fahren in der Geraden müssen die Räder zueinander parallel bleiben, um die Fahrstabilität aufrechtzuerhalten.

Die Stabilität der Lenkung wird erreicht, indem jedem Fahrzeug seine eigene Geometrie und Drift zugeordnet wird.

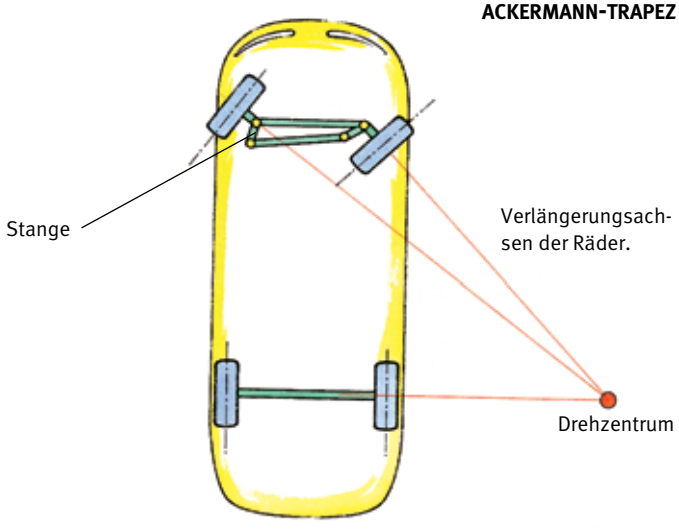
Geometrie der Lenkung

Diese strebt an, dass die Räder zwei Bedingungen erfüllen: Das Erreichen eines einzigen Rotationszentrums bei Kurvenfahrt und Aufrechterhaltung der Ausrichtung während der Fahrt.

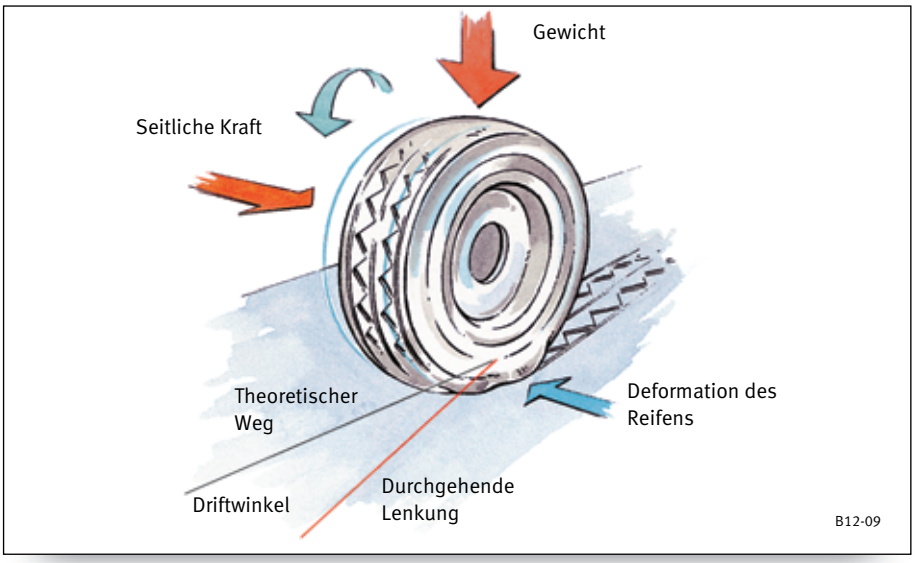
Rotationszentrum bei Kurvenfahrt.

Die Konzentrizität aller Räder in den Kurven verhindert, dass eines davon mitgeschleppt wird.
Die technische Lösung ist das "**Lenkungs-**" oder "**Ackermann-Trapez**", mit dem erreicht wird, dass jedes gelenkte Rad in einem anderen Winkel als das andere dreht und so eine unterschiedliche Entfernung zurücklegt.
Hierfür werden die Stangen so geneigt, dass ihre Verlängerunsachsen, wenn das Fahrzeug **geradeaus** fährt, mit dem Zentrum der Hinterachse übereinstimmen. Und dass bei **Kurvenfahrt** der Schnittpunkt der Achsen der gelenkten Räder sich an der Verlängerung der Hinterachse befindet.
Hierfür muss das Verhalten der Hinterachse berücksichtigt werden, das drei Varianten aufweist:
Neutral: Keine Positionsveränderung beim Fahren.
Selbstlenkend: Die Fliehkraft des Fahrzeugs in den Kurven und das daraus folgende Schlingern wird genutzt, um eine Selbstlenkung der Hinterachse zu erreichen und so die die Lenkung) noch zu klein (das Lenken ermüdet und es kommt zu einem Präzisionsverlust).
Nicht umkehrbar
Dies bezieht sich auf die Eigenschaft, **Schwankungen**, Vibrationen und die plötzlichen Krafteinwirkungen, denen die Räder beim Fahren unterworfen sind, **nicht** auf das Lenkrad zu **übertragen**.

ACKERMANN-TRAPEZ IN DER KURVE



Das Lenkungs- oder Ackermann-Trapez ist die geometrische Voraussetzung, die sicherstellt, dass die Räder in den Kurven um dasselbe Zentrum drehen.



Ausrichtung der Räder

Alle Räder des Fahrzeugs werden mit **charakteristischen Winkeln** (Spreizung, Sturz, Voreilwinkel und Spur) versehen, um die Kräfte und generierten Momente (Antrieb, Gewicht, Fliehkraft usw.) auszugleichen, die dazu neigen, die Ausrichtung der Räder zu verändern, wenn das Fahrzeug fährt.
So wird die korrekte Positionierung des Reifens auf der Fahrbahn erreicht, um eine **maximale Haftung** zu gewährleisten, und zugleich wird die **Parallelität** der Räder beim Fahren **in** der **Geraden** und ihre **Konzentrizität** **in** den **Kurven** aufrechterhalten.

Driftwinkel

Dieser entsteht, wenn eine seitliche Kraft auftritt, die die **Reifen elastisch** und **seitlich deformiert** und das Fahrzeug (Driftwinkel) von dem vom Fahrer vorgegebenen Fahrweg abkommen lässt.

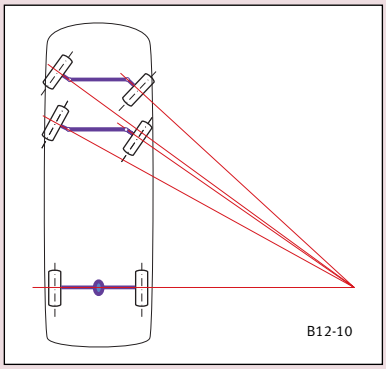
Er ist in **Kurven**ausgeprägter, tritt aber auch in der **Geraden** auf. Und er ist bei den Vorderrädern meist anders als bei den Hinterrädern.
Der Driftwinkel **steigt** proportional zum Gewicht oder zum geringem Reifendruck. Und er **sinkt** mit abnehmendem Profil, größerem Querschnitt oder höherem Druck in den Reifen.

IM DETAIL

Wenn die Fahrzeuge mehr als zwei Achsen haben, führen folgende Kriterien dazu, dass alle Räder konzentrisch drehen.

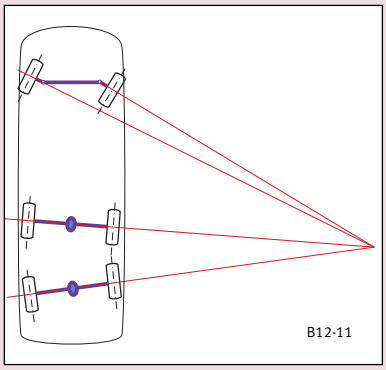
Zwei Vorderachsen

Jedes der gelenkten Räder dreht in einem spezifischen Winkel, um zu erreichen, dass alle sich um dasselbe Zentrum drehen.



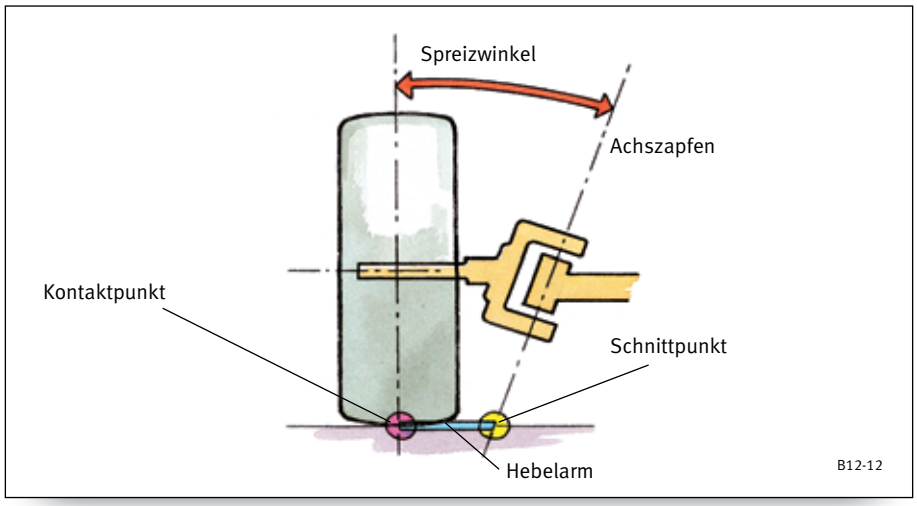
Zwei Hinterachsen

Erfordern eine spezifische Konstruktion der Aufhängungen, um einen gewissen Grad an Selbstlenkung einer oder beider Hinterachsen zu erreichen.



"Die Neigung des Achszapfens des Achsschenkels
verleiht der Lenkung Leichtgängigkeit und erleichtert die Rückstellung der Räder
in die Position der Geraden".

SPREIZWINKEL



Die Neigung des Achszapfens des Achsschenkels bezüglich der Vertikalen der Fahrbahn bestimmt den Spreizwinkel des Rades.

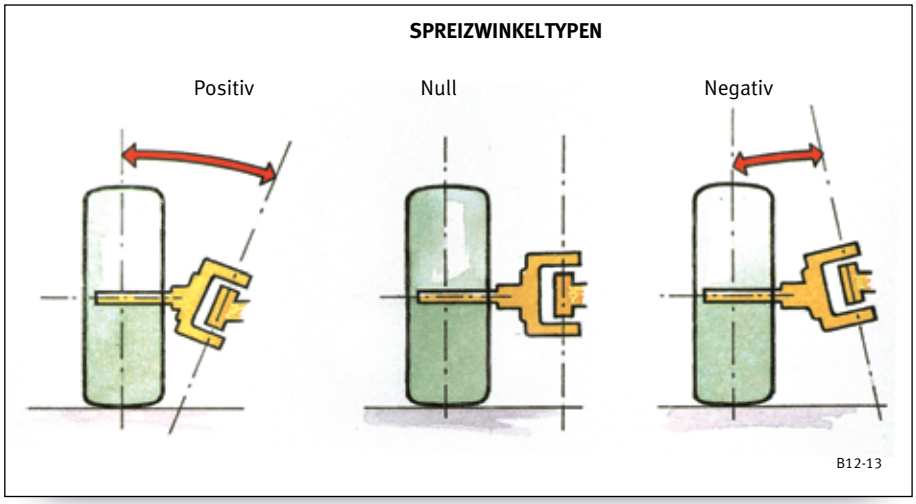
Hauptaufgabe ist es, **die Lenkung leichtgängig zu machen**, um den Kraftaufwand des Fahrers beim Ausrichten der gelenkten Räder zu verringern und, in geringerem Maße, die **Rückkehr**der Räder in ihre Ausgangsposition zu erleichtern.

Definition

Es ist der Winkel, der vom **Achszapfen des Rades** und der **vertikalen Achse** gebildet wird, die durch das Auflagezentrum des Rades geht.
Die **Einheit** zur Messung des Spreizwinkels ist der **Grad**.
Bei den meisten SEAT-Fahrzeugen kann er nicht korrigiert werden. Anomalien sind normalerweise auf eine Deformation der Aufhängungselemente zurückzuführen, was den Ersatz von Teilen oder, sofern möglich, deren Justierung erforderlich macht.

Typen

Sie werden nach ihrem numerischen Wert eingeteilt (**positiv**, **Null** oder **negativ**). Ihr Einfluss auf das Fahrzeug hängt von der Position des **Schnittpunkts** des Achszapfens des Rades mit der Fahrbahn ab, da dieser Punkt und der **Kontaktpunkt** des Rades zur Fahrbahn einen Abstand



Man unterscheidet drei Typen von Spreizwinkeln je nach Neigung des Achszapfens des Achsschenkels: positiv, Null und negativ.

definieren, der als **Hebelarm** oder Drehradius bezeichnet wird.

Einfluss auf das Fahrzeug

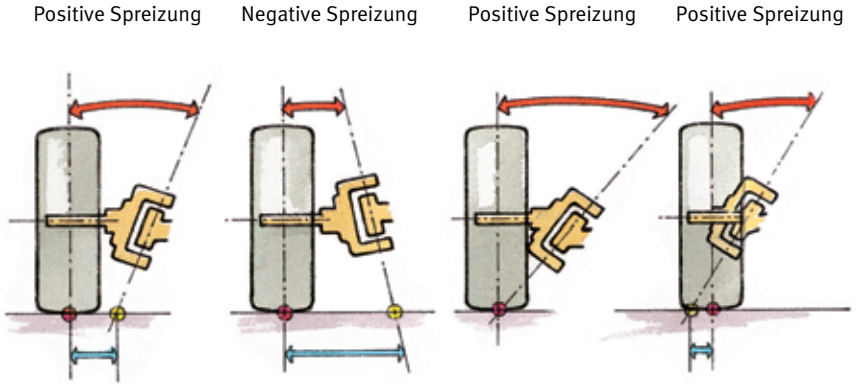
Auf den Achszapfen wird ein **Kraftmoment** ausgeübt, das sowohl von der auf das Rad angewendeten Kraft als auch von der Länge des Hebelarms abhängt.
Dieses Moment beeinflusst die Lenkung durch die Erleichterung der Ausrichtung der Räder durch den Fahrer und die Erschwerung zufälliger Drehungen durch Störkräfte (Schlaglöcher, Steine usw.).
Man beachte, dass je nach Spreizwinkel die Länge des **Hebelarms**variiert.

Positiver Hebelarm

Der **Schnittpunkt** fällt auf die **Innenseite** des Rades.
Dieser ist der **günstigste**, er ruft ein kleines Widerstandsmoment hervor, das die Räder **zwingt**, **weiter** in der **Geraden** zu verbleiben.
Er verbessert die Stabilität durch Absorbieren der Unregelmäßigkeiten in der Fahrbahn und verhindert, dass die Lenkung sich von alleine bewegt.

Hebelarm Null

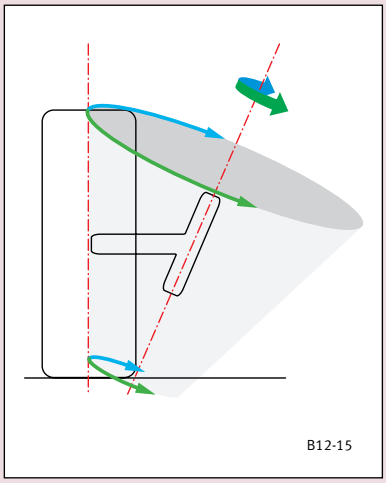
Dieser tritt auf, wenn der **Schnittpunkt** mit dem **Kontaktpunkt übereinstimmt** .
Da kein Kraftmoment existiert, kann sich die Lenkung bei Unregelmäßigkeiten im Straßenbelag von selbst bewegen.



IM DETAIL

Die Aufhängung und der Spreizwinkel

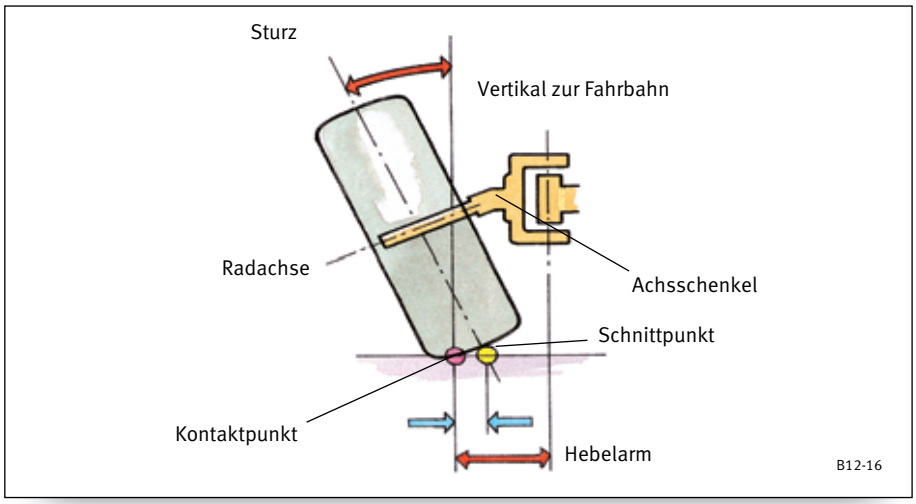
Der Spreizwinkel, auch als Sturzwinkel des Zapfens des Achsschenkels bezeichnet, erleichtert die Rückstellung der Lenkung, denn wenn das Rad in Richtung der Innenseite des Fahrzeugs dreht, bedeutet dies, dass das Rad gewissermaßen versucht, in die Fahrbahn einzudringen. Da dies jedoch nicht geschieht, wird die Aufhängung komprimiert. Wenn keine Kraft (Moment) mehr auf das Lenkrad ausgeübt wird, kehrt das Rad in seine ursprüngliche Position, die Gleichgewichtsposition der Lenkung, zurück.



Die Länge und das Vorzeichen des Hebelarms sind die physikalischen Gründe, die den Kraftaufwand bestimmen, der für das Einschlagen der Räder erforderlich ist.

"Durch eine leichte Neigung der Achsschenkel der Räder
wird dem Fahrer das Einschlagen der Räder
erleichtert, und die Achsschenkel werden weniger stark belastet".

Sturz



Die Neigung des Rades bezüglich der Vertikalen zur Fahrbahn bildet den Sturzwinkel des Rades.

Der Sturz **erleichtert das Drehen** der Lenkung, da er den **Rädern** eine **Neigung** gibt und zugleich die Last an der Befestigung des Achsschenkels reduziert.

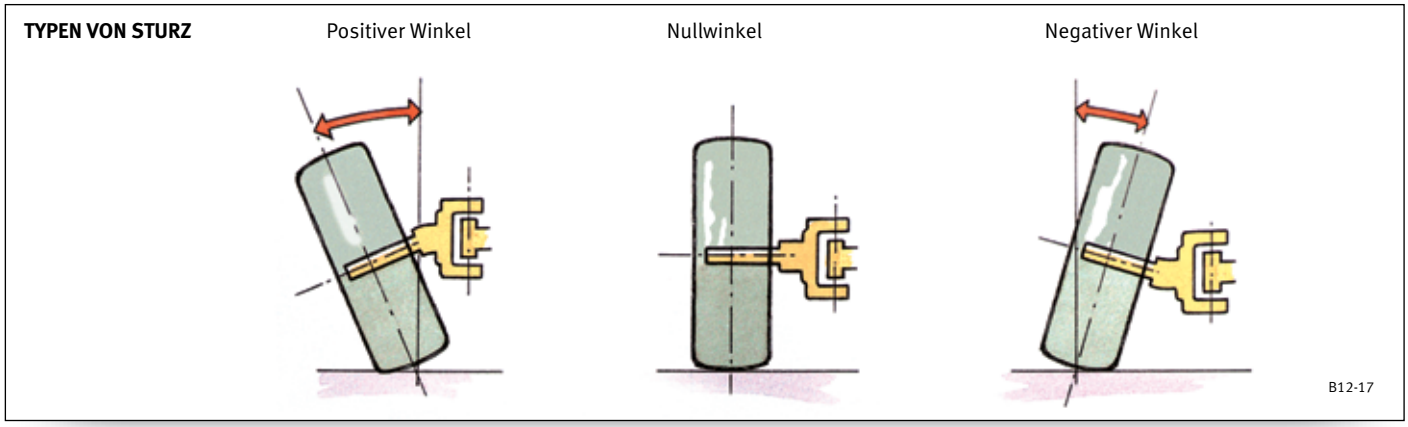
Definition

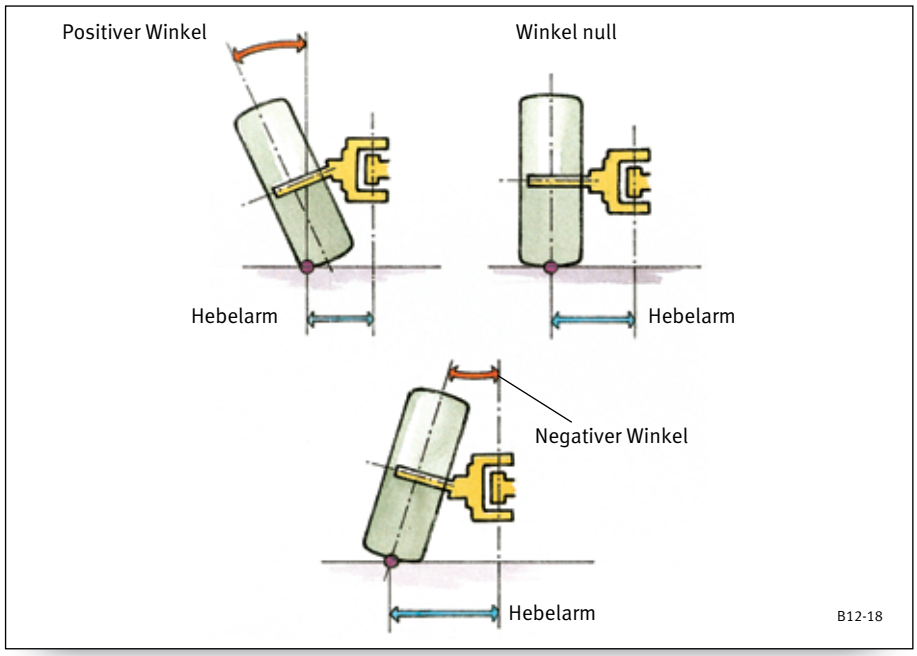
Er ist der Winkel zwischen der Vertikalachse des Rades und der Achse, die quer zur Fahrbahn verläuft.
Er wird erreicht, indem die Achse des **Achsschenkels** bezüglich der Horizontalen **geneigt** wird.
Die Werte des Sturzes werden immer in **Grad** gemessen.
Bei den meisten SEAT-Fahrzeugen kann er korrigiert werden. Bisweilen liegt der Grund einer Fehleinstellung in der Deformation der Radachse oder von Elementen der Aufhängung.

Typen

Die Neigung des Achsschenkels wird in drei Typen aufgeteilt: **positiv**, **null** und **negativ**.

Je nach Neigung des Rades bezüglich des Unterbodens kann der Sturzwinkel positiv, null oder negativ sein.





Einfluss auf das Fahrzeug

Er ermöglicht ein Variieren der Länge des Hebelarms, ohne den Sturzwinkel übermäßig zu verändern und erleichtert bzw. erschwert somit das Drehen der Räder.

Winkel null

Er schafft eine Lenkung, die einen **höheren Kraftaufwand** erfordert, da die Länge des Hebelarms groß ist, so dass die Halterung der **Achszapfen** die **Gesamtheit** der vertikalen **Lasten** tragen muss.

Positiver Winkel

Er verringert die Last auf den Halterungen des Achsschenkels und die Länge des Hebelarms und **erleichtert** das Drehen. Gegenwärtig ist der Wert positiv, aber sehr nahe bei null. Er wird neutralisiert, wenn die Aufhängung komprimiert wird, wodurch eine **bessere Haftung** des Rades in Kurven und eine gleichmäßige Abnutzung der Reifen erreicht wird.

Negativer Winkel

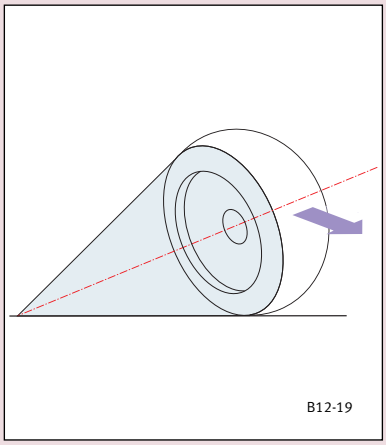
Er bietet bessere Haftung in Kurven, doch die Handhabung der Lenkung erfordert einen **größeren Kraftaufwand** und erhöht die Unregelmäßigkeit der Reifenabnutzung, da der Abstand des Hebelarms erhöht wird.

Die Größe des Sturzwinkels hat großen Einfluss auf das zum Einschlagen der gelenkten Räder erforderliche Moment.

IM DETAIL

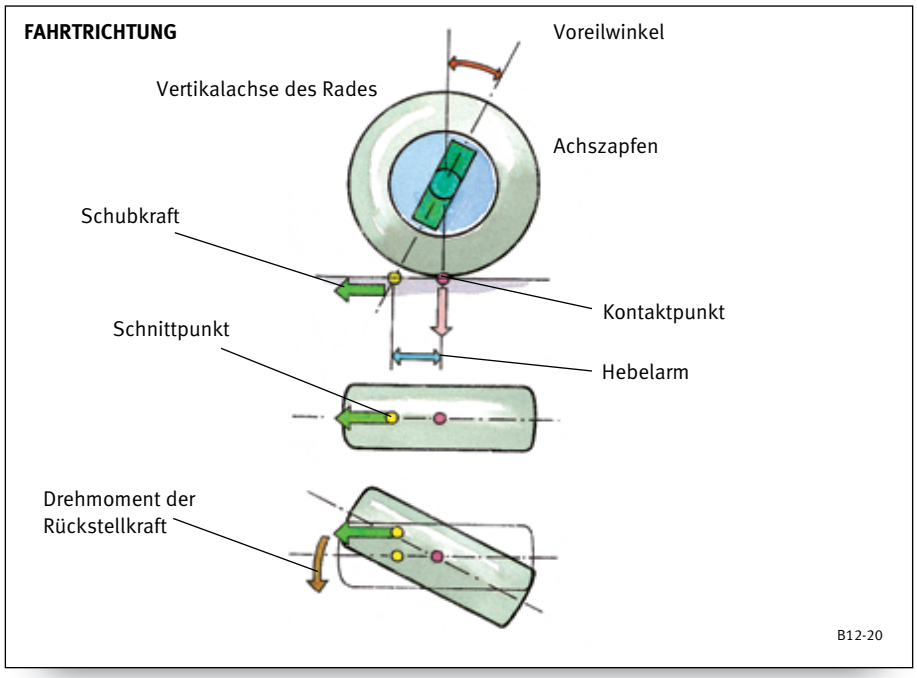
Die Neigung des Rades im Sturz

Wenn das Rad geneigt ist, deformieren sich die Seiten der Reifen aufgrund des Gewichts.
Wenn sich ein geneigtes Rad voranbewegt, drehen seine Seiten, doch mit ***unterschiedlichen Rotationsradien*** *(Innenradius, Außenradius), so dass es sich nicht geradlinig voranbewegt, sondern abweicht.*
Das heißt, es entsteht ein ***Umdrehungskegel*** *um die Achse des Achsschenkels, dessen Basis die Innenseite des Rades und dessen* ***Scheitel*** *der Schnittpunkt des Bodens mit der Projektion der Achse des Achsschenkels ist.*



"Seine Hauptfunktion ist es, nach einer Kurve die Rückstellung der gelenkten Räder in die Gerade zu erleichtern".

VOREILWINKEL



Ein positiver Voreilwinkel erreicht, dass die Schubkraft und die Störkraft ein Drehmoment im Rad generieren, das dieses in die gerade Position zurückbringt.

Der Voreilwinkel trägt zur Fahrstabilität bei, da er auf die Ausrichtung der Räder Einfluss nimmt.

Definition

So wird der Winkel genannt, der aus der Neigung des Achszapfens des Rades und der vertikalen Achse des Rades, beide von der Seite gesehen, gebildet wird.
Die geläufigste **Einheit** ist **Grad**, doch Konstrukteure verwenden **Millimeter**, da sie den Abstand zwischen dem Schnittpunkt und dem Kontaktpunkt messen.
Im Allgemeinen können kleine Abweichungen korrigiert werden.

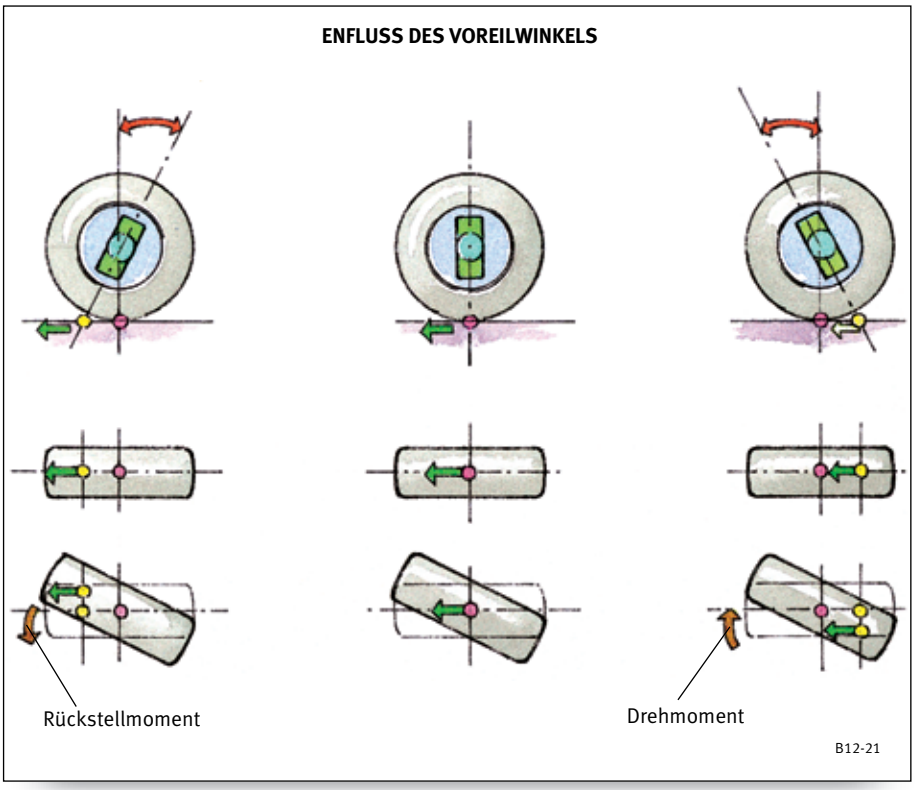
Doch wenn die Werte hoch sind, muss das Aufhängungselement ausgetauscht werden.

Typen

Die möglichen Werte sind **positiv**, **null** und **negativ**.

Einfluss auf das Fahrzeug

Der Voreilwinkel generiert eine **Schubkraft** in Fahrtrichtung und proportional zum Gewicht, das auf dem Achsschenkel lastet.
Diese Kraft wird auf den Schnittpunkt des Achszapfens des Rades mit der Fahrbahn ausgeübt.
Wenn das **Rad dreht**, trennt sich der Schnittpunkt von der Längsachse, und es tritt ein **quer verlaufender Hebelarm** auf.
Dies schafft ein **Kraftmoment**, das sowohl von der Länge des Hebelarms als auch von der Größe und Richtung der Kraft abhängt.
Das Kraftmoment kann **zwei Auswirkungen haben**: Entweder dreht es die Räder mehr oder es stellt sie in die Gerade zurück.
Dieses Moment verschwindet, wenn das Rad in gerader Position steht.
Die Länge des quer verlaufenden Hebelarms ist eine direkte Folge einer mehr oder weniger großen Öffnung des Voreilwinkels.



Auswirkungen eines Voreilwinkels null

Das Rad ist den Störungen **ausgesetzt**, die von jeglicher **Störkraft** verursacht werden, da nie ein Drehmoment auftritt, das die Räder in die Gerade zurückstellt, so dass ein dauerndes Flattern der Räder auftritt.

Auswirkungen eines positiven Voreilwinkels

Das generierte Kraftmoment tendiert dazu, die Räder **geradlinig auszurichten** und zu verhindern, dass sie sich von alleine bewegen.

Dies ist der verbreitetste Fall. Je größer der Voreilwinkel, desto größer die Umkehrbarkeit der Räder (größeres Drehmoment), doch auch der Kraftaufwand beim Lenken ist größer.

Auswirkungen eines negativen Voreilwinkels

Beim Drehen des Rades entsteht ein Kraftmoment, das dazu tendiert, die **Drehung** des Rades zu **erhöhen** und somit die **Rückstellung** des Lenkrads

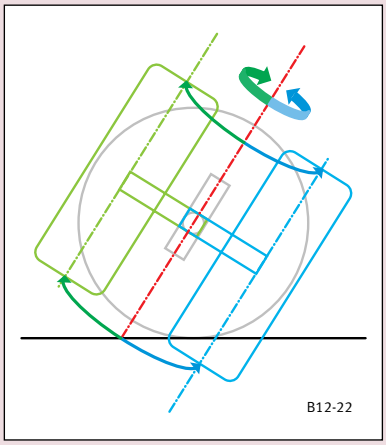
IM DETAIL

Verhalten des Voreilwinkels beim Drehen

Der Voreilwinkel generiert einen zweiten Effekt, wenn die Räder gedreht werden: die "Quetschung oder Dehnung" der Aufhängung, die sich auf die Fahrstabilität auswirkt.

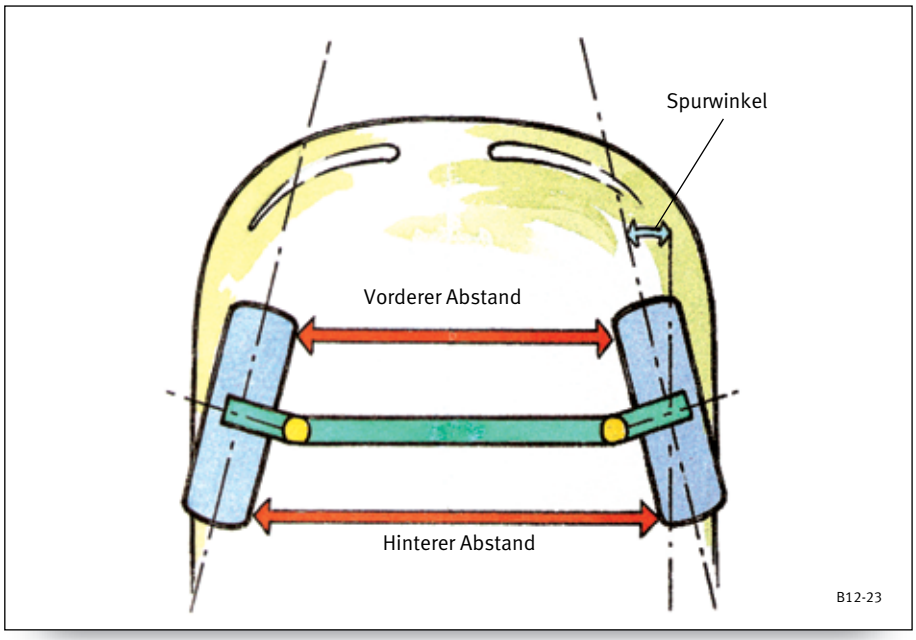
*Wenn das **Rad**nach **außen** dreht, führt der Voreilwinkel dazu, dass die Aufhängung **komprimiert** wird und eine **negative Neigung** einnimmt, die umso größer ist, je größer die Drehbewegung ist; wenn die Drehung dagegen nach **innen** gerichtet ist, expandiert die Aufhängung und nimmt eine **positive Neigung ein.***

Sobald das Fahrzeug in eine Kurve fährt und die Karosserie schwankt, wirkt sich der Voreilwinkel aktiv auf die Fahrstabilität aus, da er einem Überschlag des Fahrzeugs entgegenwirkt.



"Mittels einer geringen Spur oder Nachspur
wird erreicht , dass alle Räder parallel zur Längsachse
des Fahrzeugs stehen, wenn dieses fährt".

SPUR



Die Spur besteht darin, festzulegen, ob die Räder einer Achse parallel stehen oder nicht. Hierfür werden die Abstände an den vorderen und hinteren Punkten der Felgen gemessen.

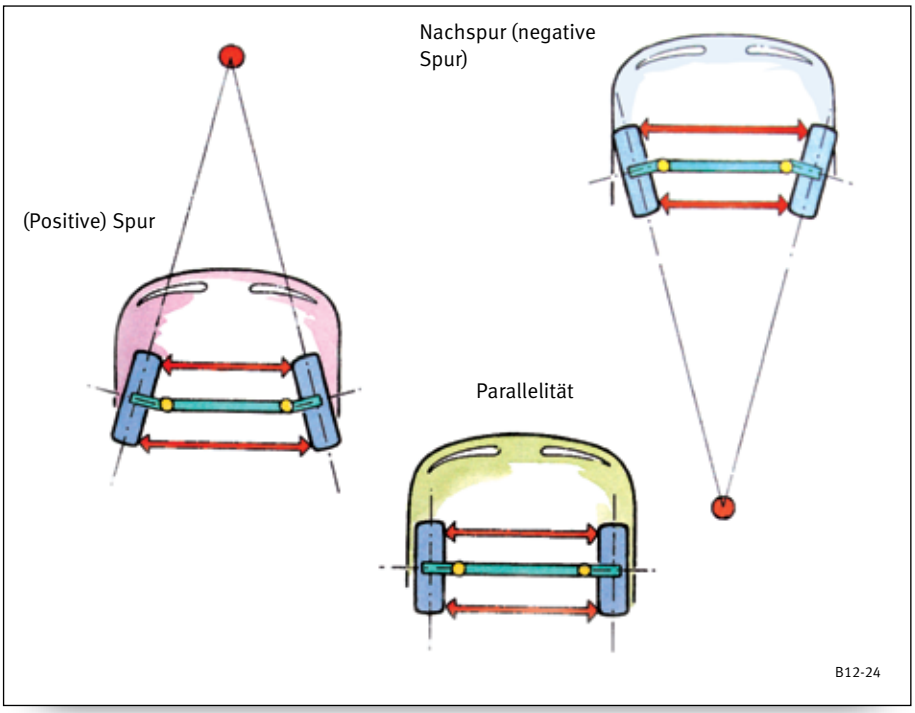
Während der Fahrt des Fahrzeugs treten eine Reihe von Kräften auf (Bremsen, Antrieb, Aufhängung, ...), die in Kombination mit dem Spreizwinkel und dem Sturzwinkel die Parallelität der Räder verändern. Dank der Spur werden diese Effekte kompensiert.

Definition

So nennt man den Unterschied in den **Abständen** zwischen dem vorderen und hinteren Teil der **Felgen**, die auf derselben Höhe vom Boden gemessen werden und diametral entgegengesetzt sind.
Um die Messgenauigkeit einzuhalten, muss an den Felgen und nicht an den Reifen gemessen werden.
Die zur Messung der Spur verwendete **Einheit** sind **Millimeter**.
In einigen Fällen gibt SEAT den **Spurwinkel** oder **Driftwinkel der Spur* an.** Dies ist der Winkel, der das Rad bezüglich der Längsachse dreht.

Typen

Sie werden danach katalogisiert, wohin der Schnittpunkt der Symmetrie-Längsachsen der Räder einer Achse fällt.
- **Spur null oder Parallelität** : die Räder sind völlig parallel.
- **Positive Spur**: Der Schnittpunkt befindet sich vor dem Fahrzeug.



- **Nachspur oder negative Spur**: Der Schnittpunkt befindet sich weiter hinten.

Einfluss auf das Fahrzeug

Die Räder parallel zur Längsachse des Fahrzeugs zu halten, **verhindert** die **Instabilität** des **Fahrwegs** in der Geraden sowie eine **ungleichmäßige Abnutzung** der Reifen.
Das heißt, dass die Räder bei stehendem Fahrzeug leicht aufeinander zu oder voneinander weg ausgerichtet sind, um dem Moment entgegenzuwirken, das dazu tendiert, sie durch den Einfluss des Antriebs oder der Bremsen auseinander (divergieren) oder aufeinander (konvergieren) zulaufen zu lassen.
Der korrekte Zustand der Spur verhindert eine unnormale Abnutzung der Räder.

Auswirkungen der positiven Spur

Die Spur der gelenkten Räder **kompensiert** die **Tendenz** der Räder, bei Fahrzeugen mit Hinterradantrieb beim Fahren oder bei Fahrzeugen mit Vorderradantrieb beim Bremsen **auseinander zu laufen**.

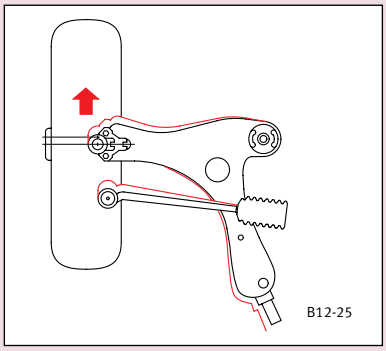
Auswirkungen der Nachspur

Die Nachspur **kompensiert** die **Tendenz** der Vorderräder, beim Fahren mit Vorderradantrieb **aufeinander zuzulaufen**.

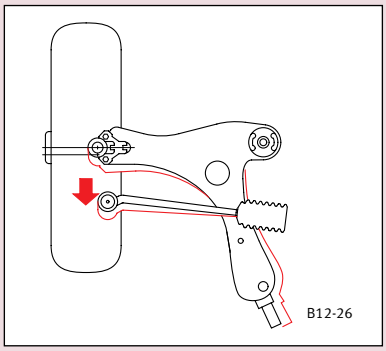
IM DETAIL

Kompensation der Spur

Der Radlenker und die beiden mit der Karosserie verbundenen "Silentblocks" haben aktiven Anteil an der Variation der Spur oder "Toe-In".
Der hintere Silentblock weist eine asymmetrische Verteilung des Gummis auf, wodurch ein gewisser Grad an Elastizität erreicht wird.
*Wenn die **Antriebskraft** wirkt, dreht der Radlenker dank der Elastizität des hinteren "Silentblocks" um den vorderen "Silentblock", wodurch eine **positive Spur** entsteht.*

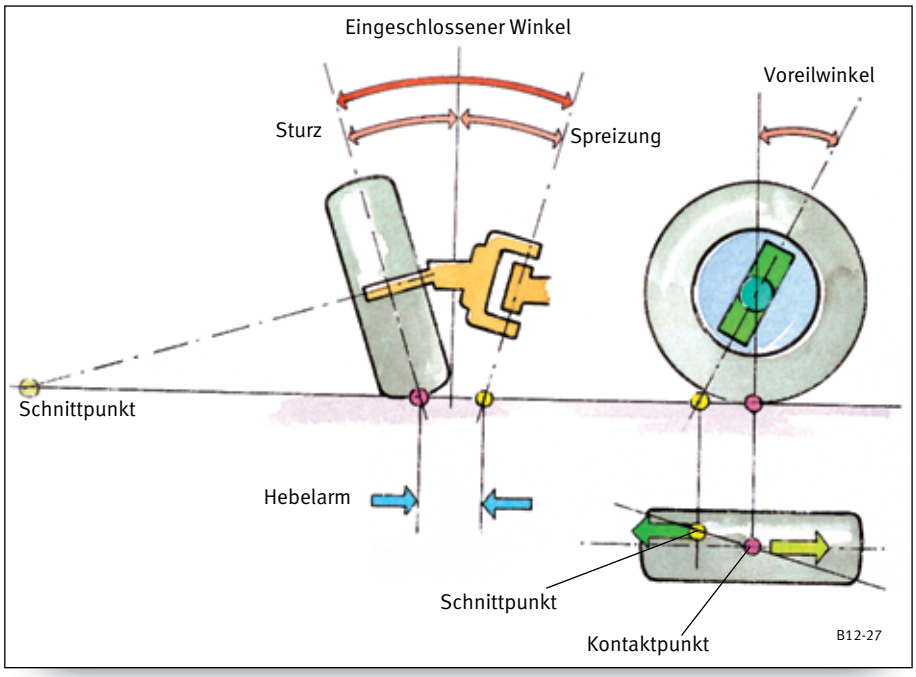


*Wenn die **Bremskraft** wirksam wird, bewegt sich der Radlenker leicht nach hinten, und die **Spur** tendiert dann dazu, **negativ** zu sein.*



"So nennt sich die Summe aus Spreizwinkel und Sturzwinkel; die Kombination aus beiden verbessert die Fahrzeugführung insbesondere beim Beschleunigen und Bremsen".

Eingeschlossener Winkel



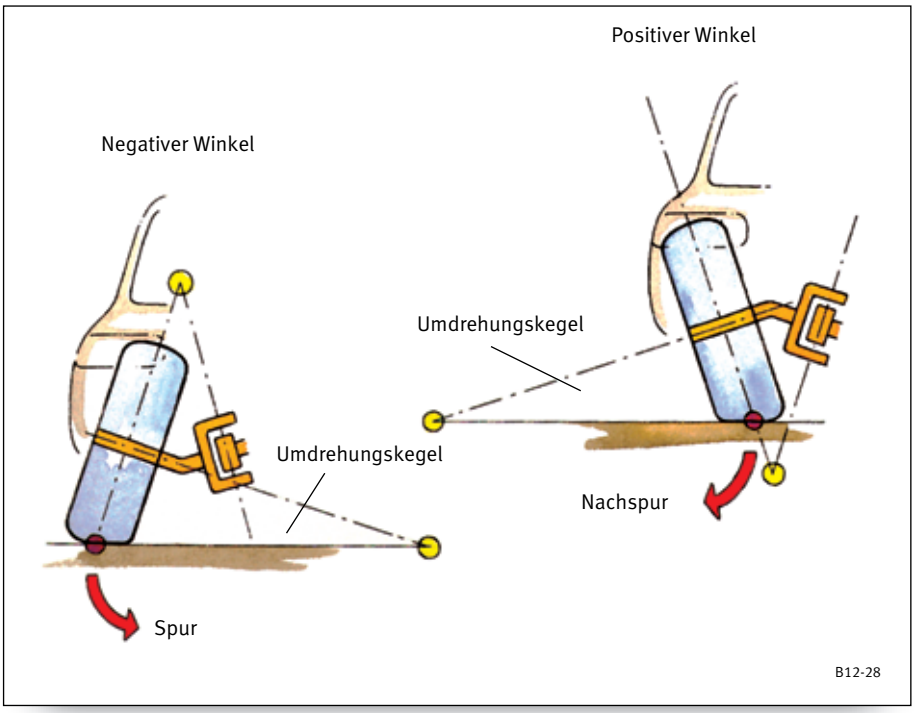
Das Vorzeichen und der Wert des eingeschlossenen Winkels bestimmen die Tendenz des Rades beim Drehen.

Definition

Dies ist die **Summe** aus dem **Spreizwinkel** des Achszapfens **und** dem **Sturzwinkel** des Achsschenkels.
Die zur Messung verwendeten **Einheiten** sind **Grad**oder **Millimeter**, je nachdem, ob der Winkel oder der Hebelarm gemessen wird.
Kombiniert die Funktionen von Spreizwinkel (Leichtgängigkeit beim Einschlagen der Räder), Sturzwinkel (Verringerung der Beanspruchung der Achsschenkel) und des Voreilwinkels (Aufrechterhaltung des Weges der Räder).
Der eingeschlossene Winkel zusammen mit dem Voreilwinkel führt dazu, dass der Schnittpunkt außerhalb der Längsachse des Rades liegt.
Auf diese Weise definieren der Schnittpunkt und der Kontaktpunkt, wenn sie vereint werden, die **Spurlinie**.
Die **Tendenz** des Rades zu **konvergieren** erhöht sich umso mehr, je größer die positiven Werte des eingeschlossenen Winkels und des Voreilwinkels sind, während die **Tendenz** zu **divergieren** zunimmt, wenn diese Werte negativ sind.

Typen

Je nach dem Resultat der Summe aus Spreizwinkel und Sturzwinkel werden sie in **null**, **negativ** und **positiv** unterteilt.



Ein positiver eingeschlossener Winkel macht, dass das Rad zum Divergieren tendiert, während ein negativer ein Konvergieren hervorruft.

Einfluss auf das Fahrzeug

Beeinflusst sowohl die Tendenz des Rades zu konvergieren oder zu divergieren als auch eine unregelmäßige Abnutzung der Reifen.

Winkel null

Bietet eine **maximale Haftung** des Reifens, da dieser **keine Tendenz** zeigt, weil sich die Seiten gleichmäßig deformieren.
Der Nachteil ist die große Länge des Hebelarms.

Negativer Winkel

Der Scheitel des Umdrehungskegels bleibt auf der Innenseite des Fahrzeugs, und das Rad **tendiert** zum **Konvergieren**.
Dies **begünstigt** die **Führung** des Fahrzeugs beim Bremsen, und das Instabilitätsrisiko bei ungleichmäßigem Bremsen der Räder verringert sich.
Der Nachteil ist die größere Länge des Hebelarms.

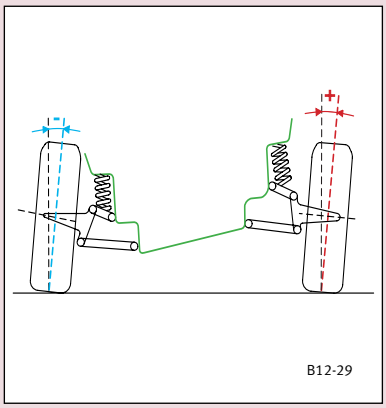
Positiver Winkel

Der Scheitel des Umdrehungskegels bleibt auf der Außenseite des Fahrzeugs, weshalb eine **Tendenz** zum **Divergieren** besteht.

IM DETAIL

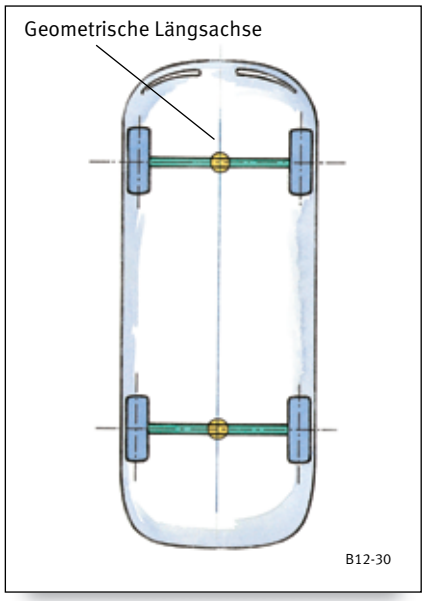
Die unabhängige Aufhängung

Während des Fahrens und bei unabhängigen Aufhängungen kann bei einem Rad der positive Sturz bei Expansion bei der Kompression negativ werden. Dieser Effekt tritt immer auf, wenn das Fahrzeug schlingert, sei es wegen Unregelmäßigkeiten im Straßenbelag oder wegen Kurvenfahrt. Damit wird eine höhere Fahrstabilität erreicht, da ein großer Widerstand gegen ein Überschlagen des Fahrzeugs entsteht sowie eine korrekte Abnutzung der Reifen begünstigt wird.



"Die Kenntnis anderer Werte der Lenkung hilft bei der Diagnose möglicher Anomalien sowohl in der Lenkung als auch in der Karosserie oder dem Fahrgestell".

Andere Werte, die sich auf die Lenkung auswirken



Die korrekte Position der geometrischen Mittelachse wirkt sich positiv auf die Fahrstabilität des Fahrzeugs aus.

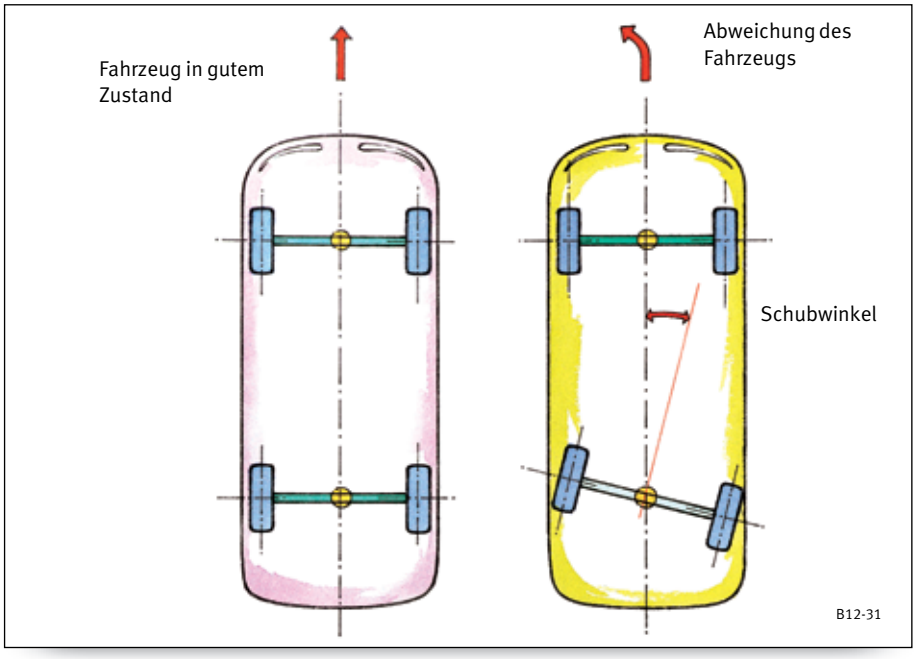
Die modernen Überprüfungsvorrichtungen ermöglichen eine Messung anderer charakteristischer Werte der Lenkung. Mit diesen Daten können Störungen sowohl in der Lenkung als auch im Fahrgestell sowie Deformationen der Karosserie lokalisiert werden.

Geometrische Mittelachse

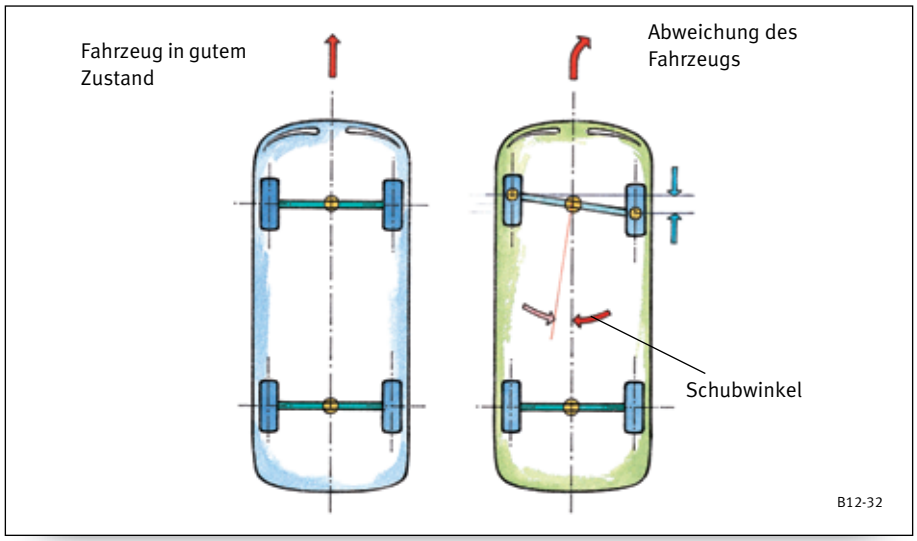
Diese ist definiert als die **Linie quer** zur vorderen und hinteren **Achse**.
Ihr **Zweck** ist es, die **Parallelität** der Vorder- und Hinterräder bezüglich der Längsachse des **Fahrzeugs** zu bestimmen.
Wenn alle vier Räder korrekt, also parallel zur geometrischen Mittelachse, ausgerichtet sind, herrscht der optimale Fall einer maximalen Fahrstabilität.

Abweichung der Hinterachse

Tritt auf, wenn eine **Abweichung** (Winkel) zwischen der geometrischen Mittelachse und der **Querlinie** zum mittleren Punkt der **Hinterachse** besteht.
Der daraus resultierende Winkel wird in Grad gemessen.
Ein Fahrzeug mit einer Abweichung der Hinterachse hat eine ständige **Tendenz**, zur der Abweichung der Hinterachse **entgegengesetzten Seite** zu drehen, und die Lauffläche der Reifen wird ungleichmäßig abgenutzt.



Wenn die Hinterachse eine Abweichung aufweist, tendiert das Fahrzeug zu kontinuierlichem Drehen. Um diese Unregelmäßigkeit zu kompensieren, muss der Fahrer die Räder ständig ausrichten.



Die Verzögerung eines Vorderrades führt dazu, dass das Fahrzeug zum Drehen tendiert.

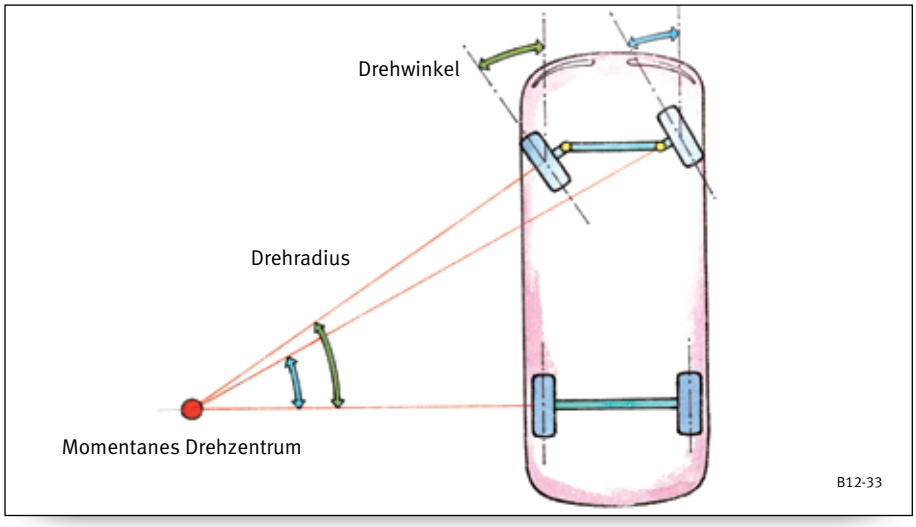
Verzögerung der Vorderräder

Dies ist der Abstand eines nach vorne oder hinten **bewegten Rades bezüglich** des **anderen Rades** der Vorderachse.
Dies führt zu einem Abweichungswinkel der Vorderachse, der als "Set-back" bezeichnet wird. Er wird in Grad gemessen.
Dies führt zu einer **konstanten Abweichung** des Fahrzeugs während der Fahrt zu der **Seite**, auf der die **Abweichung** auftritt, wenn sie an der Vorderachse auftritt, und zur entgegengesetzten Seite, wenn sie an der Hinterachse auftritt, und die Lauffläche der Reifen wird ungleichmäßig abgenutzt.

Drehwinkel und -radius

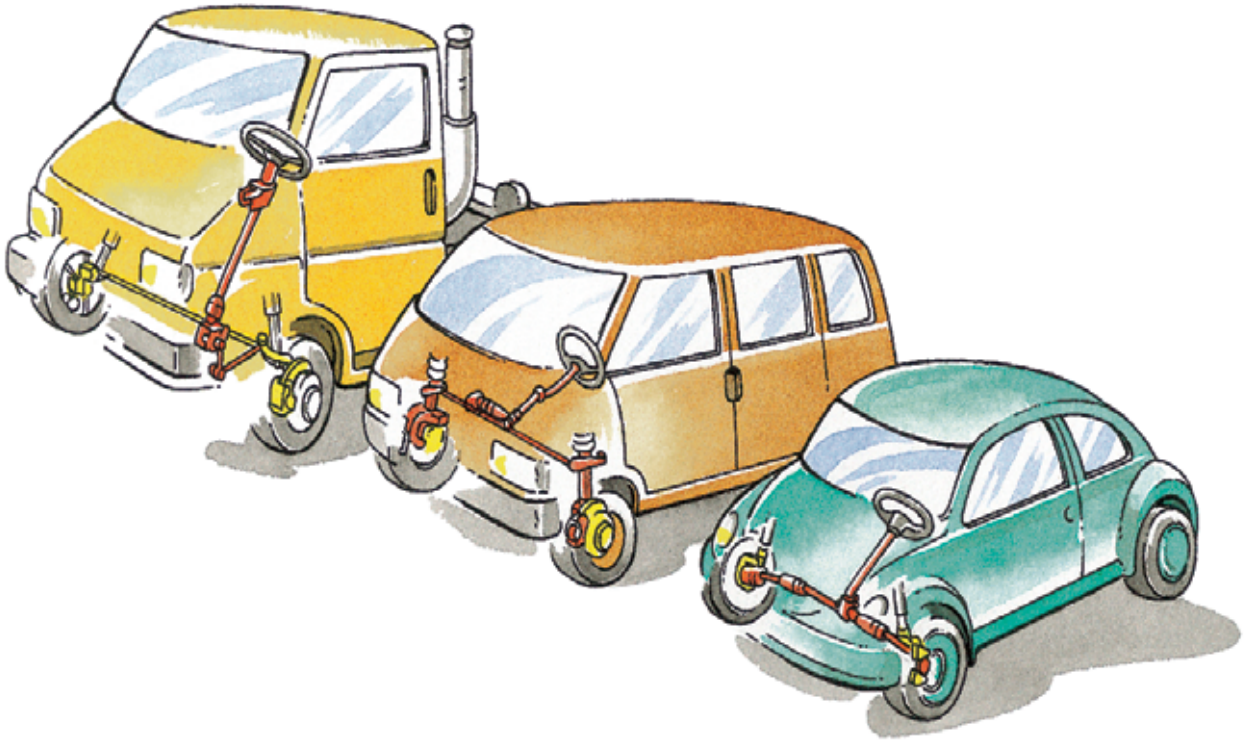
Der **Drehwinkel** wird aus der Verlängerung der **Achsen** der **gelenkten Räder** und der Verlängerung der Hinterachse bei Kurvenfahrt gebildet . Er wird stets in Grad gemessen.
Zweck ist es zu erreichen, dass alle Räder bezüglich eines einzigen Punktes drehen, der **momentanes Drehzentrum** genannt wird, während der **Drehradius** der Mindestradius ist, den das innere Hinterrad in einer Kurve durchläuft.

Der Drehradius des inneren Rades ist geringer als der des äußeren, doch sein Drehwinkel ist größer.



"Die Kombination verschiedener sowohl mechanischer
als auch hydraulischer, pneumatischer und elektrischer Komponententypen bestimmt
die charakteristische Architektur einer Lenkung".

Systeme und Komponenten der Lenkung



B12-34

Sowohl die einfachen als auch die Servolenkungen haben meist mechanische Komponenten gemeinsam und unterscheiden sich im Wesentlichen durch die servospezifischen Komponenten.

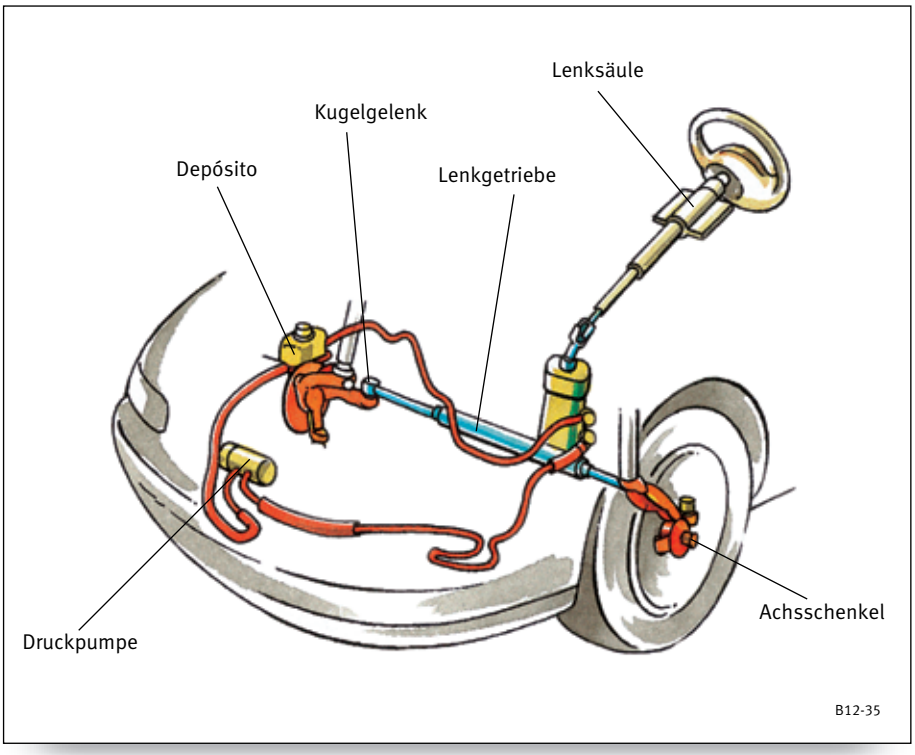
Die Untersuchung der Lenkung erfordert eine Unterscheidung zwischen den Komponenten, aus denen sie besteht, und den verschiedenen Konfigurationen oder Architekturen.

Komponenten

Man muss zwei Typen unterscheiden, die mechanischen und die spezifischen der Servolenkung.
Die **mechanischen Komponenten** haben die Funktion, die Lenkradbewegung durch den Fahrer auf die Räder zu übertragen, um sie auszurichten.
Sie sind immer vorhanden, egal ob eine Servolenkung vorhanden ist oder nicht.
Die **Komponenten** der **Servolenkung** sind jene, die aktiv werden, um eine zusätzliche Energiequelle zu erhalten und zu nutzen und den Fahrer so beim Ausrichten der Räder zu unterstützen.

Architektur

Je nach den verwendeten Komponenten und ihrer Anordnung



erhält man: unterschiedliche Konfigurationen, die gruppiert werden in
verschiedene Konfigurationen, die sich gruppieren in:
- einfache oder solche ohne Servolenkung,
- und solche mit Servolenkung.

Einfache Lenkungen

Sind jene, bei denen der **Fahrer** das **gesamte Kraftmoment** zur Ausrichtung der Räder aufbringt. Sie nutzen die **Vorteile**, die zwei **Getriebe** und ein **Lenkgestänge** zum Multiplizieren der vom Fahrer aufgewendeten Kraft bieten und alle Erfordernisse an eine Lenkung erfüllen (Sicherheit, Leichtgängigkeit, Präzision, Unumkehrbarkeit).

Servolenkungen

Sie werden ausgehend von einer einfachen Lenkung gebaut, an die ein hydraulisches, pneumatisches oder elektrisches System angefügt wird, das die zusätzliche Kraft beisteuert.
Damit wird erreicht, dass die Räder mit einem geringeren Kraftaufwand des Fahrers **ausgerichtet** werden.
Dank der Servolenkung sind geringere Untersetzungen bei der Lenkung erforderlich. So wird das Lenkgestänge vereinfacht, die Präzision der Radführung wird verbessert und das Risiko von Ungleichmäßigkeiten wird minimiert.

IM DETAIL

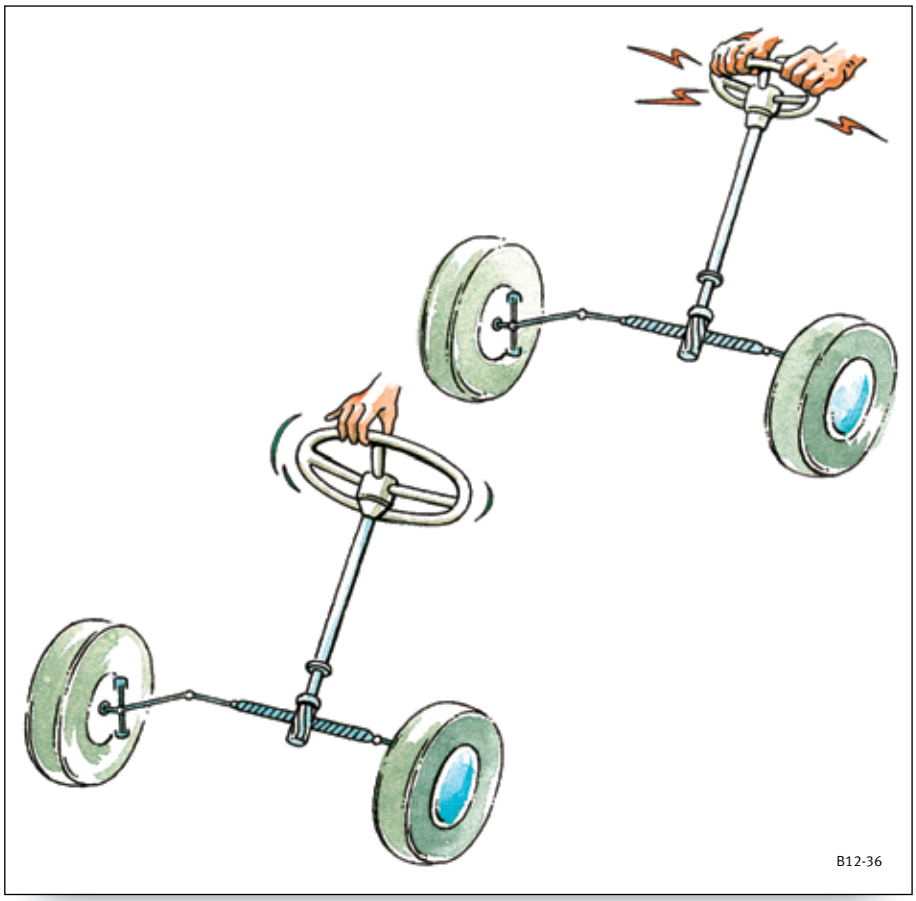
ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm)

*Es handelt sich um eine **Funktion**, die vom **Bremsmanagement** übernommen wird (auf Deutsch: "Elektronisches Stabilitätsprogramm).*
Dieses erkennt, ob das Fahrzeug zum Übersteuern oder Untersteuern tendiert und korrigiert diese Abweichungen durch intensives Bremsen eines Rades. Dadurch entsteht im Fahrzeug ein Drehmoment, das dem die Abweichung hervorrufenden entgegengesetzt ist.
*Wenn eine Tendenz zum **Untersteuern** auftritt, wird das in der Kurve **innere Hinterrad** gebremst.*
*Wenn eine Tendenz zum **Übersteuern** auftritt, wird in der Kurve das **äußere Vorderrad** gebremst.*

Servolenkungen bestehen aus den gleichen Komponenten wie die mechanischen Lenkungen und zusätzlich den servospezifischen.

"Dank der Kardangelenke und der Gelenkachsen überträgt die Lenksäule das Drehmoment korrekt, ermöglicht eine Regulierung der Lenkradposition für jeden Fahrer und eine Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit".

Mechanische Komponenten: Lenksäule



Der Radius des Lenkrads ist eine sehr wichtige Eigenschaft der Lenkung, da er sich auf die Schwergängigkeit der Lenkung und die Manövrierfähigkeit auswirkt.

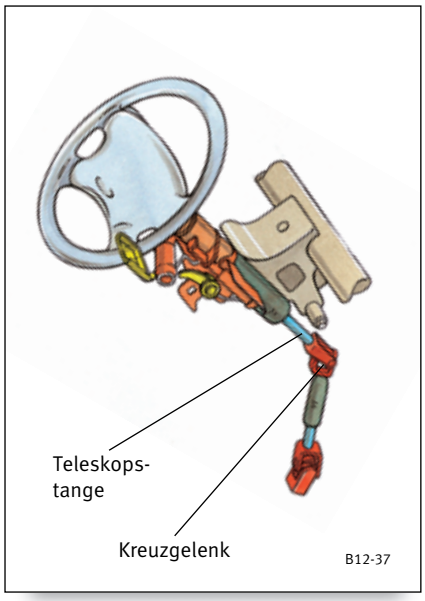
Lenkrad

Dies ist das Verbindungselement zwischen Fahrer und Lenkung. Es ist dadurch charakterisiert, dass beim **größten Radius** des Lenkrads die **geringste Kraft** zum Ausrichten der Räder angewendet wird, doch man **verliert** an **Manövrierfähigkeit**.

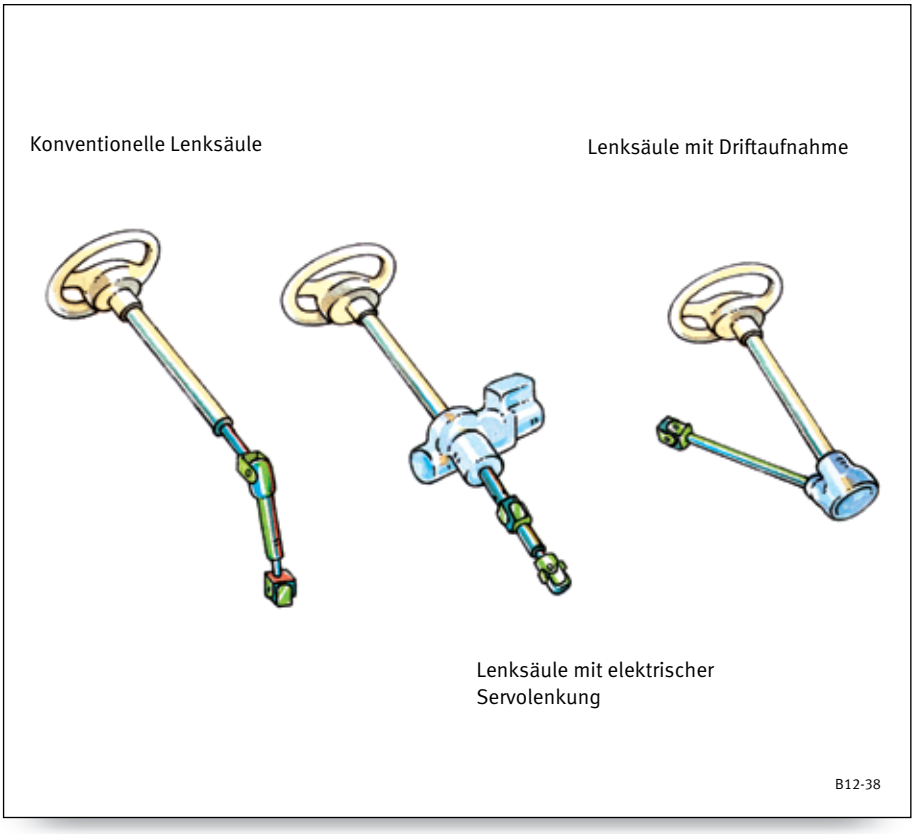
Lenksäule

Hat die Funktion, das auf das Lenkrad angewendete **Kraftmoment** auf den Untersetzungsmechanismus und von diesem das Gefühl des Kontakts zur **Fahrbahn** auf das Lenkrad zu übertragen.
Ist gegenwärtig an der Steigerung der **passiven Sicherheit**und der **Verbesserung** der **Ergonomie beteiligt.**

Da die Lenksäule **zurückklappen** kann, ist ihr Eindringen in den Fahrgastraum im Falle eines Frontalaufpralls minimiert, zudem ermöglicht das Vorhandensein von Kreuzgelenken und Teleskopstangen eine Höhen- und Längsverstellung des Lenkrads und eine Kompensierung der Abstands- und Winkelveränderungen.
Bei einigen Lenkungen mit **elektrischer Servolenkung** ist an der Lenksäule ein Elektromotor angebaut, der die erforderliche



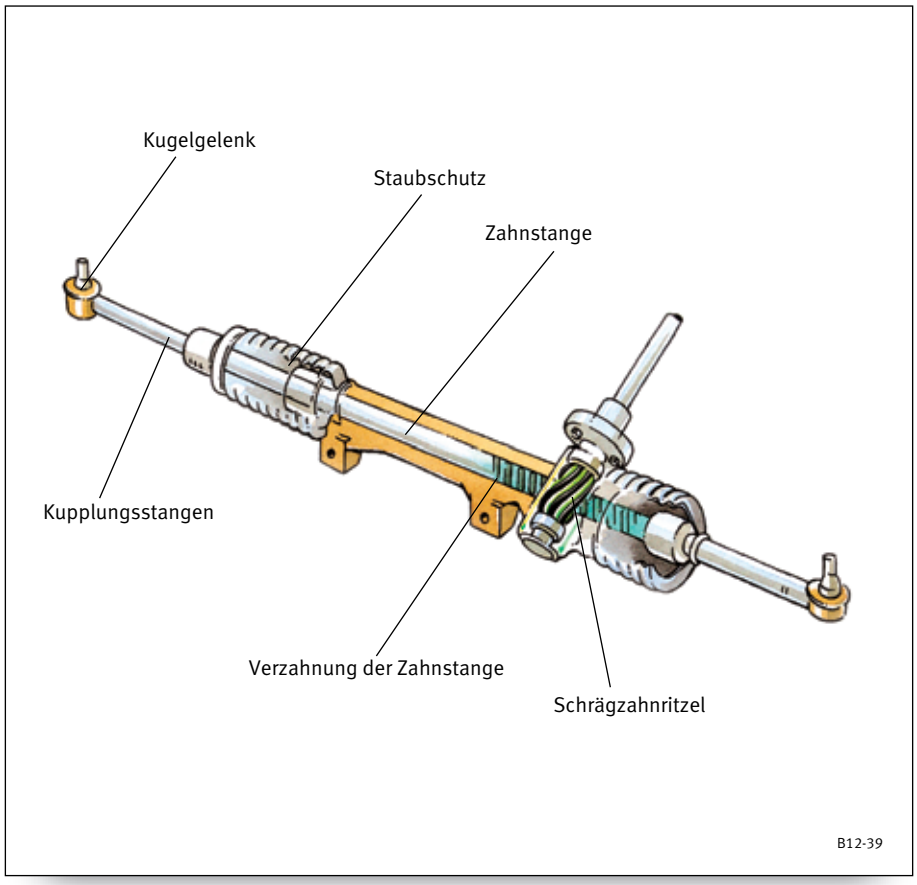
Dank der Verwendung von Lenksäulen, die zurückklappen können, steigt im Fall eines Frontalaufpralls der Überlebensraum des Fahrers, wodurch die Verletzungsgefahr verringert wird.



Je nach Konfiguration der Lenkung gibt es zahlreiche Lenksäulenarten. In einigen Fällen ermöglichen sie, dass der Fahrer die Höhe und Tiefe des Lenkrads regelt.

"Die Einfachheit, Verlässlichkeit und Effizienz der Zahnstangenlenkung haben sie zu dem Untersetzungsmechanismus gemacht, der bei den Lenkungen moderner Pkws verwendet wird".

Mechanische Komponenten: Die Zahnstange



Das Lenkgetriebe besteht aus zwei Zahnelementen, nämlich einem Schrägzahnritzel und einer in die Lenkstange eingearbeiteten Verzahnung.

Die Zahnstangenlenkung ist der meistverwendete **Untersetzungsmechanismus** bei Pkws und Kleinlastern.

Grundprinzip

Sie besteht aus zwei Zahnelementen, die zwei Funktionen erfüllen:
Die **Drehbewegung** des Lenkrads **in eine** lineare **Bewegung** umzusetzen.

Und den vom Fahrer auf das Lenkrad ausgeübten **Kraftaufwand** zu vervielfachen.

Vorteile

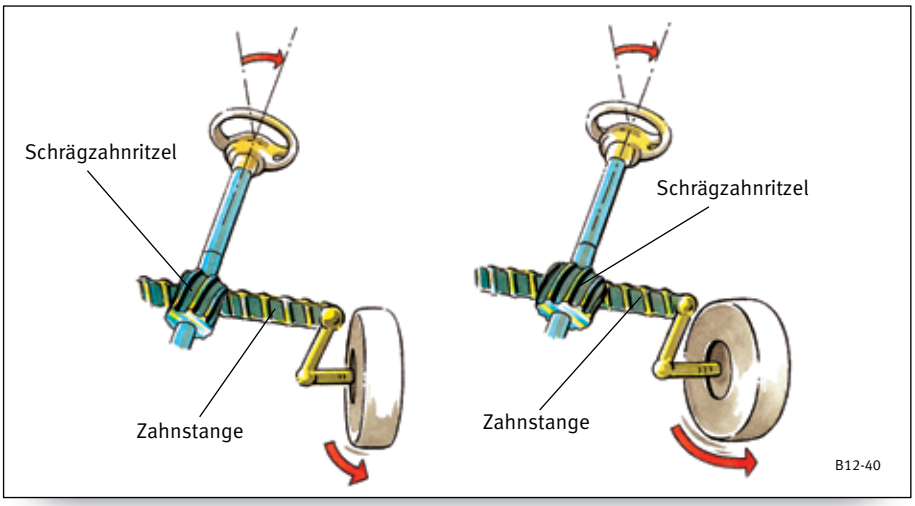
Die Zahnstangenlenkung ist gekennzeichnet durch:
- Mechanische Einfachheit.
- Einfache Montage durch Fehlen komplizierter Gestänge und Umleitungen.
- Leichte Anschlussmöglichkeit an jede Art von Servolenkung.
- Hohe Präzision bei der Winkelbewegung der Räder, dadurch sanftere Kurvenfahrt und rasche Rückstellung.

Komponenten

Die grundlegenden Komponenten der Zahnstangenlenkung sind:
- ein Schrägzahnritzel
- eine Zahnstange
- und zwei Kupplungsstangen.

Funktion

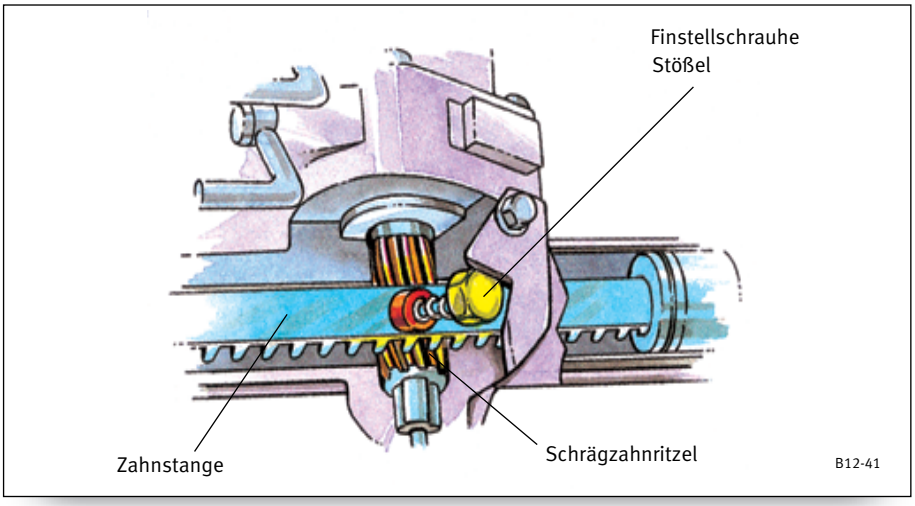
Die Lenksäule ist mit dem Schrägzahnritzel verbunden, das in die Zahnstange greift.
Wenn das Ritzel dreht, wird die Zahnstange axial bewegt.
An jedem Ende der Zahnstange ist eine Kupplungstange angeschraubt.
So werden die Bewegungen zum



Achsschenkel übertragen, um die Räder auszurichten.
Die Drehung der Räder ist bei der gleichen Drehung des Lenkrads größer oder kleiner, je nachdem, wie das **Untersetzungsverhältnis** der beiden Zahnelemente (Ritzel, Zahnstange) ist.
Dieses Verhältnis variiert bei jedem Fahrzeug in Abhängigkeit von der Bodenreibung des Reifens, dem Gewicht, das auf jedem Rad lastet und davon, ob eine Servolenkung vorhanden ist oder nicht. Das Ziel ist eine leichte Manövrierbarkeit.

Einstellung

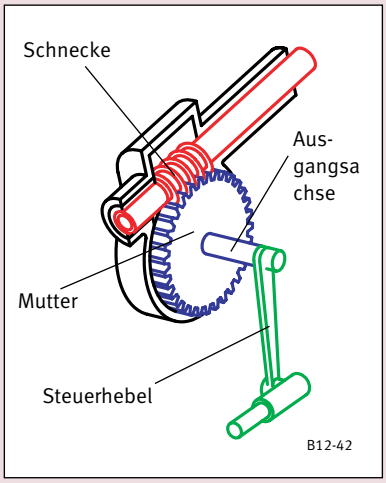
Es geht darum, die **Eingriffsspannung** des Schrägzahnritzels auf die



IM DETAIL

Schneckenlenkung

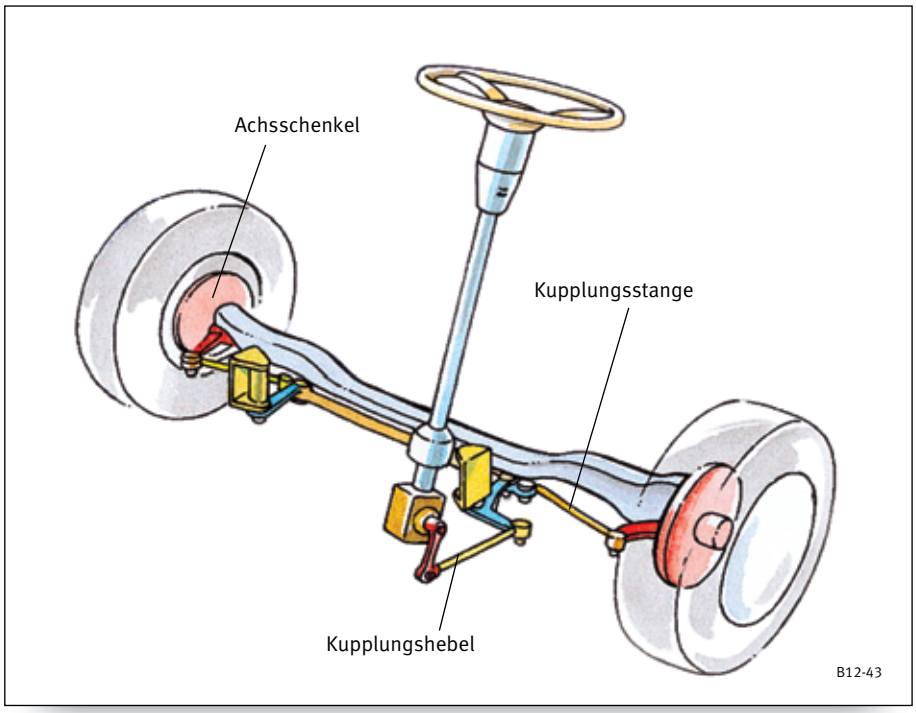
Dieser Mechanismus wird nicht mehr verwendet, da er komplexer ist und ein größeres Risiko besteht, dass ein Spiel auftritt.
*Seine **Funktionsweise** basiert auf dem Prinzip der Schnecke. Er besteht aus einer Gewindestange (Schnecke), die mit der Lenksäule verbunden ist. Das Gewinde der Schnecke wird in die Mutter eingeführt, wodurch das Untersetzungsverhältnis erreicht wird.*
Beim Drehen der Schnecke wird die Mutter (die nicht drehen kann) axial auf dem Gewinde bewegt.
Diese Bewegung generiert die Drehung der Ausgangsachse in die Richtung, in die gelenkt wurde, und mit dem Steuerhebel wird das Gestänge zum Drehen der Räder bewegt.



Wird die Einstellschraube fester gedreht, drückt der Stößel die Zahnstangenverzahnung auf den Schrägzahnritzel und beseitigt so das Spiel zwischen den Zähnen.

"Die Längsbewegungen der Lenkstange
werden über das Lenkgestänge und die Achsschenkel auf die Räder übertragen".

Mechanische Komponenten: Lenkgestänge und Achsschenkel



Form und Größe des Kugelgelenks sind je nach Lenkungstyp und Fahrzeug sehr vielfältig.

Damit die lineare Bewegung der Zahnstange die Achsschenkel der Räder bewegt, muss ein Lenkgestänge diese Bewegung übertragen.

Lenkgestänge

Besteht aus all jenen **Elementen**, die die **Bewegung** von der Zahnstange auf die Räder **übertragen** und zugleich die **Reaktionen absorbieren**, die durch die Vibrationen der Aufhängung verursacht werden, so dass diese nicht zum Fahrzeug gelangen.
Ihre Form und Zahl variiert je nach Fahrzeug; die wichtigsten sind solche, die:

Kupplungsstangen

Die Drehung mittels Zug- und Schubbewegungen übertragen.
Sie haben ein Gelenk, mit dem die Schwingungen der Aufhängung kompensiert werden, ohne die Lenkung zu beeinträchtigen. Dieses Gelenk wird durch den Staubschutz vor Verschmutzung geschützt.

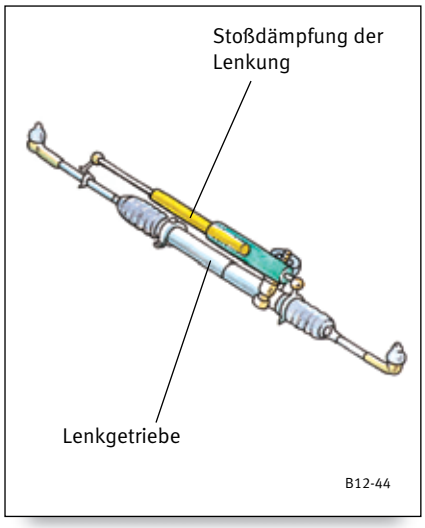
Kugelgelenk

Es handelt sich um eine **elastische Komponente**, die die Elemente des Lenkgestänges miteinander verbindet und im Wesentlichen als Gelenkpunkt fungiert, aber auch die Postions- und Längenveränderungen der Aufhängung absorbiert, die

durch Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn hervorgerufen werden.
Die Spur der Vorderräder wird mittels der geschraubten, regelbaren Verbindung zwischen Kupplungsstange und Kugelgelenk eingestellt.

Lenkungs-Stoßdämpfer

Dieser absorbiert die Vibrationen und abrupten Bewegungen, denen die Zahnstange unterworfen ist.
Er wird in Fahrzeugen mit hohem Antriebsmoment verwendet.



Der Stoßdämpfer der Lenkung ist an einem Ende mit dem Lenkgetriebe verbunden, am anderen Ende mit einer der Kupplungsstangen.

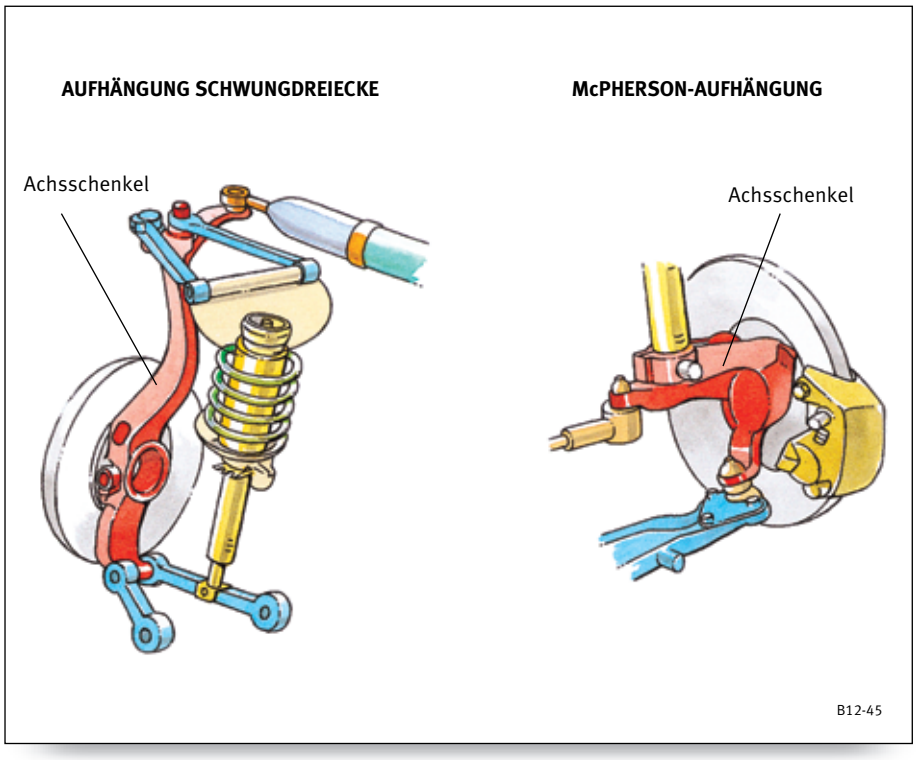
Stange

Es handelt sich um zwei etwas außergewöhnliche Kupplungsstangen, die im allgemeinen Teil der Achsschenkel sind, aber früher unabhängige Teile waren.
Ihre Geometrie **beeinflusst** die korrekte Ausrichtung der Räder, da sie das Hauptelement des **Trapezlenkers** darstellen.

Achsschenkel

Dies ist die **Achse**, auf die das **Rad** montiert wird und auf die die Lenkung einwirkt, um die Räder auszurichten.
Der Achsschenkel ist der Bestandteil der Lenkung mit dem größten **Einfluss** auf **Spreizung**, **Sturz** und **Voreilwinkel**.

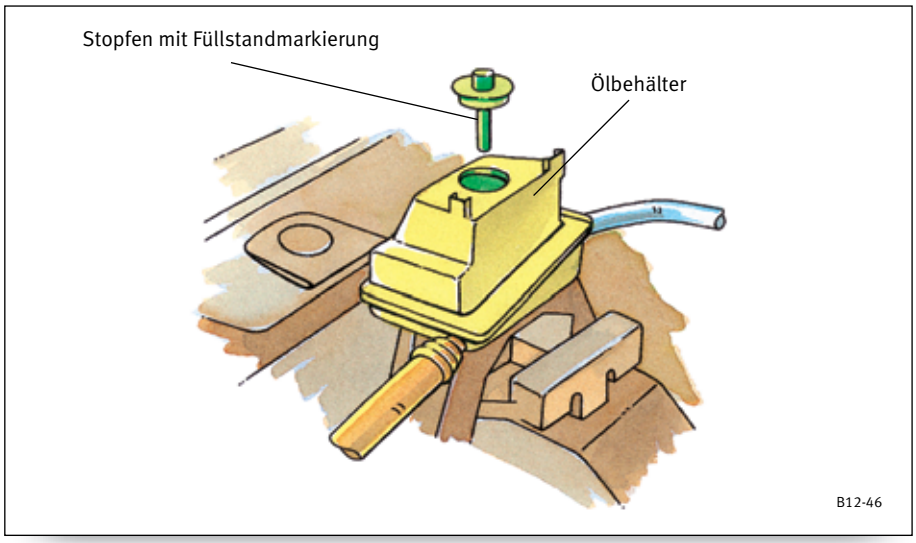
Eine Deformation oder mangelhafte Montage des Achsschenkels kann jeden der Radwinkel verändern.



"Die Lenkungen mit Servolenkung verwenden eine Reihe von wesentlichen Komponenten, um die durch den Öldruck generierte Kraft zu übertragen und in eine Hilfskraft für den Fahrer umzuformen".

Komponenten der Servolenkung: Hydraulikkreislauf

Der Ölbehälter verfügt über eine Füllöffnung und Füllstandmarkierungen am Stopfen.

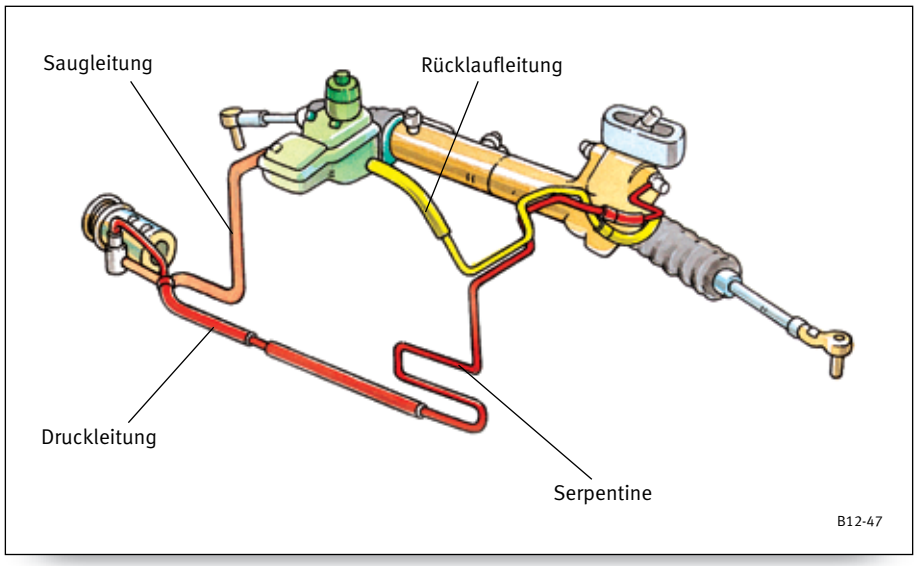


Für das Funktionieren der hydraulischen Servolenkung sind mehrere Elemente erforderlich.

Behälter

Sie enthält einen **Rest** an hydraulischem **Öl**, der für das korrekte Funktionieren des Kreislaufs erforderlich ist und zwischen der Höchst- und Mindestgrenze gehalten werden muss.

Neben der Verbindung der verschiedenen Hydraulikkomponenten nehmen die Leitungen noch andere Funktionen wie Kühlung und Abstandsveränderung wahr.



Leitungen

Sie haben die Funktion, alle Komponenten des Kreislaufs hydraulisch miteinander zu verbinden, und es sind drei Typen unterscheidbar:

Saugleitung

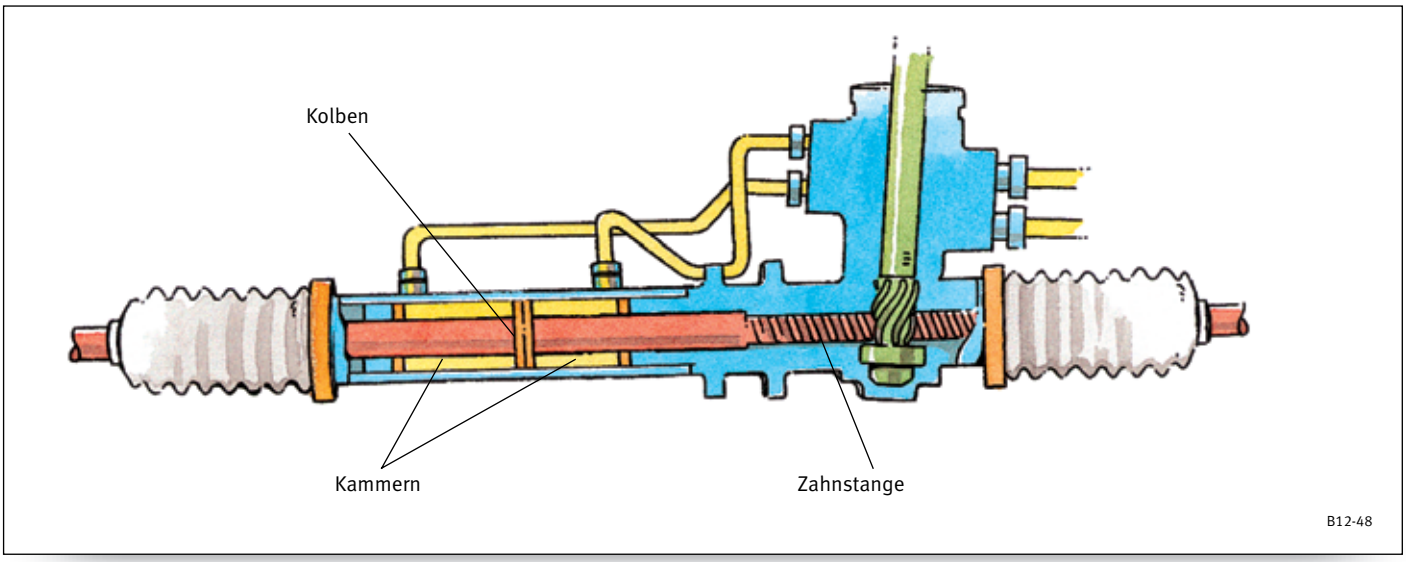
Verbindet den Behälter mit der Druckpumpe, um ihr die erforderliche **Durchflussmenge** an Öl zu **liefern**.

Druckleitung

Leitet das **Öl unter Druck** von der Pumpe zur Hydraulikeinheit. Bisweilen hat sie die Form einer Serpentine, um mit der größeren Oberfläche das Öl abkühlen zu können.

Rücklaufleitung

Das **überschüssige Öl** in der hydraulischen Steuereinheit wird praktisch ohne Druck in den Behälter geleitet.



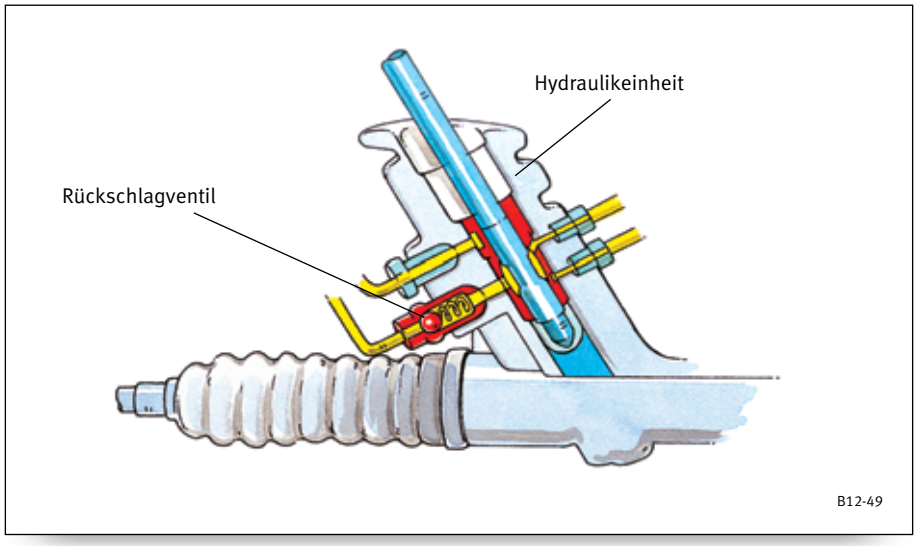
Arbeitszylinder

Es handelt sich um einen Zylinder mit **Doppelwirkung** , da er von beiden Seiten des Kolbens Druck erhält. Der Körper ist das Gehäuse des Lenkgetriebes, während der Kolben Teil der Zahnstange ist.

Rückschlagventil

Dieses befindet sich in der Druckleitung und verhindert den **Rückschlageffekt**, der durch äußere auf die Lenkung ausgeübte Kräfte (Schlaglöcher, Steine usw.) verursacht wird.

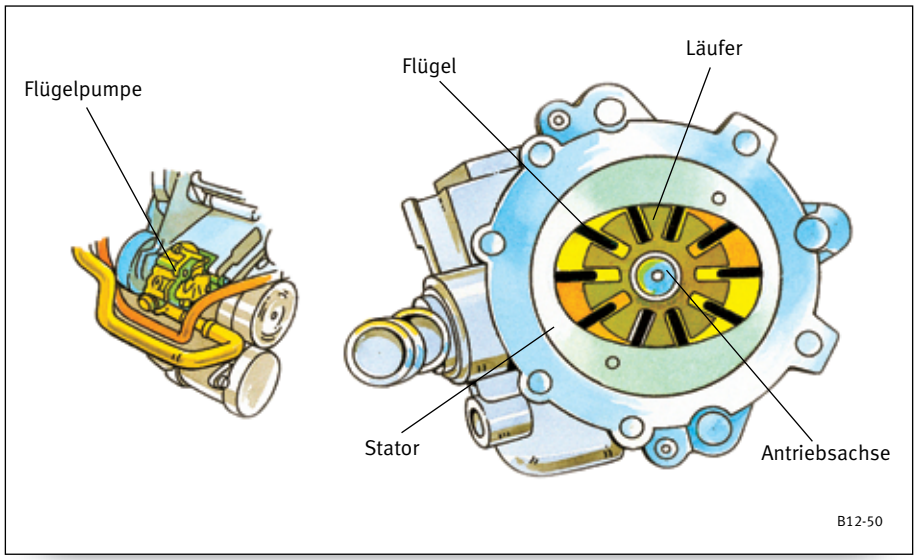
Wenn ein Druckunterschied zwischen den Kammern des Arbeitszylinders auftritt, wird der Kolben bewegt und zieht die Zahnstange mit.



Das Rückschlagventil ist an der Zulaufleitung der Hydraulikeinheit montiert.

"Die Pumpe ist ausschließlich ein Element der Lenkungen mit hydraulischer Servolenkung und erzeugt den Öldruck, der dem Fahrer beim Drehen der Räder hilft".

Komponenten der Servolenkung: Druckpumpe



Beim Drehen saugen die Flügel Öl an und komprimieren es in den Druckkammern, um danach den Druck im Kreislauf zu erhöhen.

Es gibt zahlreiche Pumpentypen zum **Generieren** des erforderlichen **Öldrucks** im Kreislauf der Lenkung. Die geläufigsten sind Flügelpumpen, Zahnradpumpen und Kolbenpumpen. Alle sind wartungsfrei und nicht reparierbar. Die Pumpen können durch den **Fahrzeugmotor** über einen gerippten Riemen oder durch einen elektronisch gesteuerten **Elektromotor betätigt** werden.

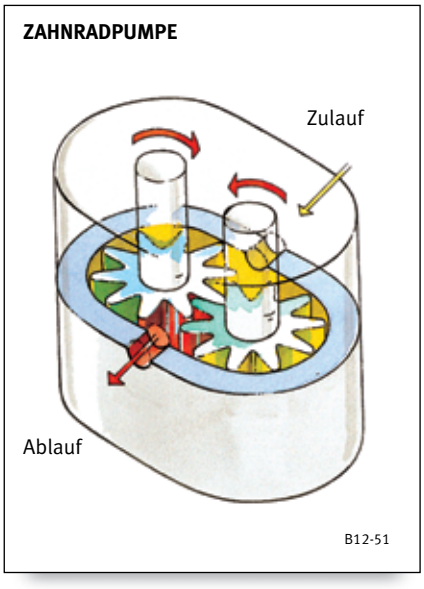
Flügelpumpe

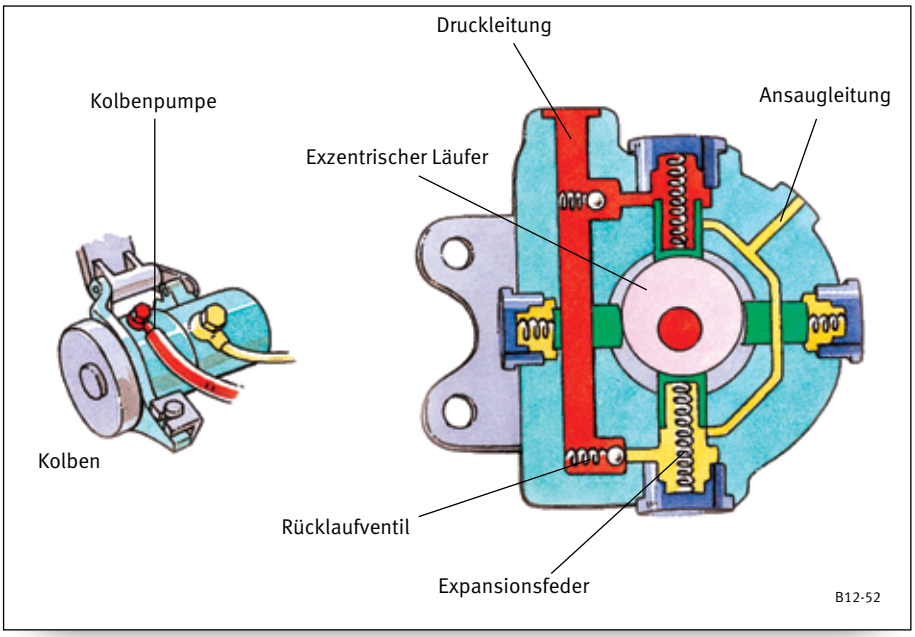
Der **Läufer** ist mit der Antriebsachse verbunden und hat einige Rillen, in denen sich die **Flügel** befinden, die nur axiales Spiel haben.
Die Innenseite des **Stators** hat die Form einer Ellipse.

Die Anordnung des Läufers innerhalb des Stators schafft **zwei Druckkammern**. Jede Flügelgruppe saugt Öl (zweimal pro Umdrehung) aus den Ansaugrillen, die sich in den **frontalen Abdeckungen** befinden.
In dem Maße, wie der Läufer sich voranbewegt, komprimiert er das Öl, bis es in die Druckkammer gelangt und durch die Ölrillen in den Kreislauf kommt.
Der erzeugte Druck hängt vom Fahrzeug ab und bewegt sich zwischen 70 und 100 Bar.

Zahnradpumpe

Sie besteht aus zwei Zahnelementen, von denen auf eines eine Bewegung von außen übertragen wird.





Die Kolbenpumpe ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine hohe Durchflussmenge unter hohem Druck liefert..

Beim Drehen saugen sie das Öl aus der Saugleitung, komprimieren es und transportieren es auf die Druckseite des Kreislaufs.

Kolbenpumpe

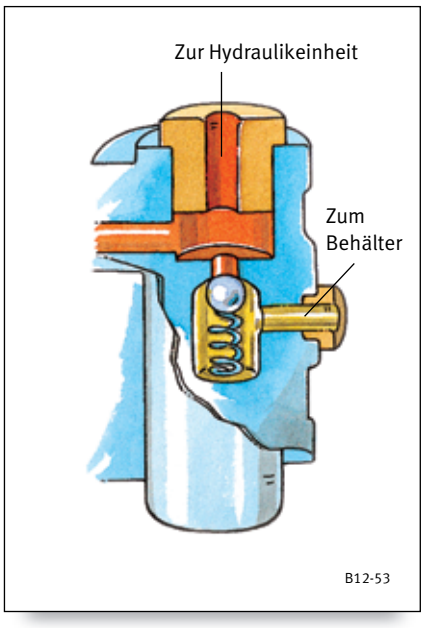
Die **Antriebsachse** und der **exzentrische Läufer** bilden eine sich gemeinsam bewegende Einheit. Auf dem Läufer lagert die **Kolbengruppe**. Alle Kolben funktionieren auf die gleiche Weise.
In **Ruhestellung** schiebt die Expansionsfeder den Kolben zum exzentrischen Läufer, so dass die **Saugleitung offen** bleibt und das Öl ins Innere des Kolbens gesaugt wird.

In dem Maße, wie der Läufer dreht, wird der Kolben **komprimiert**, und die Saugleitung schließt sich.
Wenn der maximale Druck erreicht wird (etwa 150 Bar), öffnet sich das Rücklaufventil, und das Öl fließt in die Druckleitung.

Druckbegrenzungsventil

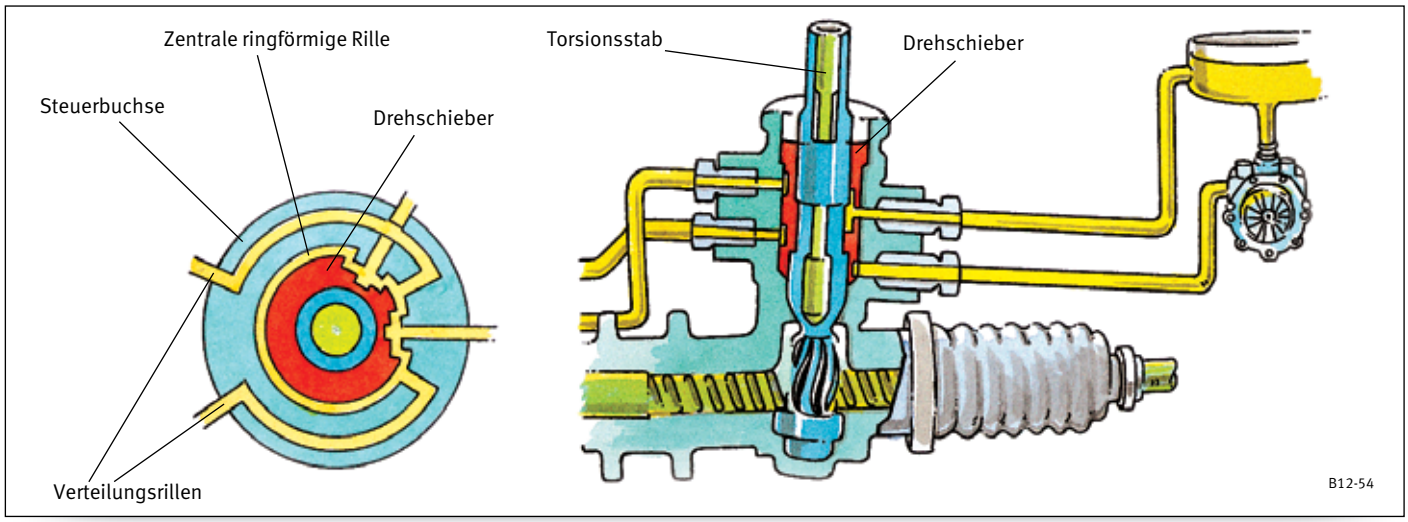
Es ist im Inneren der Pumpe angebracht. Es handelt sich um ein **Sicherheitsventil**, das sich öffnet, wenn der Öldruck im Kreislauf über den Grenzwert hinaus ansteigt.
Wenn es sich öffnet, wird das Öl zur Ansaugleitung der Pumpe umgeleitet.

Das Begrenzungsventil ist immer im Inneren der Pumpe und verhindert, dass der Höchstdruck des Systems überschritten wird.



"Sie befindet sich im Inneren des Lenkgetriebes,
um das schrägverzahnte Ritzel und hat die Aufgabe, den
Öldruck zu verteilen, wenn das Lenkrad bewegt wird".

Komponenten der Servolenkung: Hydraulikeinheit



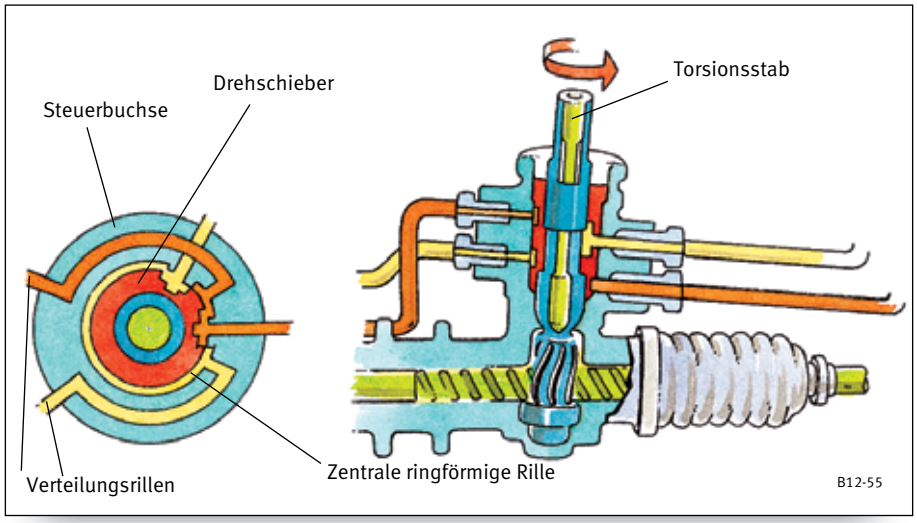
In Ruhestellung hat der Hydraulikkreislauf fast keinen Druck, da die gesamte Durchflussmenge leicht zum Behälter zurückgelangt.

Bei Drehungen verdreht sich der Torsionsstab und verschiebt die Position des Drehschiebers, damit der Öldruck zu einer der Kammern des Arbeitszylinders gelangt.

Die verbreitetsten Hydraulikeinheiten sind die mit Schieber sowie Servotronic.

Hydraulikeinheit mit Schieber

Sie besteht im Wesentlichen aus einem Drehschieber, einem Torsionsstab und einer Steuerbuchse.



Ein Ende des Torsionsstabs wird mit der Lenksäule verbunden, der andere mit dem schrägverzahnten Ritzel. Der **Drehschieber** dreht mit der Lenksäule und verhält sich wie ein Ventil, das je nach Stellung verschiedene Öffnungen der Steuerbuchse miteinander verbindet.

Bei **Geradeausfahrt** befinden sich der Torsionsstab in Ruhestellung und der Drehschieber in Neutralstellung, so dass das Öl fast ohne Druck durch alle Rillen läuft und dann in den Behälter gelangt.

Wenn das **Lenkrad gedreht** wird, "verdreht" sich der Torsionsstab, verschiebt den Drehschieber und generiert eine **Verschiebung** zwischen der **Steuerbuchse** und dem **Drehschieber**, so dass der Drehschieber den von der Pumpe kommenden Eingang mit dem Ausgang zu einer der Kammern des

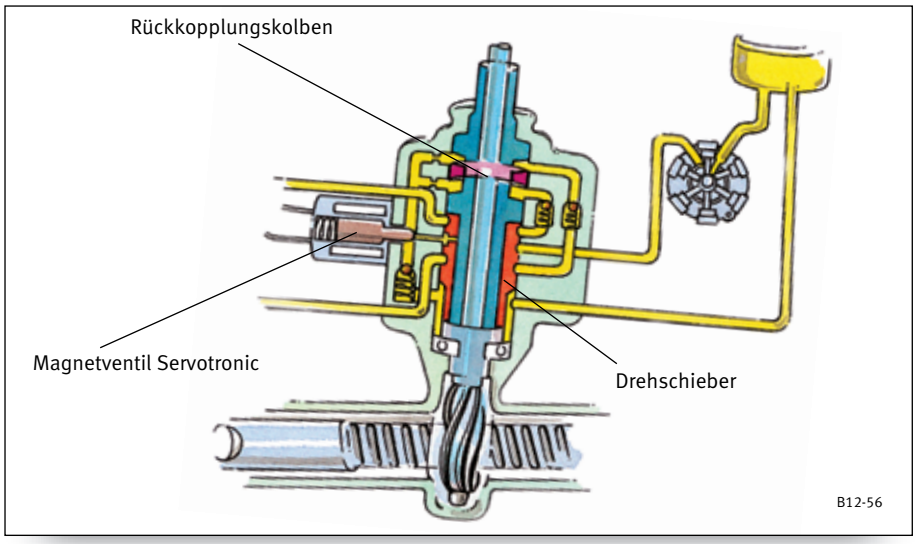
Arbeitszylinders und den Rücklauf mit der anderen Kammer verbindet.

Hydraulikeinheit Servotronic

Neben der **Verteilung** des **Öldrucks** kann sie den Unterstützungsgrad der **Servolenkung verändern**, und zwar **je nach Geschwindigkeit** des Fahrzeugs.

Die Verteilung des Öls ist gleich wie bei der Hydraulikeinheit mit Schieber. Die Neuerung ist der **Rückkopplungskolben.**

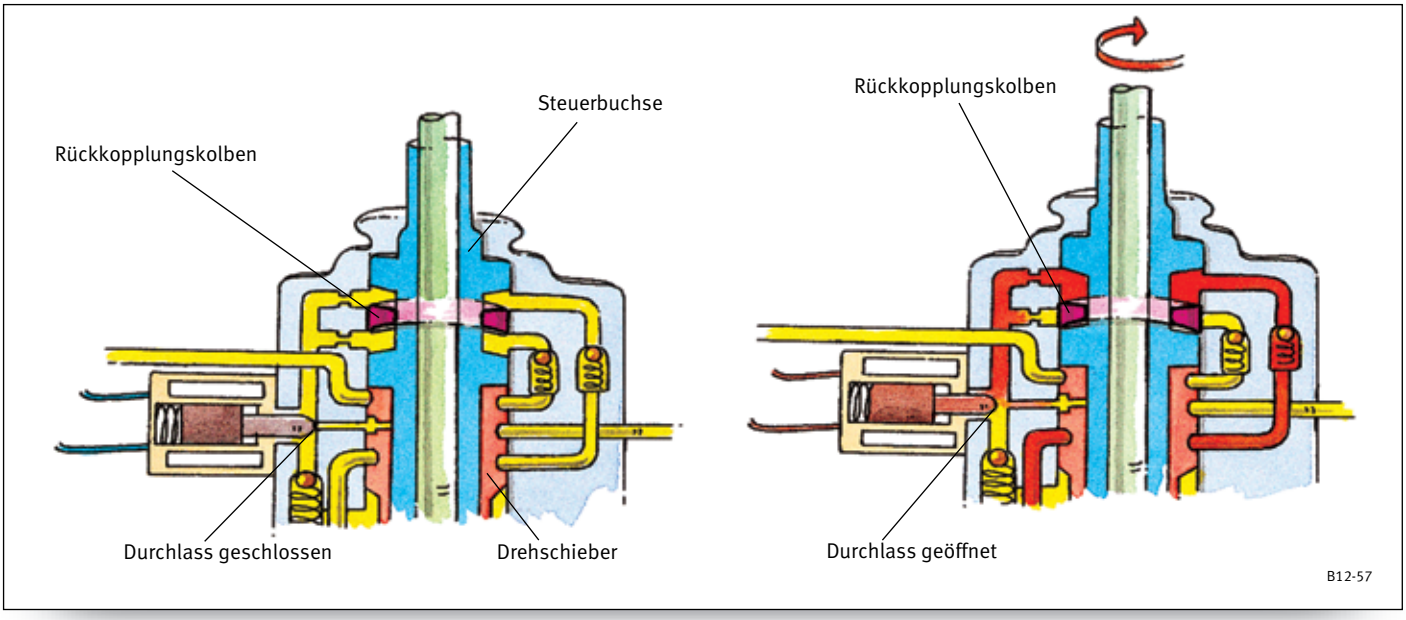
Dieser Kolben bewegt sich axial je nach dem hydraulischen Druck, den er von jeder Seite erhält und der von einem **Magnetventil** gesteuert wird. Wenn der Kolben sich nicht bewegt, ist die Lenkung **leichtgängig** (Fahren bei geringer Geschwindigkeit).



Das Verhalten der Servotronic-Einheit bei niedrigen Geschwindigkeiten ist identisch mit dem normaler Servolenkungen.

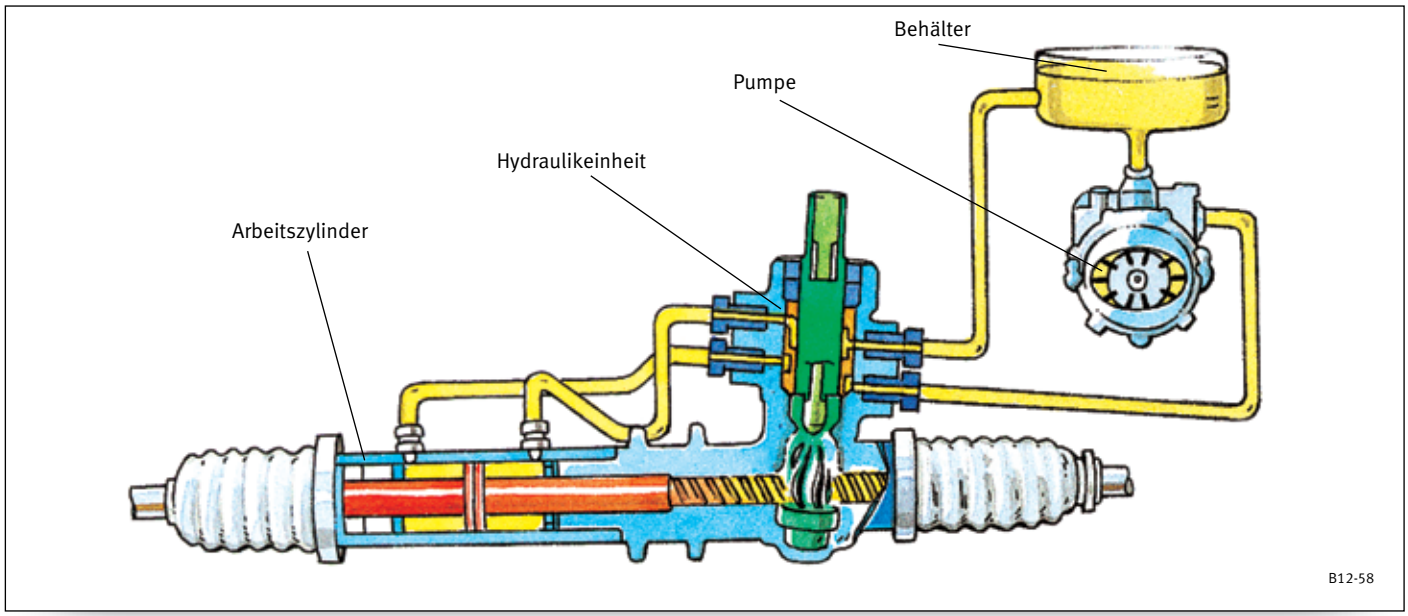
Wenn der Rückkopplungskolben blockiert, muss der Fahrer **mehr Kraft** aufwenden, um das Lenkrad zu bewegen (hohe Geschwindigkeiten).

Beim Fahren mit hoher Geschwindigkeit wird das Magnetventil angesteuert, und das System bietet weniger Lenkhilfe.



"Dies sind jene Lenkungen, die das zusätzliche Drehmoment zu dem des Fahrers durch unter Druck stehendes Öl erhalten".

LENKUNGEN MIT HYDRAULISCHER SERVOLENKUNG



Die hydraulische Servolenkung ist konstant, unabhängig von der momentanen Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Einfachen Lenkungen wird ein **Hydraulikkreislauf** angefügt, um die Wirkung der **Servolenkung** zu erreichen, und die Betätigung erfolgt bei Bewegung des Lenkrads.
Je nach Konfiguration kann es sich um folgende Komponenten handeln:
- Hydraulische.
- Elektrohydraulische.
- Servotronic.

Hydraulische Lenkung

Sie **bestehen aus** einem Behälter, einer Druckpumpe, der hydraulischen Steuereinheit, dem Begrenzungsventil und dem Arbeitszylinder, und alles ist mit Leitungen verbunden.
Diese Lenkung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe das Öl **kontinuierlich** zu beiden Kammern des Arbeitszylinders fördert. Wenn der Fahrer das Lenkrad bewegt, leitet die hydraulische Steuereinheit den Druck zu einer der Kammern ab, und die andere Kammer wird mit dem Behälter verbunden.

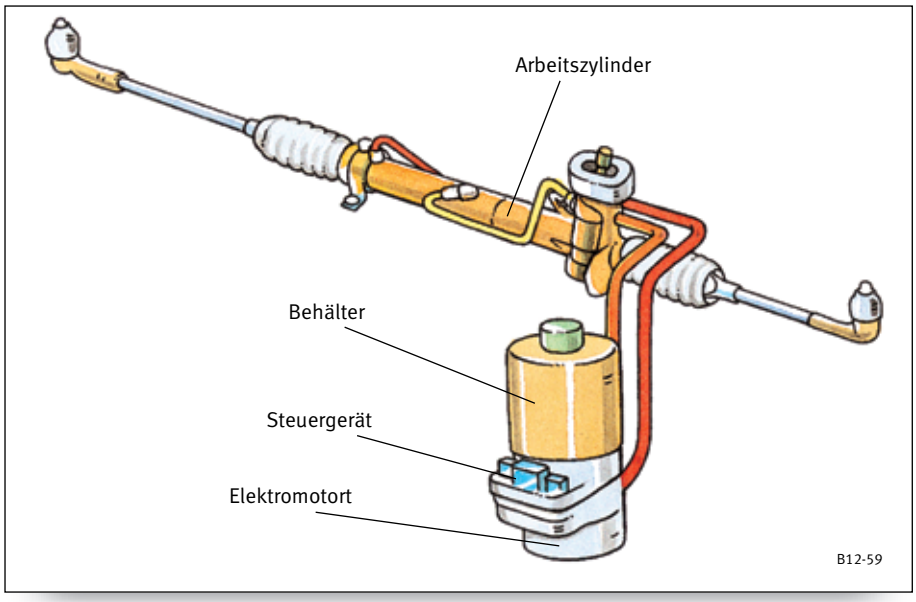
Elektrohydraulische Lenkung

Sie besteht aus den gleichen Komponenten wie die hydraulische Servolenkung, mit dem Unterschied, dass die Pumpe von einem elektronisch gesteuerten Elektromotor betätigt wird.
Bei **niedrigen Geschwindigkeiten** wird der Elektromotor angesteuert, und es wird der **maximale Druck** generiert.
Bei **höherer Geschwindigkeit verringert** sich die Ansteuerung des Elektromotors, es entsteht weniger **Druck** und die Lenkhilfe wird verringert.

Servotronic

Dies ist eine Variante der hydraulischen Servolenkung, die eine elektronische Steuerung umfasst.
Sie ist dadurch **gekennzeichnet**, dass sie die Lenkung mit zunehmender **Geschwindigkeit schwergängiger** macht und mehr Komfort und Sicherheit bietet.
Die **Komponenten, die je nach der hydraulischen Servolenkung variieren**, sind: Die Kolbenpumpe, das Magnetventil, die hydraulische Servotronic-Einheit und das Steuergerät.

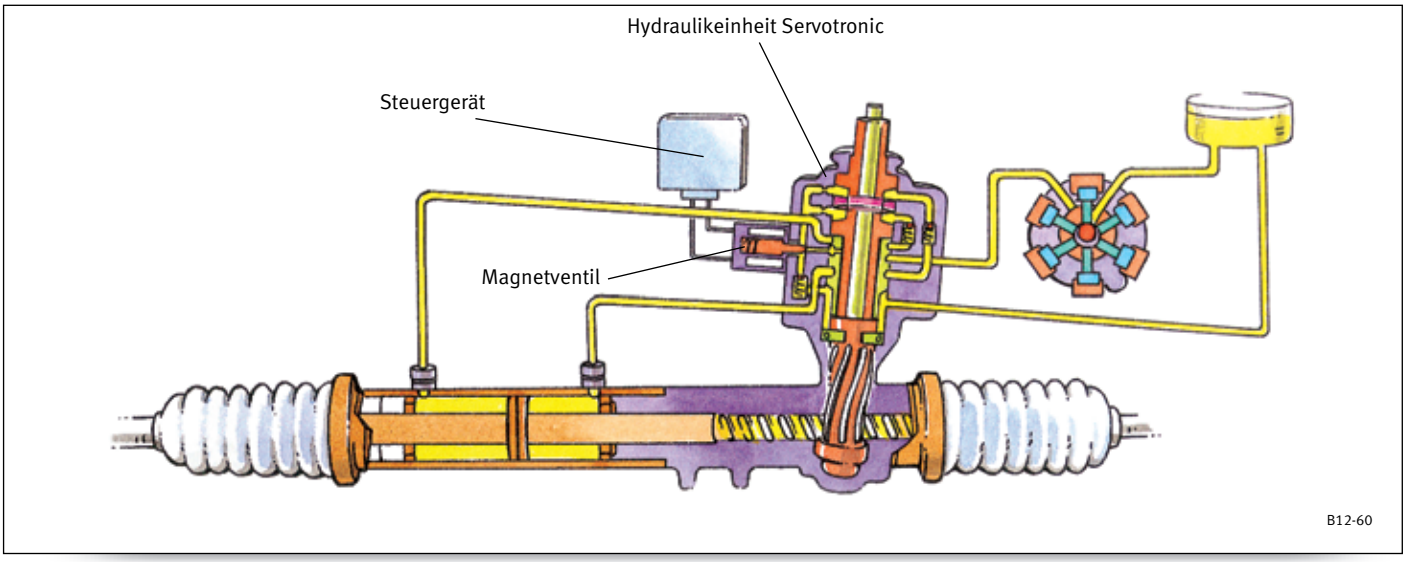
Das Steuergerät steuert das Magnetventil an, um den Öldurchlass zu regulieren und den Kolben zu blockieren, worauf zum Bewegen des Lenkrads ein größerer Kraftaufwand erforderlich ist.
Unterhalb von **20 km/h** ist die Lenkhilfe maximal.



Zwischen **20** und **190 km/h** wird die Lenkhilfe durch zunehmenden Widerstand gegen ein Drehen des Lenkrads verändert.
Und oberhalb von **190 km/h** wird der maximale Widerstand gegen ein Drehen des Lenkrads erreicht.

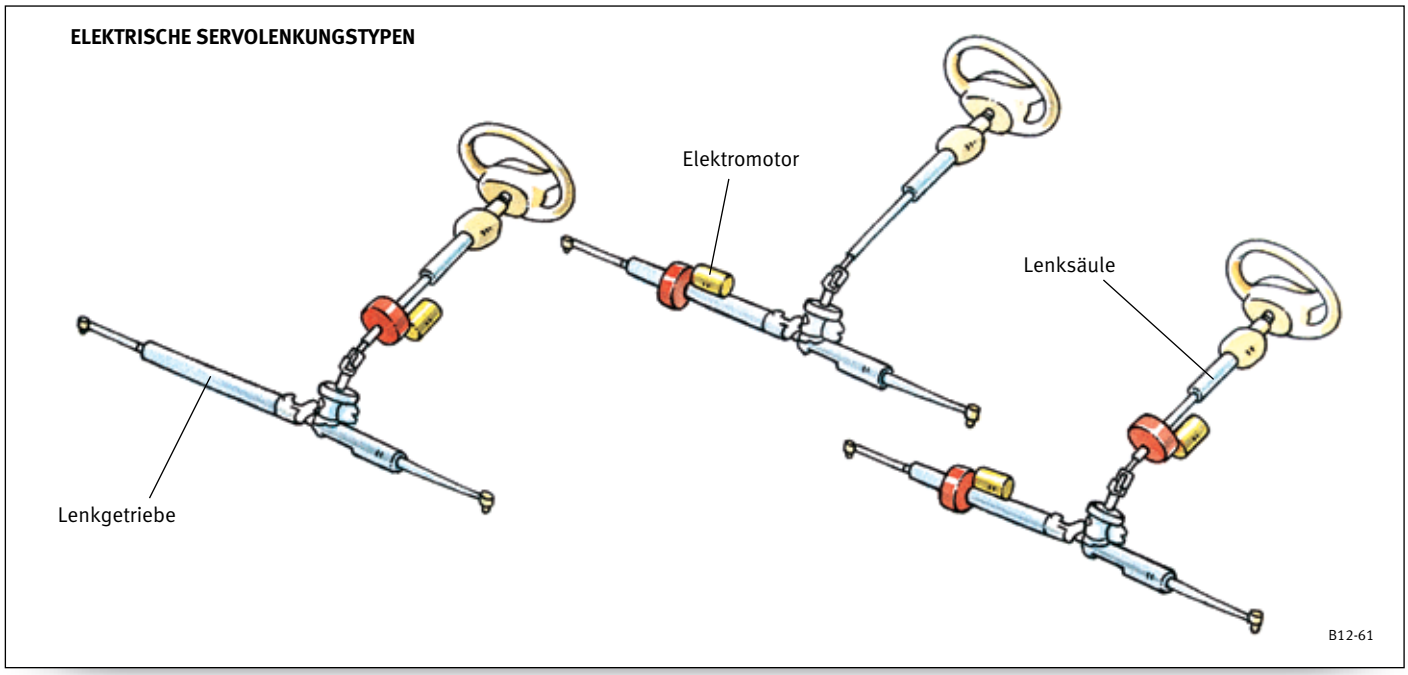
Die Elektropumpe ist der charakteristische Bestandteil der elektrohydraulischen Servolenkung. Ihre Ansteuerung wird von einem Steuergerät vorgenommen.

Je nach Ansteuerung des Magnetventils durch die hydraulische Steuereinheit Servotronic variiert die Schwergängigkeit der Lenkradbetätigung.



"Es handelt sich um einen immer häufiger verwendeten Typ von Servolenkung, da er einfach und effizient ist".

LENKUNGEN MIT ELEKTRISCHER SERVOLENKUNG



Das zusätzliche Drehmoment kann auf die Lenksäule, auf die Zahnstange oder auf beide zugleich ausgeübt werden. Dies hängt vom Gewicht ab, das auf jeder Achse lastet.

Es handelt sich um Lenkungen, deren **zusätzliches Drehmoment** von einem Elektromotor geliefert wird, der mit der Lenkung verbunden ist und von einer eigenen Elektronik gesteuert wird.
Die elektromechanischen Servolenkungen sind gekennzeichnet durch:
- **Kraftstoffersparnis** : Der Elektromotor wird nur angesteuert, wenn die Servolenkung erforderlich ist.
- Sie führen das jeweils **erforderliche Drehmoment** zu und beeinflussen die Rückstellung der Lenkung.
- Sie bilden eine **kompakte Einheit**, wodurch sich die Verkabelung verringert.
- **Sie übertragen** das **Verhalten** des Fahrzeugs und den Straßenzustand an den Fahrer.
- Sie wirken sich nicht auf die **Sicherheit** aus, da die Lenksäule ebenfalls zurückgeklappt und verstellt werden kann.

Typen

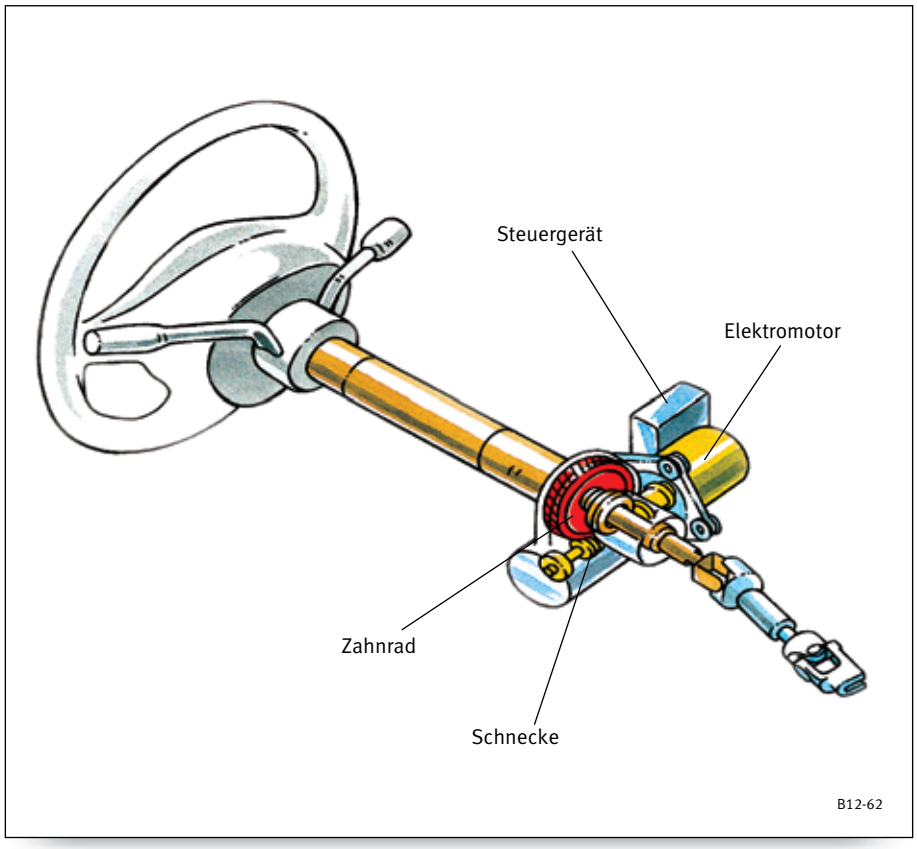
Sie sind je nach erforderlicher Lenkhilfe in drei Gruppen unterteilbar:
- **Leichte** Fahrzeuge (bis 650 kg pro Achse): Der Elektromotor wirkt auf die Lenksäule.
- **Mittlere** Fahrzeuge (bis 850 kg pro Achse): Hier wirkt der Elektromotor auf die Zahnstange.
- **Leichte Nutzfahrzeuge** oder Kleintransporter: Es werden zwei Elektromotoren, einer an der Lenksäule und einer an der Zahnstange, verwendet.

Komponenten

Sie bestimmen und erzeugen die in jedem Augenblick ideale Lenkhilfe. Die charakteristischsten Bestandteile sind: Der Drehmomentsensor, der Sensor für die Lenkradstellung, der Geschwindigkeitssensor des Fahrzeugs, das Steuergerät und der Elektromotor.
Dieser dreht frei und wird vom Steuergerät angesteuert. Verbunden mit dem Läufer ist Schnecke, die mit einem an der Lenksäule oder an der Lenkstange befestigten Zahnrad verzahnt ist.

Funktion

Das Steuergerät analysiert fortwährend die von den Sensoren kommenden Signale.
Wenn das Steuergerät feststellt, dass der Fahrer ein Drehmoment von mehr als 0,01Nm auf das Lenkrad ausübt, ermittelt es die Richtung und Geschwindigkeit der Drehung des Lenkrads und steuert den Elektromotor entsprechend mehr oder weniger stark an.
Das Ergebnis ist eine variable **Lenkhilfe**; **Leichtgängiger bei niedriger** Geschwindigkeit, **fester bei hoher** Geschwindigkeit.

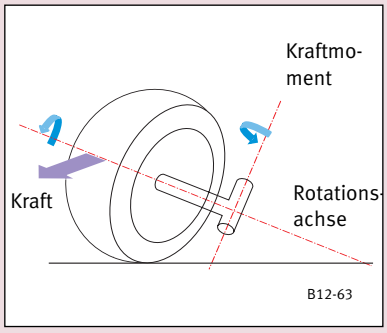


Es handelt sich um eine leichte, kompakte Lenkung; die meisten Komponenten sind um die Lenksäule gruppiert.

IM DETAIL

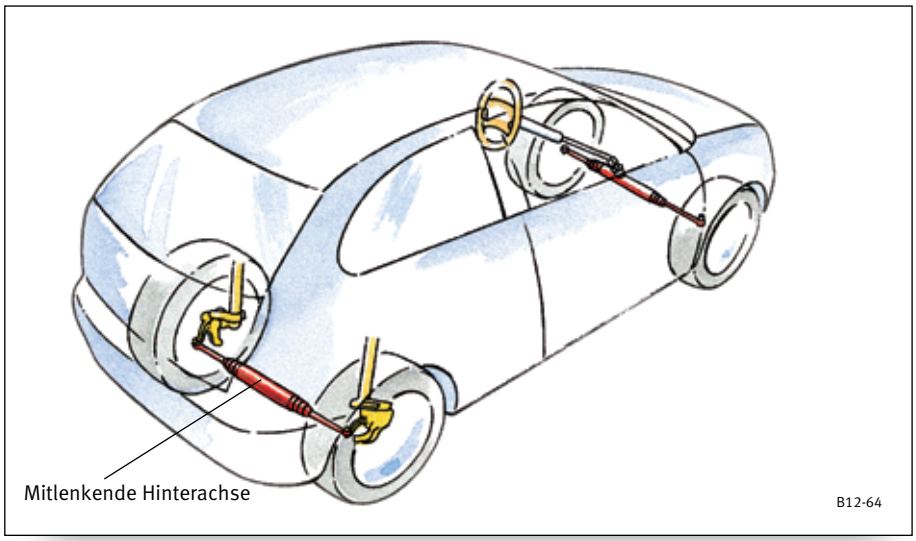
Kreiseleffekt der Räder

Es handelt sich um ein Phänomen, das immer bei Gegenständen (Rad, Kreisel...) auftaucht, die um die eigene Achse rotieren, die anfangs vertikal war und nun schräg wird.
Infolgedessen tritt eine Kraft auf, die eine Übertragungsbewegung des Gegenstands auf eine neue Vertikalachse generiert.
Im konkreten Fall eines Rades ist die Rotationsachse aufgrund der Abmessungen der Lenkung geneigt, weshalb eine Kraft an einem Ende des Achsschenkels auftritt, die ihrerseits ein Kraftmoment hervorruft, das die Ausrichtung der Räder durch die Lenkung erschwert.
Um diese kontraproduktiven Effekte zu vermeiden, werden Spreizung und Sturz verwendet, hinzu kommen möglichst leichte Räder.



"Die Vierradlenkung verleiht dem Fahrzeug
mehr Fahrstabilität und verbessert die Manövrierbarkeit".

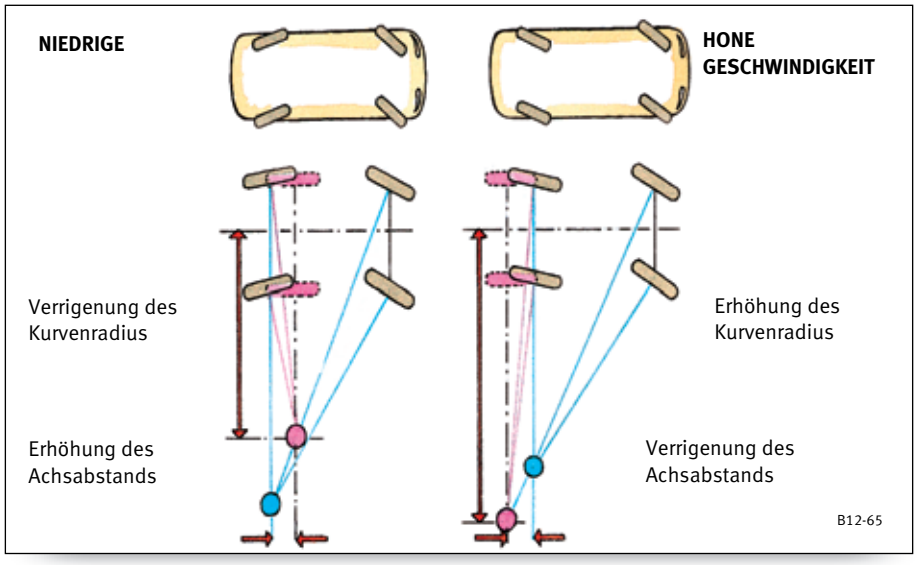
Mitlenkende Hinterachse (4WS)



Das Lenksystem der Vorderachse kann jeglichen Typs sein, während an der Hinterachse das elektromechanische am verbreitetsten ist.

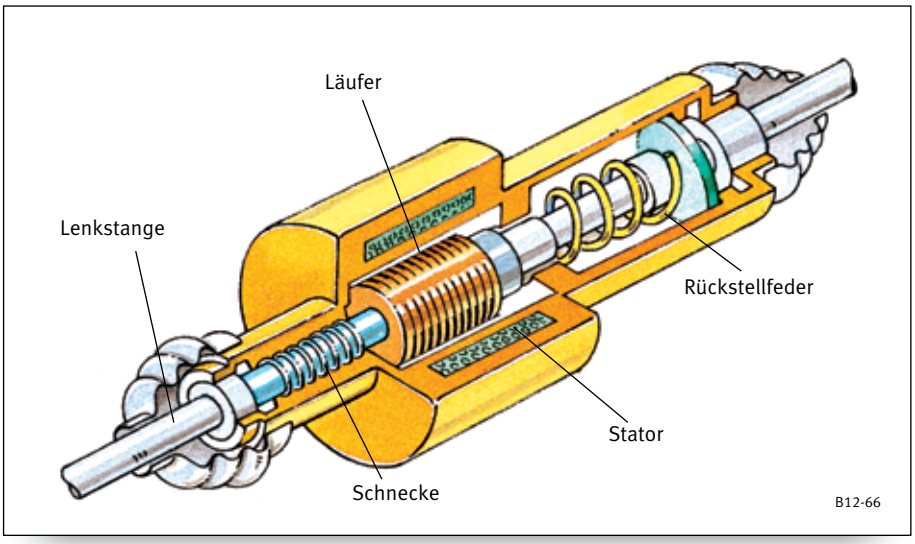
Die Allradlenkung, 4WS, weist die Besonderheit auf, dass die Hinterräder in dieselbe oder die entgegengesetzte Richtung wie die Vorderräder ausgerichtet werden.
Wenn alle **Räder** in **dieselbe Richtung** drehen, entspricht dies einer Vergrößerung des Kurvenradius und einer Erhöhung des Achsabstands. Dies bietet größere **Fahrstabilität** bei **hohen Geschwindigkeiten**.
Wenn die **Hinterräder** in die **entgegengesetzte Richtung drehen**, entspricht das Verhalten einer Verringerung des Abstands zwischen den Achsen und einer Verringerung des Kurvenradius. Dies erhöht die **Manövrierbarkeit** bei niedrigen Geschwindigkeiten.
Bei der Überprüfung und Reparatur der Fahrzeuge mit 4WS ist besondere Aufmerksamkeit erforderlich, da sie empfindlicher auf Abweichungen reagieren.

Die Ausrichtbarkeit der Hinterräder verändert die Lenkungsgeometrie je nach den momentanen Erfordernissen.



Mechanismus der Hinterradlenkung

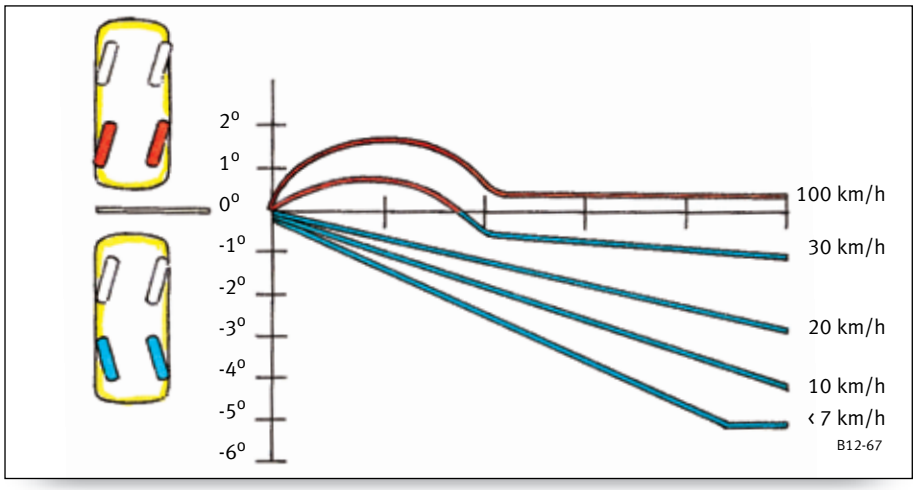
Sie funktioniert wie ein **Schneckenmechanismus**, der von einem **elektrischen** Motor angetrieben wird, der seinerseits von einem Steuergerät angesteuert wird.



Wenn die elektronische Steuerung den Stator ansteuert, dreht der Läufer und zieht die Schnecke mit, wodurch eine Längsbewegung der hinteren Lenkstange hervorgerufen wird.

Das Gewinde der Schnecke geht vom Gehäuse aus, ist fest und bewegt sich nicht, während die Schnecke mit dem Läufer des Elektromotors und der Lenkstange der Hinterachse verbunden ist.
Zudem fixiert eine **Rückstellfeder** die Hinterradlenkung in neutraler (zentrierter) Position, wenn die Stromversorgung ausfällt oder ein Fehler im System auftritt.
Der Motor wird durch ein Steuergerät angesteuert, und zwar im Wesentlichen entsprechend dem Winkel und der Geschwindigkeit, mit denen die Vorderräder ausgerichtet wurden, sowie der Fahrgeschwindigkeit.
Unterhalb von **30 km/h** drehen die Hinterräder immer, in höherem oder geringerem Maße, in die den Vorderrädern entgegengesetzte Richtung, um die **Manövrierbarkeit** zu verbessern.
Beim Fahren bei **30 km**/h bleiben die Hinterräder in **neutraler** Position.
Und **oberhalb** von **30 km/h** drehen die Hinterräder in dieselbe Richtung wie die Vorderräder, um die **Stabilität** zu erhöhen.

Die Grafik zeigt die Richtung und die Drehungsgrade der Hinterräder je nach Drehung des Lenkrads und der Fahrgeschwindigkeit.



"Ein Fehler in der Lenkung verändert nicht nur den Fahrweg, sondern beeinträchtigt auch die Fahrstabilität und bisweilen auch die leichte Handhabbarkeit".

Fehler in der Lenkung



Um die bei allen Lenkwerten ermittelten Ergebnisse als gültig betrachten zu können, ist es erforderlich, einige "Vorbereitungen" zu treffen.

Die Überprüfung oder Lokalisierung eines Fehlers in der Lenkung erfordert ein methodisches Befolgen folgender Richtlinien. Nur so kann eine Reparatur korrekt erfolgen:

- Vorbereitungen.
- Dyniamiktest.
- Diagnose und Anomalien der mechanischen Elemente.
- Kontrolle und Regelung.
- Diagnose und Anomalien der Servolenkung.

Vorbereitungsmaßnahmen

Vor der Überprüfung der Lenkung muss das Fahrzeug vorbereitet werden. Anderenfalls können die ergriffenen Maßnahmen und die Reparatur fehlerhaft sein.
Die **Reifen**, ihre Abmessungen, der Luftdruck und die Abnutzung der Lauffläche werden überprüft.
Es wird sichergestellt, dass kein **Spiel** in den Kugelgelenken, Gelenken, Radlagern oder anderen Befestigungspunkten der Aufhängung existiert.

Dynamiktest

Es wird eine **kurze Strecke** auf der Landstraße oder auf einem Rollenprüfstand gefahren. Neben der Lenkung ist dem Verhalten der **Aufhängung** und der **Bremsen** besondere Beachtung zu schenken.

Es muss beobachtet werden, ob die Tendenzen beim Beschleunigen oder Bremsen variieren, ob Schlingern oder Instabilität bei der Ausfahrt aus einer Kurve oder auf schlechtem Straßenbelag auftritt usw.

Diagnose und Anomalien der mechanischen Elemente

Das sind jene, die auf einen Defekt eines Bauteils der Lenkung zurückzuführen sind und folgendes hervorrufen können:
- Tendenz zum **Abweichen auf eine Seite** bei Geradeausfahrt.
- Vorhandensein von **Spiel** am **Lenkrad**.
- **Schwierigkeit**, die **Lenkung** zu handhaben.
- Ungleichmäßige **Abnutzung** der Reifen.
- Auftreten **merkwürdiger Geräusche.**

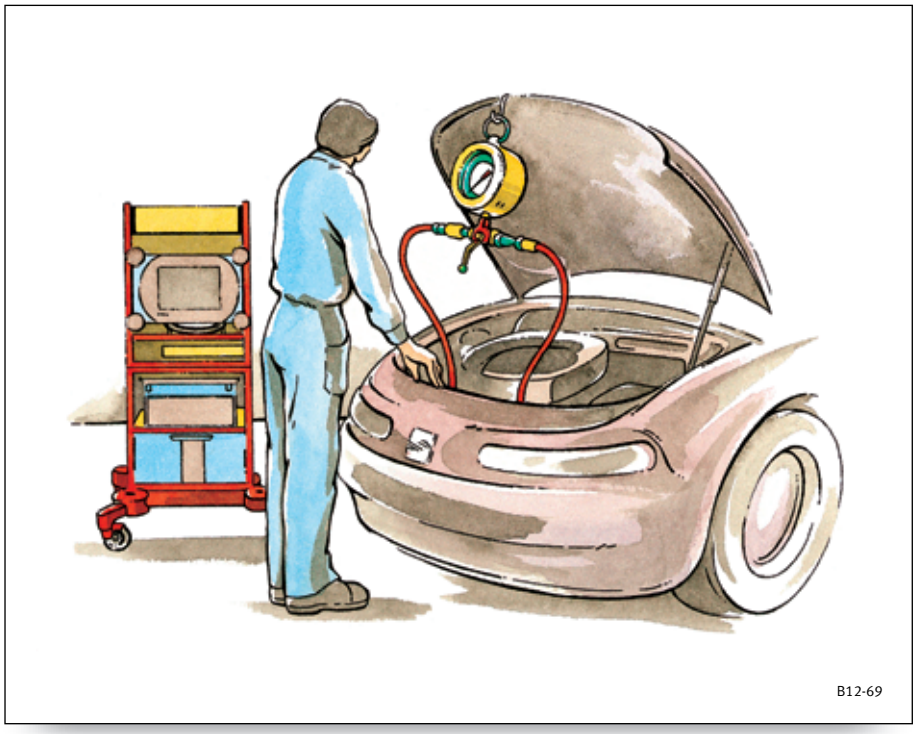
Kontrolle und Regelung

Die **Geometrie** des **Fahrzeugs** und die **Ausrichtung** aller **Räder ist zu überprüfen.** Der Wert jeder Abmessung hängt von den Konstruktionseigenschaften ab, und nicht immer können alle Werte eingestellt werden.
Besonderes Augenmerk ist auf mögliche Deformationen des Rahmens (geometrische Mittelachse, Abweichung der Hinterachse, Verzögerung der Vorderräder, Drehwinkel...) zu richten.

Diagnose und Anomalien der Servolenkung

Nach Vornahme der genannten Arbeitsschritte wird die Servolenkung überprüft.
Wenn sie über Eigendiagnose verfügt, wird diese abgefragt, und es werden die entsprechenden elektrischen Prüfungen vorgenommen.
Und schließlich, wenn die Servolenkung einen Hydraulikkreislauf hat, wird der **Ölstand** im Behälter geprüft und überprüft, ob **Lecks** oder **Brüche** vorhanden sind. Dann wird mit Hilfe eines Manometers der **Druck** im Hydraulikkreislauf gemessen.

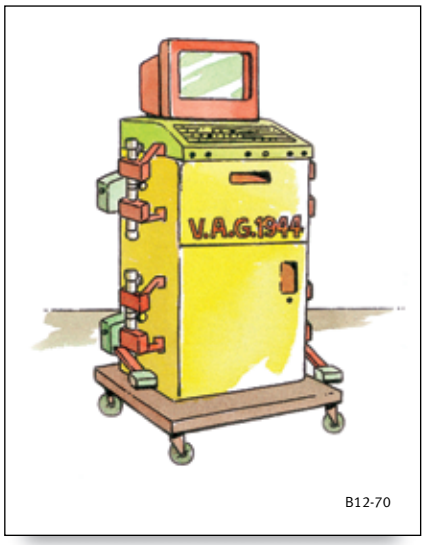
Die gebotene Sorgfalt bei den Messungen garantiert eine korrekte Überprüfung der Werte der Lenkung.



"Die immer häufigere Verwendung elektronischer Ausrichtgeräte beschleunigt die Überprüfung und Lokalisierung möglicher Fehler".

AUSRICHTGERÄTE

Die Verwendung von Diagnosegeräten ermöglicht es, die Werte der Lenkung zu überprüfen.



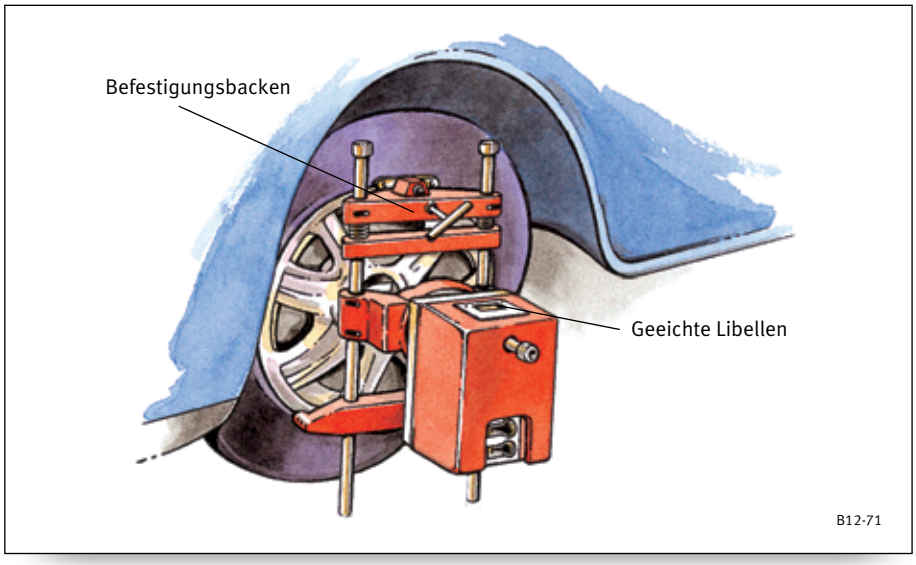
B12-70

Sie werden zur Überprüfung und Korrektur der Lenkung verwendet. Damit die Messungen mit dem Messgerät korrekt sind, muss **zuvor** folgendes **überprüft** werden:
- Reifen.
- Mögliches Spiel.
- Zustand der Aufhängung.
- Position des Fahrzeugs (Höhe, Neigung, Last usw.).

Die Ausrichtung **wird immer dann überprüft, wenn** :
- ein Defekt im Fahrverhalten auftritt,
- einer oder mehrere Reifen ungleichmäßig abgenutzt sind,
- durch einen Unfall beschädigte Teile ausgetauscht wurden,
- Teile der Achse abmontiert wurden (jedes Fahrzeug ist anders).

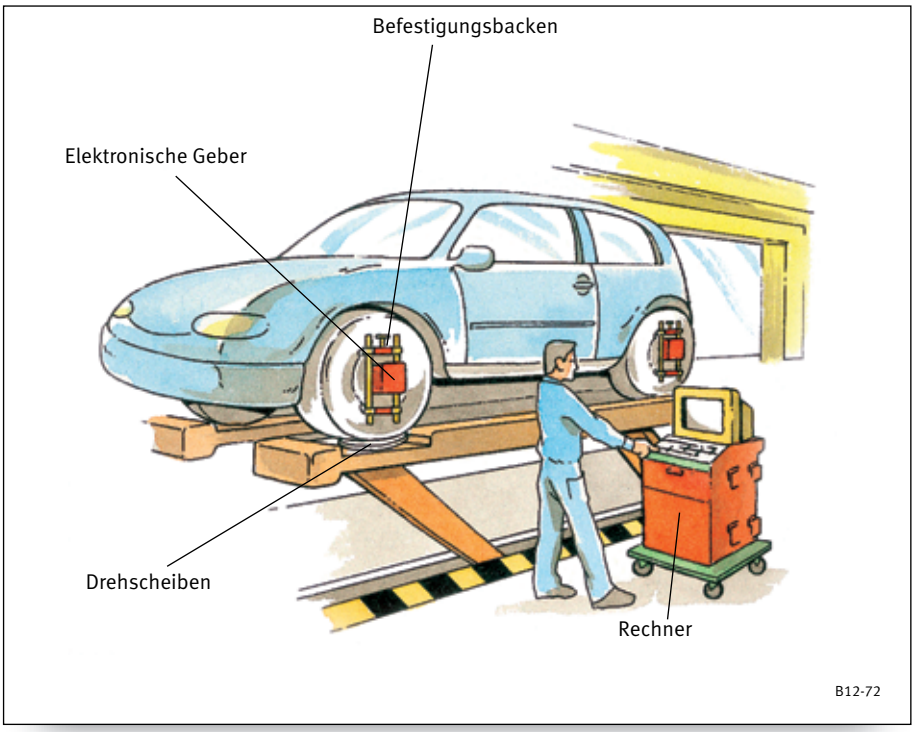
Gegenwärtig werden **elektronische** Ausrichtgeräte verwendet. Andere Modelle wie die mit Wasserwaagen oder mechanische oder solche mit Lichtstrahl werden nur noch selten verwendet.

Der **Unterschied** zwischen den Messgeräten ist die **Messmethode**, doch die Ergebnisse sind gleich.



B12-71

Es handelt sich um ein sehr genaues Messgerät, das exakt angelegt werden muss.



Elektronischer Ausrichter

Er besteht aus Drehscheiben, Befestigungsbacken, elektronischen Gebern und einem Rechner.

Die **Drehscheibe** ist eine Plattform, auf die die gelenkten Räder gestellt werden und die diese drehen und den Winkel messen kann.

Die **Befestigungsbacken** haben einen Mechanismus zur Befestigung an den Rädern. Es ist auf eine korrekte Montage zu achten, um Messfehler zu vermeiden; hierfür verfügen sie über Wasserwaagen auf geeichten Transportern.

Die **elektronischen Geber** senden Hochfrequenzwellen aus. Sie werden auf jeden Backen montiert und senden ein Signal an den Rechner.

Der **Rechner** verarbeitet die Signale und vergleicht sie mit der gespeicherten Datenbank. Dann wird auf dem Monitor das Messergebnis und die Abweichung angezeigt.

Die von SEAT empfohlenen Messgeräte sind **SAT 5800** und **VAS 1944.**

IM DETAIL

Berechnung des Spurwinkels oder des Spurdriftwinkels

Zum Berechnen der Spurdrift muss die Spur jedes Hinterrades gemessen und dann folgendes getan werden.

***Wenn** die ermittelten Werte das **gleiche Vorzeichen** (+/+ oder -/-) haben, wird der größere Wert vom kleineren abgezogen und dann durch zwei geteilt.*

Spur linkes Hinterrad +15'
Spur rechtes Hinterrad +5'
15'-5'=10'
10':2=5'
*Spurdrift = 5' **Wenn** die Werte ein **unterschiedliches Vorzeichen** (+/- o -/+) haben, werden sie addiert und das Ergebnis durch zwei geteilt.*

Spur linkes Hinterrad +15'
Spur rechtes Hinterrad -5'
15'+5'=20'
20':2=10'
Spurdrift= 10'

*Das jeweilige **Ergebnis** ist die reale **Spurdrift** der **Längs-Symmetrieachse** des Fahrzeugs. Eine übermäßige Abweichung bei der Spurdrift würde bei dem Fahrzeug zu einer übermäßigen Abnutzung führen.*

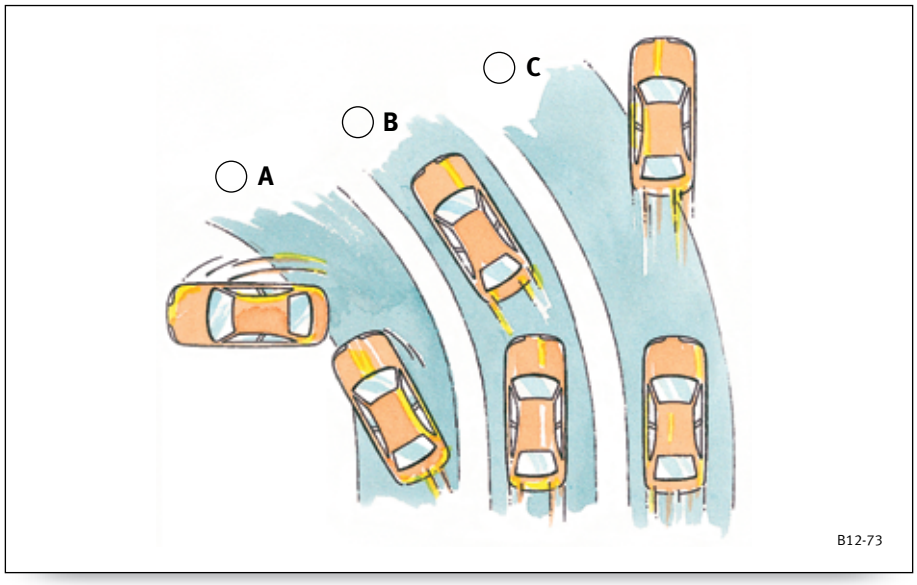
Übungen zur Selbstbewertung

Die folgenden Übungen sollen zur Eigenbeurteilung dienen. Sie können damit feststellen, wie gut Sie die Lenkung und ihre Geometrie verstanden haben. Bei einigen Fragen kann mehr als eine Antwort richtig sein.

.

Die verschiedenen Fragen und Übungen sind in zwei große Gruppen eingeteilt, um den Lernfortschritt nach Themen ermitteln 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. Lenkungsgeometrie



1. **Betrachten Sie den Weg, den jedes dieser drei Fahrzeuge nimmt, und markieren Sie, welches übersteuernd ist.**

2. **Das Ackermann-Trapez soll in Kurven erreichen,...**
   - **A.** dass alle Räder um dasselbe Rotationszentrum drehen.
   - **B.** dass die gelenkten Räder um dasselbe Rotationszentrum drehen.
   - **C.** dass jedes Rad in einem anderen Winkel dreht.
   - **D.** dass beide gelenkten Räder mit demselben Kurvenradius fahren.

3. **Wie verhält sich ein Fahrzeug bei Geradeausfahrt, wenn der Driftwinkel der Hinterräder größer ist?**

   A. Es weicht nicht ab.

   B. Es weicht in Richtung des Driftwinkels ab.

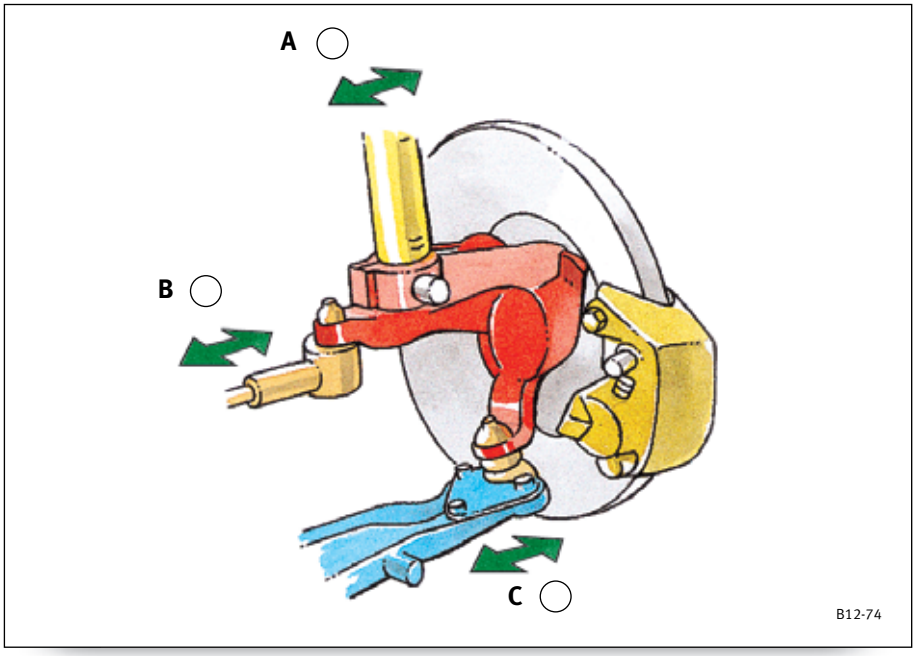
   C. Es weicht entgegen der Richtung des Driftwinkels ab.

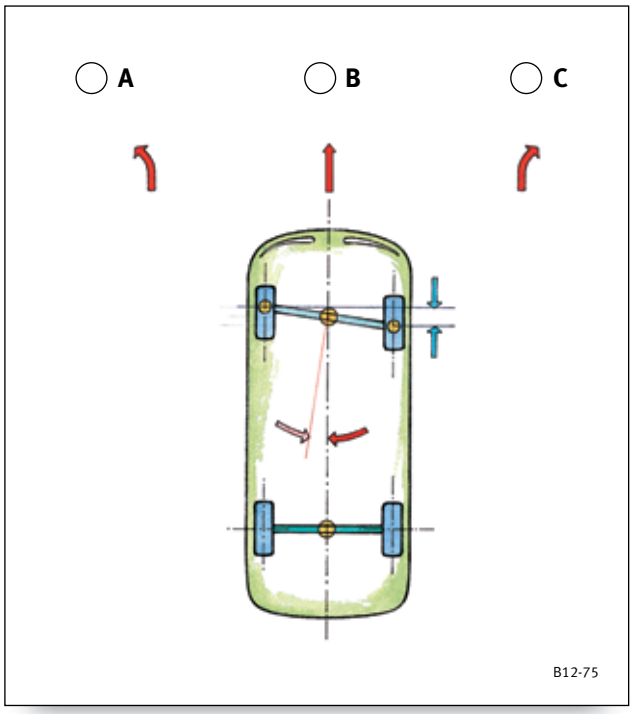
4. **Verbinden Sie die Winkel und ihre Definition mit Pfeilen.**

A. Spreizwinkel.	**1.** Neigung des Achszapfens auf der seitlichen Ebene.
B. Sturzwinkel.	**2.** Neigung des Achszapfens auf der Querebene.
C. Spur.	**3.** Neigung der Achse des Achsschenkels (Rad).
D. Voreilwinkel.	**4.** Die Summe aus Sturz- und Spreizwinkel.
E. Eingeschlossener Winkel.	**5.** Parallelität der Räder

5. **Schreiben Sie in jeden Kreis die entsprechende Zahl, um die Werte der Lenkung eines gelenkten Rades mit McPherson-Aufhängung zu verändern.**

   1. Spreizwinkel.
   2. Sturzwinkel.
   3. Spur.
   4. Voreilwinkel.
   5. Eingeschlossener Winkel.
   6. Drehwinkel.





6. **Das Fahrzeug auf der Abbildung hat eine Verzögerung des rechten Vorderrads. Markieren Sie den Weg, den es nehmen wird.**

7. **Die linke Spalte beschreibt eine Reihe von Einflüssen auf das Fahrzeug. Verbinden Sie jede mit dem Winkel, der sie hervorruft.**

A. Aufrechterhaltung des Fahrweges in der Geraden.

B. Erleichtert das Drehen und verringert die Spannungen im Achsschenkel.

C. Begünstigt die Rückstellung der gelenkten Räder bei Kurvenfahrt.

D. Verleiht Leichtgängigkeit und erleichtert die Rückstellung der Räder.

1. Spreizwinkel.

2. Sturzwinkel.

3. Spur.

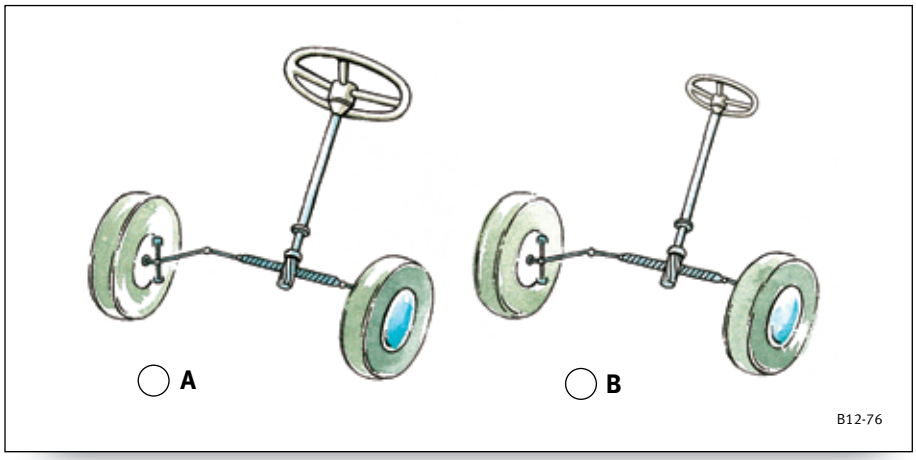
4. Voreilwinkel.

ERGEBNIS

Richtige Antworten	
Gesamtzahl der Antworten	7
erforderliche richtige Antworten	5

2. Lenkungskomponenten und -systeme

8. Markieren Sie die Abbildung, auf der der Fahrer die geringste Anstrengung zur Ausrichtung der Räder aufwenden muss.



9. Der Torsionsstab der Hydraulikeinheit mit Schieber hat die Funktion, eine Verschiebung hervorzurufen zwischen...

A. ... der Steuerbuchse und dem Drehschieber.

B. ... der Steuerbuchse und dem Begrenzungsventil.

C. ... dem Drehschieber und dem Begrenzungsventil.

D. ... der Lenksäule und der Hydraulikeinheit.

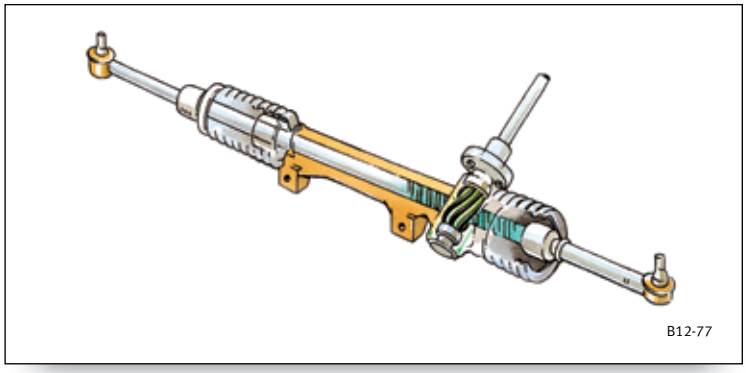
10. Ein Lenkgetriebe mit niedriger Untersetzung zeichnet sich dadurch aus,...

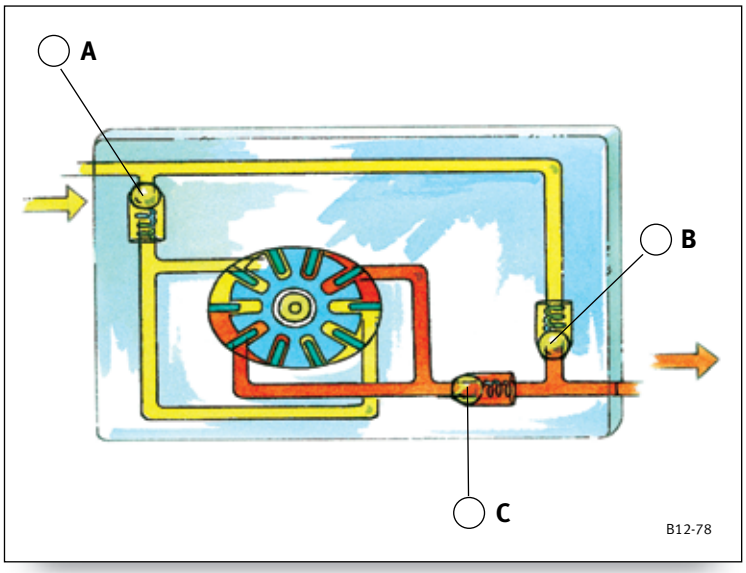
A. ... dass am Lenkrad ein großer Kraftaufwand erforderlich ist.

B. ... dass am Lenkrad ein geringer Kraftaufwand erforderlich ist.

C. ... dass die Ausrichtung der Räder schneller vonstatten geht.

D. ... dass die Ausrichtung der Räder langsamer vonstatten geht.





11. Welches der Ventile auf der Abbildung verhält sich wie ein Druckbegrenzungsventil?

12. Verbinden Sie jede Servolenkung mit Pfeilen mit der Eigenschaft, die sie am besten definiert.

A. Hydraulische Servolenkung.

B. Elektrohydraulische Servolenkung.

C. Elektromechanische Servolenkung.

1. Der Öldruck hängt von der Fahrgeschwindigkeit ab.

2. Das System erkennt das vom Fahrer auf das Lenkrad ausgeübte Moment.

3. Ist eine konstante Lenkhilfe.

13. Mit einer mitlenkenden Hinterachse...

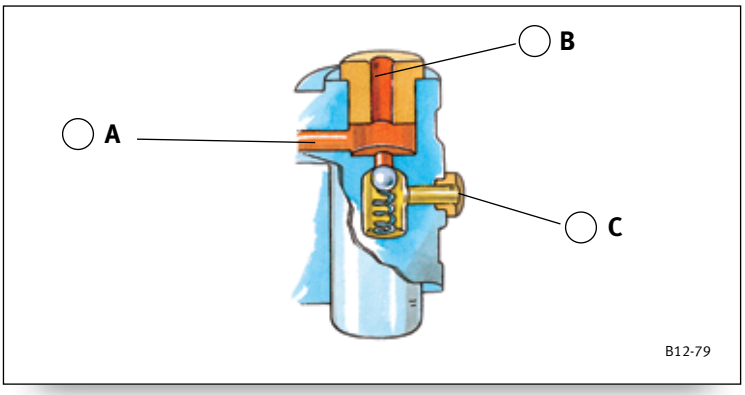
A. ... nimmt der Kurvenradius mit zunehmender Geschwindigkeit zu.

B. ... nimmt der Kurvenradius mit zunehmender Geschwindigkeit ab.

C. ... verringert sich der Achsabstand mit zunehmender Geschwindigkeit.

D. ... erhöht sich der Achsabstand mit zunehmender Geschwindigkeit.

14.Markieren Sie, wo Sie das Manometer anbringen würden, um den Öldruck der Servolenkung zu überprüfen.



15.Welche der folgenden Schritte müssen vor der Überprüfung der Radausrichtung vorgenommen werden?

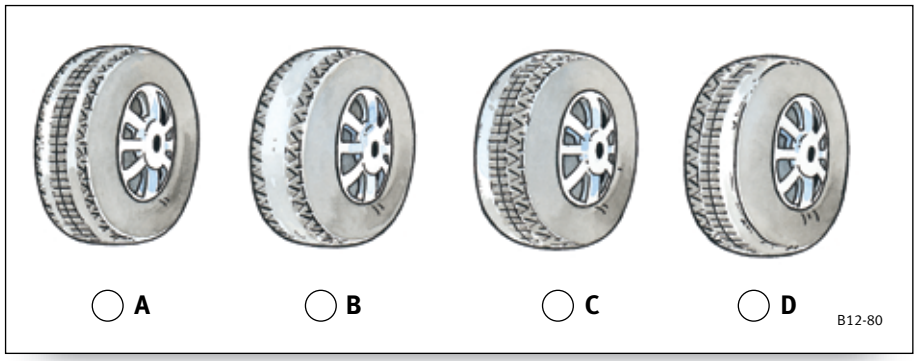
A. Mögliches Spiel überprüfen.

B. Reifendruck überprüfen

C. Aufhängung und Bremsen überprüfen.

D. Druck im Hydraulikkreislauf messen.

16. Was ist die typische Abnutzung bei einem Rad mit übermäßigem Nachlauf?



ERGEBNIS

Richtige Antworten	
Gesamtzahl der Antworten	9
erforderliche richtige Antworten	6

1: C. **2:** A,C. **3:** C. **4:** A,2; B,3; C,5; D,1; E,4. **5:** A,2; B,3; C,1. **6:** C. **7:** A,3; B,2; C,4; D,1.
8: A. **9:** A. **10:** A, C. **11:** C. **12:** A,3; B,1; C,2. **13:** A,C. **14:** C **15:** A,B,C. **16:** D.

SEAT

service

ALE12cb