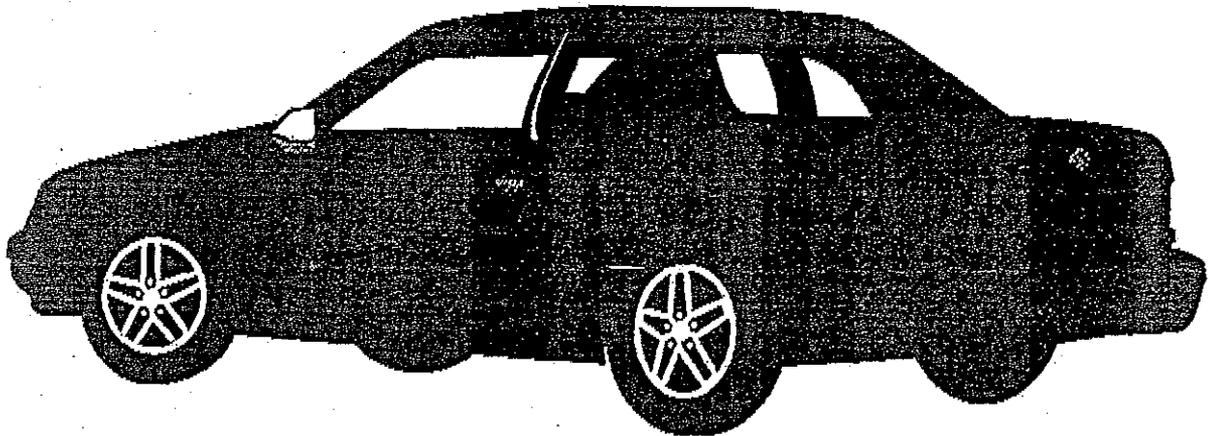


Fahrwerks- und Vermessungsseminar



Fahrwerkstraining

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| Vorwort | 2 |
| Einführung | |
| Vorbereitung der Vermessung | 3 |
| Aufteilung der Fahrwerkswinkel | 4 |
| Gruppe 1 | 5 |
| Sturz | 6/7 |
| Nachlauf | 8 |
| Spreizung | 9/10 |
| Lenkrollradius | 11/12 |
| Zusammenfassung | 13 |
| Gruppe 2 | 14 |
| Spur | 15 |
| Gesamt-/ Einzelspur | 16 |
| Spur positiv | 17 |
| Spur negativ | 18 |
| Einzelspur zur Symetrieachse | 19 |
| Einzelspur zum Fahrachswinkel | 20 |
| Spurdifferenzwinkel | 21 |
| Radversatz/ Achsversatz/ Radstand | 22 |
| Fahrzeugschäden (Diagnose) | 26 |
| Äußere Einflüsse | 27 |
| Reifenverschleiß | 28/29 |
| Fazit | 30 |
| Argumente für die Fahrwerksvermessung | 31/32 |
| Umrechnungstabelle | 33 |
| Vorspurkurven Einstellhilfe für VAG – Fahrzeuge | 31-35 |
| Softwareflussdiagramm | 36/37 |
| Anlegethilfe für Mercedes A – Klasse (Typ 168) | 38/40 |
| Fahrzeugvermessung VW Transporter | 41/47 |

Vorwort

Von der korrekten Radstellung eines Fahrzeugs sind Lenkung, Fahrsicherheit, Reifenverschleiß und Verbrauch abhängig. Durch den Einsatz des Fahrzeugs in der Praxis sind Veränderungen der Fahrwerksgeometrie möglich. Der normale Verschleiß bauartbedingter Teile (Radlager, Achsschenkel etc.) kann zu Veränderungen in der Fahrwerksgeometrie führen. Diese erfordert eine Fahrwerksvermessung, die auf einem Computerachsmesstand durchgeführt werden sollte.

Radaufhängungen und Fahrwerksvermessung gehören zusammen und wer eine Fahrwerksvermessung durchführt, sollte die verschiedenen Radaufhängungen kennen. Auch sollte der Vermesser über die Fahrachswinkel und Lenkgeometrien fundiertes Grundwissen haben, damit eine korrekte Fahrwerksvermessung durchgeführt werden kann.

Für den Fahrwerksvermesser sind heute die Augen, das Gehör, die Hände und der Mund ein wichtiger Bestandteil seines Fahrwerksvermessungswerkzeuges. Nur dann ist er in der Lage, alle Fehler, die die Vermessung beeinflussen können, auszuschließen.

Was muss bei der Fahrwerksvermessung beachtet werden?

Bei einer Fahrwerksvermessung müssen verschiedene Voraussetzungen beachtet werden.

Allgemeine Voraussetzungen:

- Luftdruck
- Felgenreiße
- Reifengröße
- Reifenverschleiß
- Abriebsbild (Sägezahn)
- Radlager
- Spurgelenke
- Lenkgetriebe
- Traggelenke/Achsschenkelbolzen
- Stoßdämpfer
- Lenkradmittelstellung
- Niveauregulierung (ja/nein)
- Arbeitsplatz (quer - 1mm und diagonal - 2mm)
- Dreh- und Schiebeuntersätze müssen sauber und leichtgängig sein

Vermessungsvoraussetzungen für das Fahrzeug

- Belastung des Fahrzeuges
- Belastung, dem Einsatz entsprechend
- Tank voll o. leer
- Fahrzeughöhe messen oder festsetzen
- Räder drücken (Spurdrücker)

Fahrzeughersteller geben teilweise Belastungen vor, um Fahrzustände zu simulieren. Diese Angaben können jedoch zu einer Fehlmessung führen. Hierzu eventuell den Fahrer befragen.

Die Fahrwerkswinkel

Wir unterscheiden grundsätzlich zwei Gruppen von Fahrwerkswinkeln:

Gruppe 1

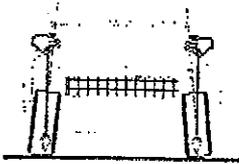
Winkelstellung der Räder zur Fahrbahn

Gruppe 2

Winkelstellung der Räder zueinander

Gruppe 1

Winkelstellung der Räder zur Fahrbahn

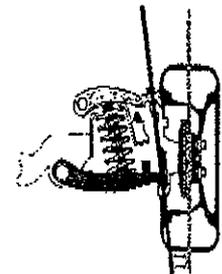
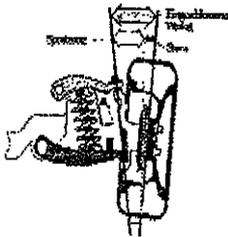
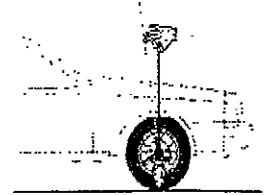


1. Sturz

2. Nachlauf

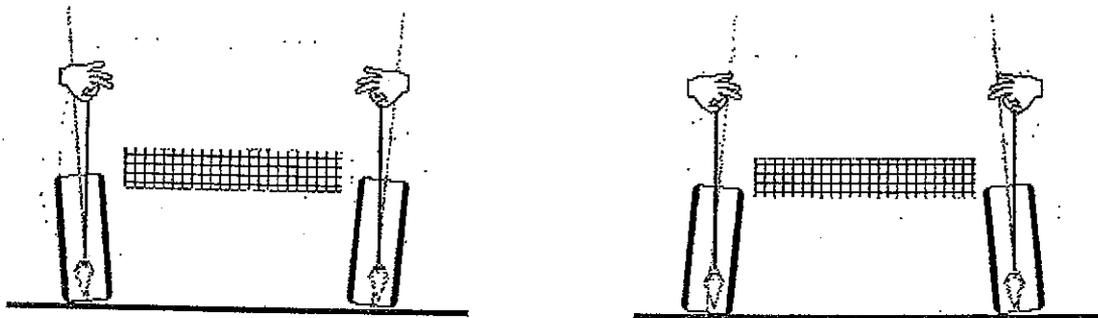
3. Spreizung

4. Lenkrollradius



Sturz

Unter Sturzwinkel verstehen wir den Winkel der Mittellinie des Rades zur Senkrechten auf der Fahrbahn.



Durch Neigen der Radebene gegenüber der Radsenkrechten um einen, vom Hersteller vorgegebenen Winkel wird erreicht:

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. Rad oben nach außen | positiver Sturz (+) |
| 2. Rad oben nach innen | negativer Sturz (-) |

Positive Sturzkräfte drücken das Rad, bedingt durch den Abrollkegel des Rades, ständig gegen das Radlager und verlagern gleichzeitig die Belastung vom schwächeren äußeren Radlager auf das stärkere innere Radlager (Bremsradlager). Gleichzeitig verringert positiver Sturz an der Vorderachse den positiven Lenkrollradius und hält Störkräfte fern. Früher in der Regel wegen geringerer Lenkkräfte bei den Vorderrädern verwendet.

Negativer Sturz an den Hinterrädern verbessert die Seitenführungsstabilität des Fahrzeuges.

Bei falsch eingestelltem Sturz nützen sich Reifen außerhalb der Reifenmitte stark ab. Es entsteht einglatter einseitiger Abrieb.

Fahrwerkstraining

Bei positiven Sturz von der Außenseite zur



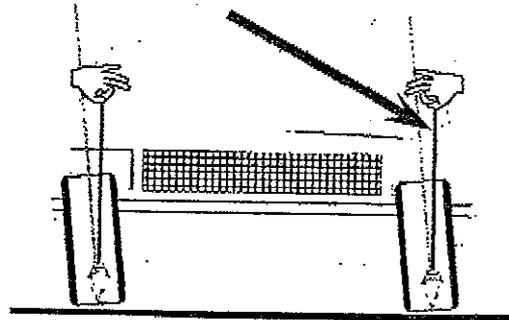
Innenseite der Lauffläche hin.

Bei negativem Sturz von der Innenseite zur

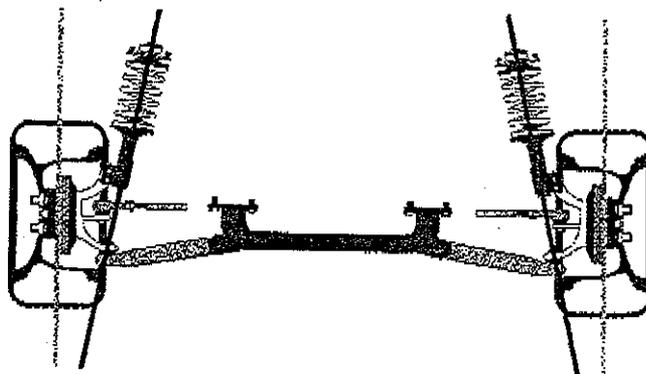


Außenseite der Lauffläche hin.

Die Sturzwerte müssen an beiden Rädern einer Achse gleich sein, da sonst ein Abrollkegel entsteht und das Fahrzeug zu Seitenzug neigt.



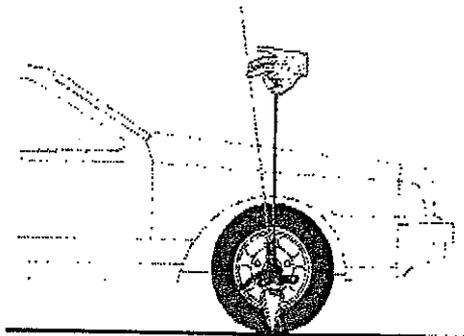
Bei einigen Fahrzeugen ist der Sturz nicht mehr einstellbar, sondern nur zu vermitteln (z.B. Ford Mondeo, Audi A4).



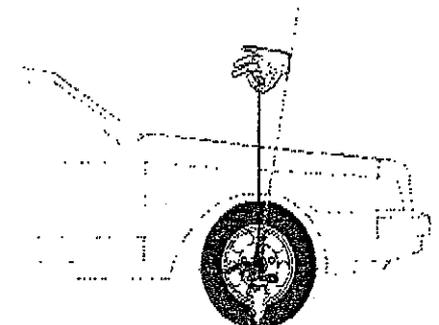
Nachlauf

Nachlauf ist die Neigung der Lenkungsachse und einer Senkrechten durch die Radmitte.

Wir unterscheiden:



positiv



negativ

Befestigungspunkte oben nach hinten
Befestigungspunkte oben nach vorne

positiver Nachlauf (+)
negativer Nachlauf (-)

Positiver Nachlauf bewirkt, dass die Räder gezogen und nicht geschoben werden, die Radführung ist stabil.

Beispiel: Das Schwenkrad eines Teewagens (Einkaufswagen), das sich stets nach hinten ausrichtet.

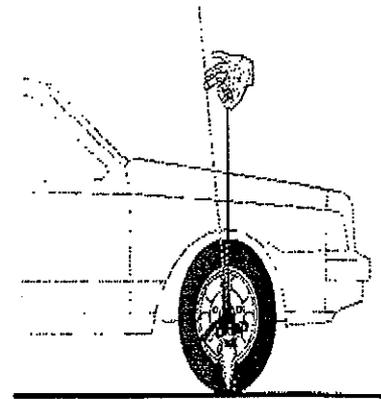
In Verbindung mit den durch die Spreizung hervorgerufenen Kräften, erzeugt der positive Nachlauf eine Lenkführungskraft, die das ausgelenkte Rad von selbst wieder in die Fahrtrichtung geradeaus stellt.

Bei positiven Nachlauf oder Vorlauf verringern sich die Lenkrückstellkräfte und die Lenkung wird instabil. Bei frontangetriebenen Fahrzeugen kann dieses jedoch durch die Antriebsrückstellkräfte ausgeglichen werden.

Fahrwerkstraining

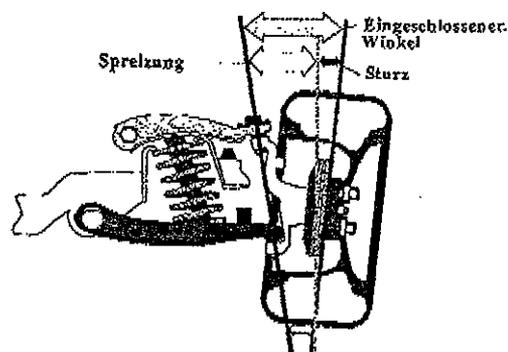
Bei frontangetriebenen Fahrzeugen liegen die Nachlaufwerte im Bereich von 0 bis 4 Grad, bei heckangetriebenen Fahrzeugen ist dieser Wert immer höher.

Die Nachlaufrückstellkraft hängt von der Länge der Nachlaufstrecke ab. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Nachlaufstrecke durch schrägstellen oder versetzen der Lenkdrehachse erreicht wird. Die Nachlaufstrecke ist der Abstand zwischen den beiden Geraden der Senkrechten der Radmitte und der Schwenkachse der Befestigungspunkte, bezogen auf die Fahrbahn. Die Nachlaufstrecke wird in mm gemessen.



Spreizung

Spreizung ist die Neigung der Symmetrielinie der Befestigungspunkte oben zur Fahrzeugmitte.

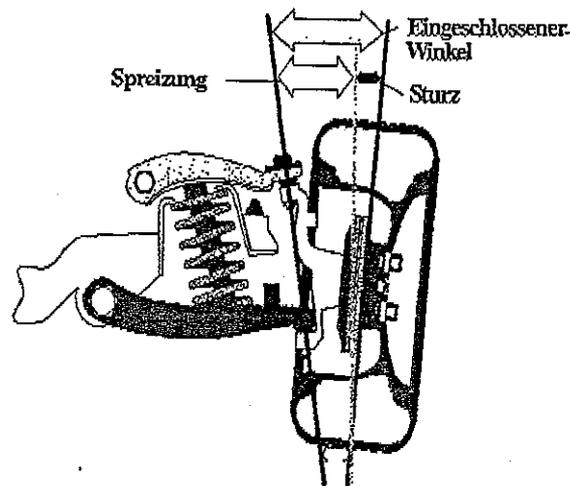


Durch die Spreizung greifen Stöße am Rad an verkürzten Rollkreishalbmessern als Hebel an. Stoßmomente werden so gemildert. Außerdem entstehen auch hier Rückstellkräfte, die nach dem Befahren einer Kurve, Räder und Lenkrad wieder in die Geradeausstellung bringen.

Das Fahrzeug wird durch die Spreizung bei Kurvenfahrt leicht angehoben, diese Kräfte bringen die Räder wieder in

Geradausstellung. Die Spreizung wirkt nur bei eingeschlagenen Rädern, nicht wenn diese Parallel stehen.

Spreizungslinie und Sturzl原因 bilden zusammen einen Winkel, den Eingeschlossenen Winkel, der in seiner Größe unveränderlich ist. Der Unterschied zwischen links und rechts sollte nicht mehr als 1 Grad sein.



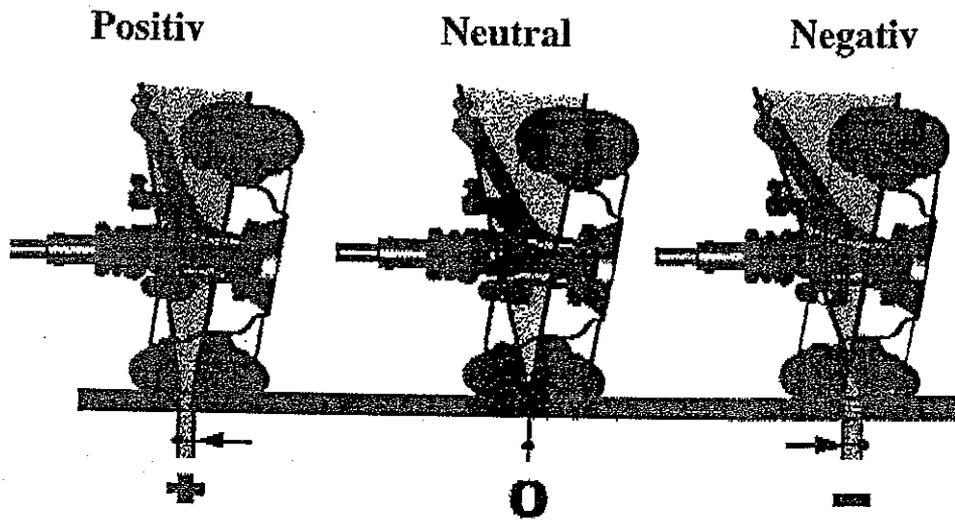
Unter Beibehaltung seines Wertes kann sich jedoch der Winkel gegenüber der Senkrechten zur Fahrbahn verschieben. Während der Fahrt verschiebt sich der Winkel beim Ein- und Ausfedern des Rades, wobei in der Regel der Sturzwinkel beim Einfedern ab und der Spreizungswinkel zunimmt. Beim Ausfedern umgekehrt.

Diese Abhängigkeit vom Sturz lässt es nicht zu, die Spreizung einstellbar zu machen, denn bei einer Vergrößerung des Sturzes wird der Spreizungswinkel automatisch verkleinert.

Doch auch hier gibt es Ausnahmen, z.B. bei einem Golf oder Omega. Hier wird durch einstellen des Sturzes am McPherson Federbein eine Sturzveränderung erreicht, wodurch sich auch der Eingeschlossene Winkel verändert. Wo hingegen z. B. beim Audi 80 oder Mazda 626 durch einstellen der Spreizung eine Sturzveränderung erreicht wird, jedoch der Eingeschlossene Winkel unverändert bleibt.

Lenkrollradius

Unter Lenkrollradius oder Lenkrollhalbmesser verstehen wir den Abstand zwischen Mitte der Radaufstandfläche und Durchstoßpunkt der verlängerten Spreizungslinie, gemessen auf der Fahrbahn.



Hier handelt es sich um das Zusammenwirken von Sturz und Spreizung, beide beeinflussen den Lenkrollhalbmesser und dienen sowohl zur Lenkrückstellung nach Durchfahren von Kurven als auch dem sicheren Geradeauslauf.

Der negative Lenkrollradius gewährleistet bei z.B. einseitig wirkender Bremse, dass das Fahrzeug in Geradeausfahrt bleibt.

Es tritt eine Selbststabilisierung des Lenkrollradiuses ein. Treten bei einem positivem Lenkrollhalbmesser einseitige Kräfte auf, so neigt das Fahrzeug dazu, diesem Widerstand zu folgen. Bei dem negativem Lenkrollhalbmesser verkehren sich diese Gesetze ins umgekehrte, so dass die Kräfte von außen auf die Radführung treffen und das Rad wieder stabilisieren.

Beispiele: Bei Audi's bei diagonalen Bremssystem ist es erforderlich, bei Ausfall eines Kreises, dass Fahrzeug zu stabilisieren. Werbung Opel Omega „wie auf Schienen“, hiermit wird für den negativen Lenkrollhalbmesser geworben, der das Fahrzeug vorzüglich in der Spur hält.

Fahrwerkstraining

Nachteil des negativen Lenkrollhalbmessers: Die Lenkungskräfte werden größer, die Lenkbarkeit des Fahrzeugs ist erschwert.

Der Lenkrollhalbmesser ist nicht messbar, jedoch veränderbar.

Durch hinzufügen von Distanzscheiben oder durch Verwendung von Felgen mit anderer Einpresstiefe wird dieser Winkel verändert und verschlechtert in der Regel das Fahrverhalten.

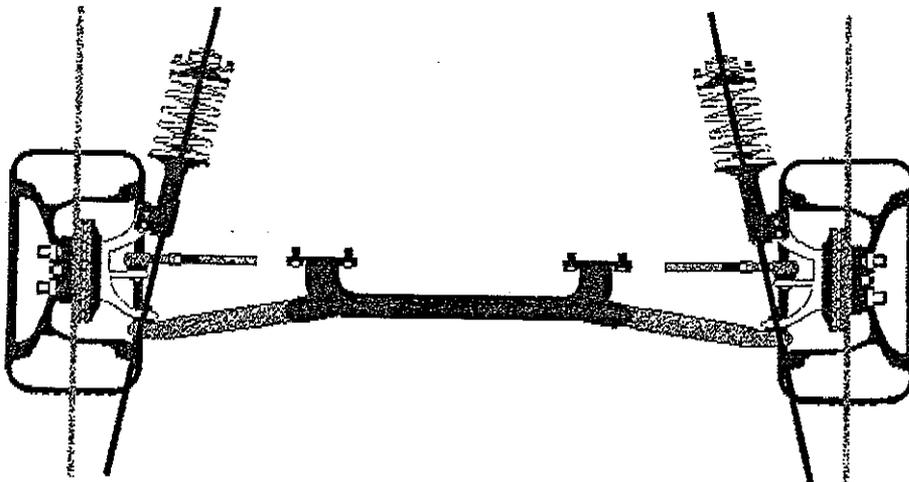
Es muß, besonders bei negativem Lenkrollhalbmesser, darauf geachtet werden, dass nur Teile Verwendung finden die vom Hersteller zugelassen oder empfohlen sind. Denn sonst besteht die Gefahr, dass der negative Lenkrollradius in einen neutralen oder in einen positiven umgewandelt wird und die Stabilisierung der Geradeausfahrt nicht mehr gewährleistet ist.

Zusammenfassung

Spreizung und Nachlauf bewirken in Verbindung mit einem positiven Lenkrollradius ein leichtes anheben des Fahrzeuges beim einschlagen der Vorderräder.

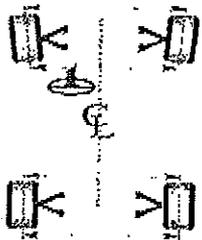
Beim Loslassen des Lenkrades drückt das Fahrzeuggewicht die Vorderräder in die Geradeausstellung zurück.

Es sind also alle Winkel nur in Verbindung miteinander einzustellen, um eine korrekte Fahrwerkseinstellung zu gewährleisten.



Gruppe 2

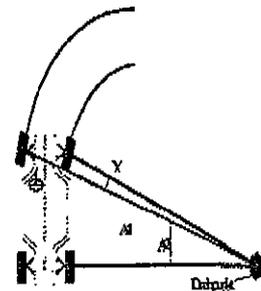
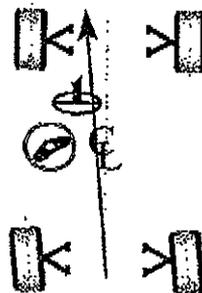
Winkel, die die Stellung der Räder zueinander beeinflussen.



1. Spur

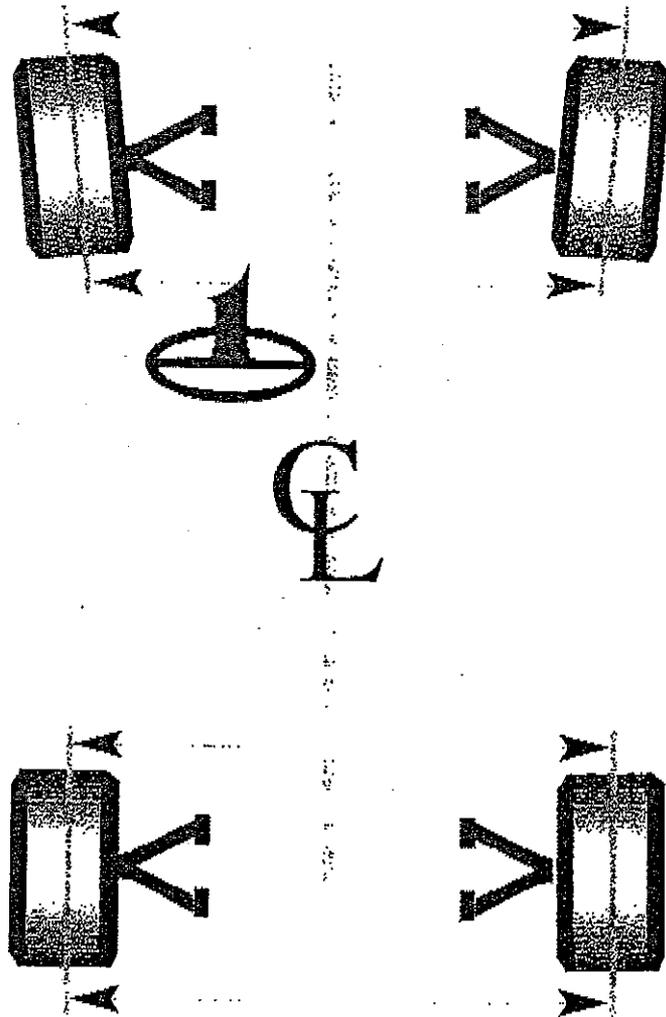
- 1.1 Einzelspur
- 1.2 Gesamtspur
- 1.3 Spur positiv/ negativ
- 1.4 Einzelspur zur Symmetrieachse
- 1.5 Einzelspur zum Fahrachswinkel

2. Spurdifferenzwinkel



Fahrwerkstraining

Unter Spur verstehen wir, (DIN 70.000) den statischen Winkel, der sich bei stehendem Fahrzeug (Bezugszustand) zwischen der Fahrzeugmittelebene in der Längsrichtung und der Schnittlinie der Radmittelebene eines Rades mit der Fahrebene ergibt. Er ist positiv (Vorspur), wenn der vordere Teil des Rades der Fahrzeugmitte zugekehrt ist und negativ (Nachspur), wenn dieser sich abkehrt.



Fahrwerkstraining

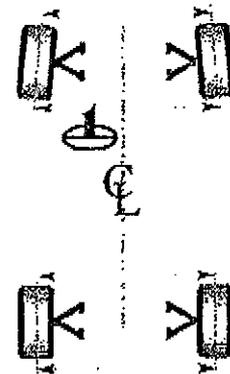
Das geradeauslaufende Rad hat den geringsten Reifenverschleiß. Es entstehen jedoch bei Geradeausfahrt Kräfte, die die Räder nach außen drücken, die Reifen würden radieren, was ihnen aufgrund der Spiele in Lenkungs- und Fahrwerksbauteilen auch gelingt. Um dieses zu vermeiden stellt man Spur (Vor- oder Nachspur) ein.

Bei frontangetriebenen Fahrzeugen stellt man Nachspur oder heute auch geringe Vorspurwerte ein. Bei einem frontangetriebenen Fahrzeug haben die Vorderräder erst einmal durch die Antriebskräfte das Bestreben zueinander zu laufen. Erst bei höheren Geschwindigkeiten treten Rollwiderstände auf und die Räder werden wieder nach außen gedrückt.

Gesamt- / Einzelspur

Der statische Gesamtspurwinkel ergibt sich aus der Addition der Vorspurwinkel des rechten und des linken Rades und wird in Grad und Winkelminuten gemessen.

Einige Kfz-Hersteller geben jedoch ihre Gesamtspurwerte in mm an. Die Millimeterangabe ist jedoch grundsätzlich auf die Felgenreöße bezogen.



Die Gesamtspur ist nach DIN 70.020 die Messdifferenz B – C gemessen an den Felgenhörnern in Höhe Radmitte.

Beispiel:

Maß C = 1.120 mm

Maß B = 1.122 mm

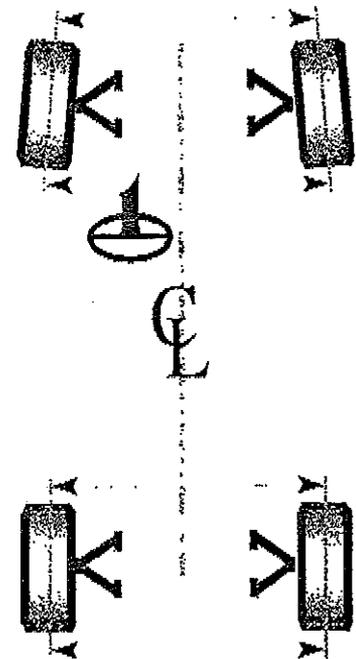
Gesamtspur = 2 mm Vorspur

Der Gesamtspurwert ist der Wert der uns die Einzelspur vorgibt, er muß also halbiert werden um die Einzelspur zu erhalten.

Spur positiv + (Vorspur)

Unter positiver Spur verstehen wir, wenn die Räder in Fahrtrichtung vor dem Achsträger näher zusammen stehen als hinter dem Achsträger.

Positive Spur findet man in der Regel bei heckangetriebenen Fahrzeugen, heute jedoch auch bei frontangetriebenen Fahrzeugen. Hier sind die Vorspurwerte meistens aber geringer. Im Fahrbetrieb werden die Räder, innerhalb des vorhandenen Lagerspiels, nach außen gedrückt. Auch der Reifen wankt auf der Felge, so dass es hier auf den Querschnitt ankommt. Die Räder werden nach Herstellerangaben bei stehendem Fahrzeug eingestellt, damit diese während der Fahrt parallel zueinander stehen. Hier sollte ein Spurdrücker verwendet werden, damit Lenkungsspiele nicht mitgemessen werden. Die Vorspur stabilisiert den Geradeauslauf, verhindert dadurch ein Flattern und Radieren auf der Fahrbahn. Sie hat weiterhin einen maßgeblichen Einfluß auf das Kurvenverhalten eines Fahrzeuges.



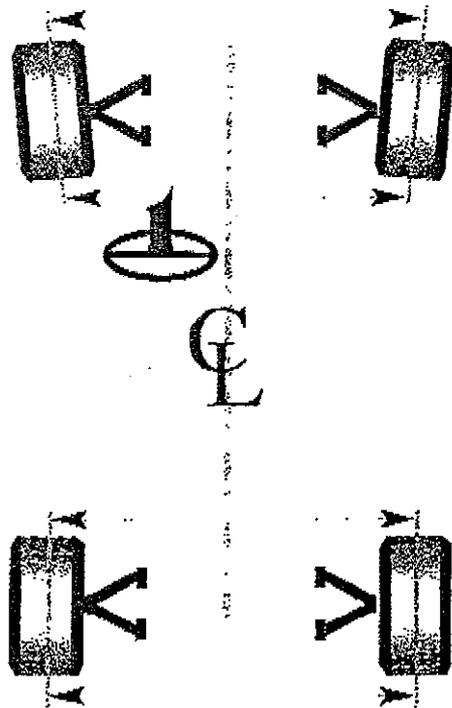
Bei den meisten Einzelradaufhängungen entsteht beim Aus- und Einfedern eine Spurweitenänderung. Größere Spurweitenänderungen haben aber einen Schräglauf des rollenden Rades zur Folge und entwickeln unnötige Seitenkräfte, einen höheren Rollwiderstand und einen schlechteren Geradeauslauf.

Hinterachsen haben grundsätzlich Vorspur, da diese das Fahrzeug führen. Die Vorspur auf der Hinterachse gewährleistet eine gute Fahrstabilität.

Spur negativ – (Nachspur)

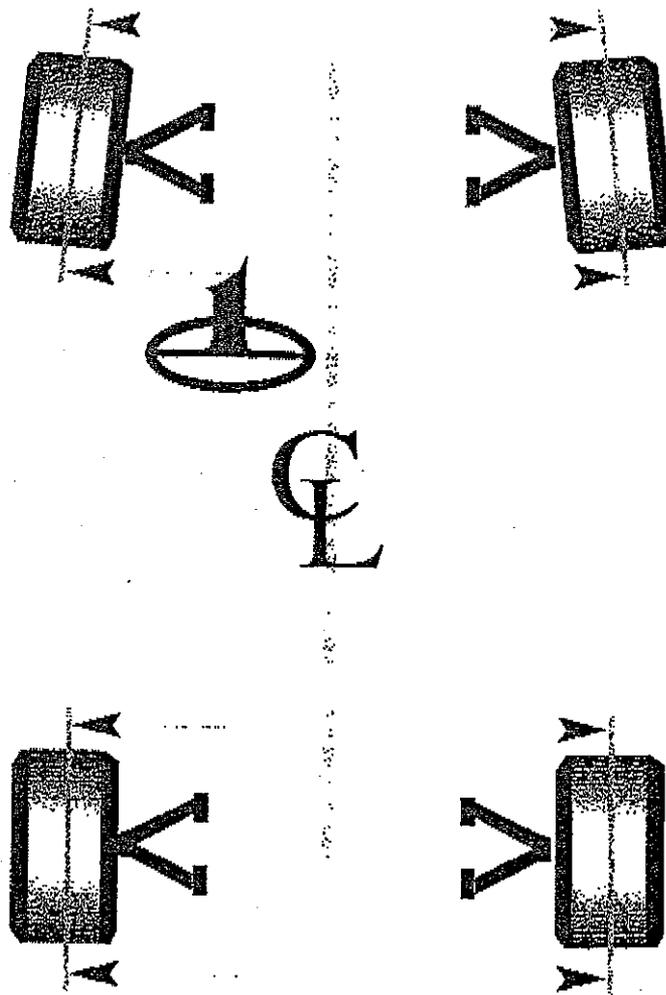
Unter negativer Spur verstehen wir, wenn die Räder in Fahrtrichtung vor dem Achsträger weiter auseinander stehen als hinter dem Achsträger.

Negative Spur finden wir oftmals bei frontangetriebenen Fahrzeugen, da hier die Antriebskräfte die Räder, die das Fahrzeug ziehen müssen, vorne zusammendrücken. Die Vorderräder werden also, nach Herstellerangaben so eingestellt, dass diese während der Fahrt parallel zueinander stehen. Bei den heutigen frontangetriebenen Fahrzeugen werden jedoch auch in den meisten Fällen Vorspurwerte eingestellt, zumindest ist der Vorgabewert nahe null.



Einzelspur zur Symmetrieachse

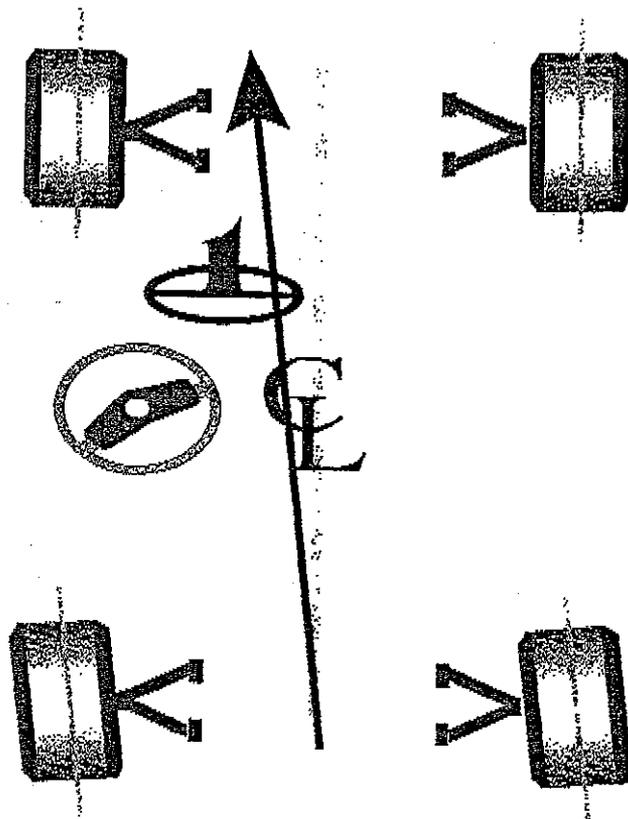
Hierbei wird die Spur des einzelnen Rades, bezogen auf die Mittellinie zwischen Vorder- und Hinterachse, berechnet.



Dieses Spurmessverfahren ist bei heutigen Fahrzeugen nicht mehr ausreichend. Bei Fahrzeugen mit Einzelradaufhängung hinten, Raumlenerachse oder permanenten Allradantrieb, sollte die genauere Meßmethode zum Fahrachswinkel angewendet werden.

Einzelspur zum Fahrachswinkel

Der Fahrachswinkel resultiert aus den Einzelsuren der Hinterachse. Er gibt die Schublinie bei Fahrt vor.



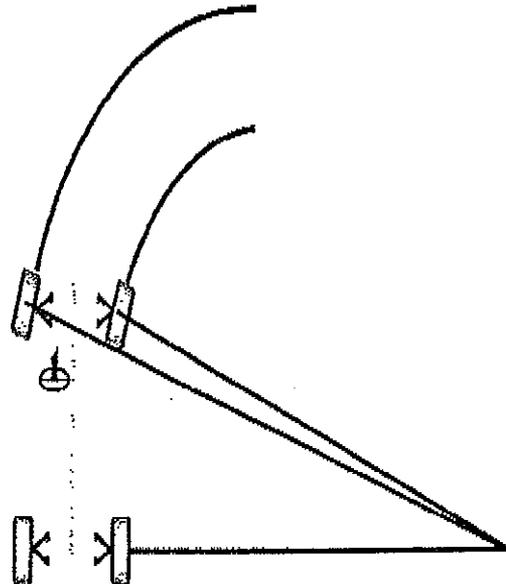
Wie das Wort Fahrachse bereits ausdrückt, handelt es sich um eine Achse, die erst beim Fahren in Erscheinung tritt. Sie hat negativen Einfluß auf den Geradeauslauf bei Fahrzeugen mit Einzelradaufhängung, Raumlenerhinterachsen, permanenten Allradantrieb oder Starrachsen die nicht im Fahrachswinkel von 0° haben.

Die Vermessung zum Fahrachswinkel ist nur mit einer Vierradvermessung möglich.

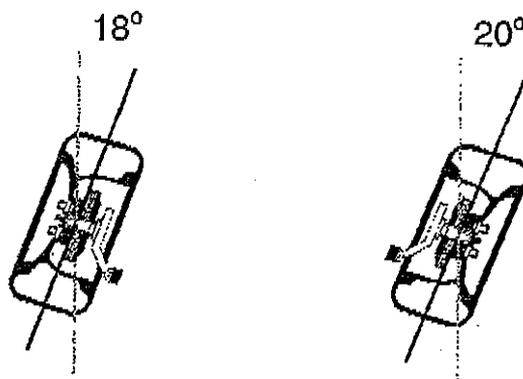
Spurdifferenzwinkel

Unter Spurdifferenzwinkel verstehen wir den Mehreinschlag des Kurveninneren Rades bei Kurvenfahrt.

In Kurven rollen die Räder nur dann rutschfrei ab, wenn das Kurveninnenrad einen Mehreinschlag gegenüber dem Kurvenaußenrad hat. Die Verlängerung aller Radachsen müssen sich hierbei im Kurvenmittelpunkt schneiden. Die Differenz nennen wir Spurdifferenzwinkel.



Beträgt z.B. der Einschlag des Kurveninnenrades 20° und der des Kurvenaußenrades 18° , so ist der Spurdifferenzwinkel 2° .

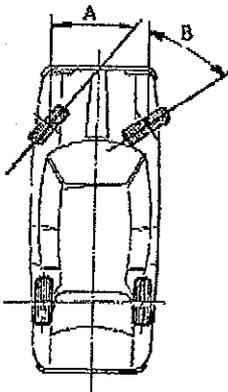


Diese Winkelstellung ändert sich mit zunehmendem Lenkeinschlag, denn bei Geradeausfahrt und parallel zueinander stehenden Rädern ist kein Spurdifferenzwinkel vorhanden. Er macht sich erst bei eingeschlagenen Rädern bemerkbar.

Der Vergleich zwischen dem Spurdifferenzwinkel bei Rechtseinschlag (Spurdifferenzwinkel rechts) und dem Spurdifferenzwinkel bei Linkseinschlag (Spurdifferenzwinkel links) ergibt Aufschluß über das Lenkradtrapez und ermöglicht es, Fehler an Lenkungsteilen (Lenkstockhebel / Spurstangenhebel) zu ermitteln. Bei optimalem Spurdifferenzwinkel sind diese bei Rechts- und Linkseinschlag gleich groß. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass kleine Fehler vorhanden sind. Wir akzeptieren einen maximalen Spurdifferenzfehler bis $1^{\circ}30$.

Der maximale Lenkeinschlag

ist der Winkel der Radmittelebene des Kurveninneren - und des Kurvenäußeren Rades bei maximalem Links- und Rechts-Lenkeinschlag, bezogen auf die Fahrzeuglängsmittlebene.

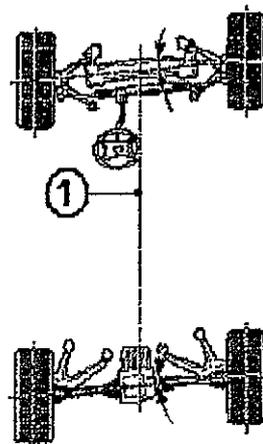


Ist der maximale Lenkeinschlag Links und Rechts nicht gleich groß, haben wir einen unterschiedlichen Wendekreis.

Der Radversatz

Ist die Winkelabweichung der Verbindungslinie der Radaufstandspunkte, zu einer Linie 90 zur Fahrachse 1 verläuft

Der Radversatz ist positiv (+), wenn das rechte Rad nach vorne versetzt ist und negativ (-), wenn es nach hinten versetzt ist.



Höhenstandsmessung/Bestimmung der Niveauhöhe

Der Höhenstand oder Niveau ergibt sich aus der momentanen Lage der Karosserie zur Konstruktionslage.

Der Höhenstand wird bei den meisten Fahrzeugen von der Mitte der Felge, bis zur Unterkante des Radhauses (Kotflügel) gemessen. In einigen Fällen weichen die Fahrzeughersteller hiervon ab. In diesen Fällen sind die Vorschriften des Fahrzeugherstellers zu befolgen.



Es wird beispielsweise bei BMW von der Unterkante der Felge bis Unterkante Radhaus gemessen, bei Renault oder Peugeot sind Messpunkte an der Karosserie angegeben.

Durch Beladungsveränderungen kann der Höhenstand variiert werden, wobei sich gleichzeitig die Fahrwerksmesswerte ändern.

Konstruktionslage

Bei der Entwicklung der Fahrzeuge wird die Konstruktionslage definiert. Dabei liegen die Nulllinien der Z-Achse und X-Achse genau in der Fahrzeugmitte, während die Nulllinie der Y-Achse genau durch die Radmitte der Vorderachse verläuft. Diese Konstruktionslage ist identisch zur Fahrzeugposition im Sollhöhenstand.

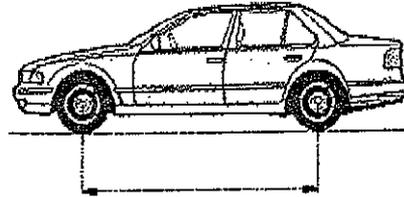
Alle Fahrwerks-Solldaten, die vom Fahrzeughersteller vorgegeben sind, beziehen sich auf die Konstruktionslage.

Einschlagsroutine

Unter Einschlagsroutine, ist der beidseitige Einschlag der Vorderräder zur indirekten Bestimmung von Nachlauf, Spreizung und Spurdifferenzwinkel zu verstehen. Nach der Einstellung des Fahrwerkes sollte die Einschlagsroutine zur Kontrolle nochmals erfolgen.

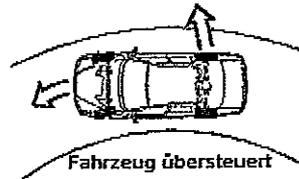
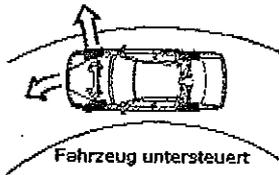
Radstand

Der Radstand wird von der Mitte der Vorderachse bis Mitte der Hinterachse gemessen. Bei mehrachsigen Fahrzeugen sind die einzelnen Radstände von vorne nach hinten nacheinander angegeben. Ein großer Radstand ergibt den Nutzraum, mehr Fahrkomfort und geringere Neigung zu Nickschwingungen. Ein kurzer Radstand erleichtert das Befahren enger Kurven.



Radstellungen

Die Radstellung ist für den einwandfreien Geradeauslauf, eine gute Haftung der Reifen bei Kurvenfahrten und für den Reifenverschleiß von maßgebender Bedeutung. Durch die Radstellung wird das Fahrverhalten bei Kurvenfahrten beeinflusst.



Die
wird bestimmt durch:

- ❖ Radstand
- ❖ Spurweite
- ❖ Spur
- ❖ Sturz
- ❖ Spreizung
- ❖ Nachlauf
- ❖ Lenkrollhalbmesser
- ❖ Spurdifferenzwinkel

Radstellung
Dabei unterscheidet man:

- a. Untersteuern
- b. Übersteuern
- c. neutrales Verhalten

Felgenschlagkompensation / Rundlaufkorrektur

Mit der Felgenschlagkompensation wird der Seitenschlag der Felge und der eventuelle Aufspannfehler des Messgeräthalters bei einer Radumdrehung erfasst. Nach DIN 70020 muss die Felgenschlagkompensation durchgeführt werden, wenn die Bezugnahme der Messgeräthalter, der Reifen oder die Felge ist.

Fahrzeugschäden (Diagnose)

1. Sturz und Spreizung stimmen nicht mit den Sollwerten überein:
 - a. Querlenker deformiert,
 - b. Anlenkpunkt des Lenkers am Aufbau verschoben.
2. Der Eingeschlossene Winkel (Sturz- und Spreizungswinkel) stimmt nicht mit den Sollwerten überein:
 - a. Aufhängungsteile beschädigt oder verbogen (Achszapfen)
3. Fahrzeug zieht bei Lenkrad geradeaus nach einer Seite:
 - a. zu unterschiedlicher Sturz- oder Nachlaufwert an einer Achse,
 - b. unterschiedlicher Luftdruck,
 - c. schrägstehende Hinterachse (Fahrachswinkel),
 - d. unterschiedliche Felgen- und Reifengröße.
4. Schiefstehendes Lenkrad bei Fahrtrichtung geradeaus:
 - a. falsche Spureinstellung (asymmetrisch),
 - b. Lenkrad falsch eingesetzt,
 - c. Lenkgetriebemittelstellung ist nicht gegeben.
5. Geradeauslauf instabil:
 - a. negative Spur an der Hinterachse,
 - b. Lenkrollhalbmesser ist nicht in Ordnung (Spurverbreiterung, usw.),
 - c. zu geringer Nachlauf.

Ist eine Einstellung nach den vom Kfz- Hersteller vorgegebenen Sollwerten nicht möglich, so liegt in der Regel eine Beschädigung oder Deformierung von Spurstangenhebeln, Querlenkern oder sonstigen Aufhängungsteilen vor. Um solche Schäden zu erkennen ist eine intensive Sichtprüfung nötig. Beschädigte Teile müssen ersetzt werden. Ebenso können Fahrwerksänderungen vorliegen, in diesem Fall bleibt in der Regel nur, in Verbindung mit dem Reifenverschleißbild, einzustellen.

Äußere Einflüsse auf die Messgenauigkeit

1. Messstand regelmäßig justieren und pflegen. Dreh- und Schiebeuntersätze müssen sauber und leichtgängig.
2. Messfläche (Grube oder Hebebühne) muss exakt sein. Am sichersten ist es, den Messplatz mit einem Nivelliergerät auszurichten. Bei der Bühnenwartung mit ansprechen. Zulässige Toleranz gemessen auf den Arbeitsplatten, links zu rechts 1mm, diagonal 2mm. Hat der Messplatz größere Abweichungen, so können Sie in den Sturz, Nachlauf und Spreizungswerten Fehler in die Vermessung übernehmen.
3. Luftdruck und Größe der Reifen, sowie der Felgen müssen gleich sein. Abweichung in Sturz, Spur, Nachlauf und Spreizung sind möglich.
4. Belastung des Fahrzeugs. Belastet werden sollte so, dass der überwiegende Fahrzustand erreicht wird. Ist dieser nicht bekannt, leer vermessen.
5. Fahrzeug auf Verschleißerscheinungen prüfen und ggf. reparieren. (Gelenke, Lager, Stoßdämpfer, Radaufhängung etc.)

Reifenverschleiß

Am Verschleißbild der Reifen ist sehr gut zu erkennen, ob Fahrwerks- oder Einstellfehler vorliegen.

Bevor Sie also mit der Vermessung beginnen, ist der erste Schritt, die Ablaufbilder der Reifen zu überprüfen. Diese ersten Verschleißbilder geben uns Aufschluß darüber welche Einstellungen vorgenommen werden müssen.

Spurfehler erkennen wir am sägezahnförmigen Abrieb auf den Schultern.

Außen: zuviel Vorspur (positiv), Innen: zuviel Nachspur (negativ)

Dieser Fehler ist auf jeden fall zu korrigieren.

Sturzfehler erkennen wir am glatten einseitigen Abrieb, bis hin über die gesamte Lauffläche.

Profiltiefe von innen nach außen steigend: zu großer negativer Sturz.

Profiltiefe von außen nach innen steigend: zu großer positiver Sturz.

In vielen Fällen kommen Sturz- und Spurfehler zusammen, dann tritt oft ein starker Sägezahnabrieb teilweise bis über die Mitte der Lauffläche auf.

Bei frontangetriebenen Fahrzeugen hat die freilaufende Hinterachse oft Sägezahn auf den Außenkanten, der bis hin zu diagonalen Auswaschungen über die gesamte Lauffläche auftritt.

Die Hersteller empfehlen hier einen Achsweisen Wechsel der Reifen bei ca. 8.000 km Laufleistung.

Fahrwerkstraining

Bei einem Spurdifferenzfehler findet man häufig sägezahnförmigen Abrieb auf den Außen- bzw. Innenschultern. Dieser Fehler tritt verstärkt bei größeren Fahrzeugen auf (Mercedes, BMW). In den meisten Fällen tritt dieses nur auf, wenn diese Fahrzeuge überwiegend im Stadtverkehr eingesetzt sind. Hier ist es besonders wichtig, dass der Spurdifferenzwinkel überprüft wird.

Auswaschungen auf den Laufflächen zeigen fehlerhafte Stoßdämpfer an.

Zeigt der Reifen in der Mitte der Lauffläche einen verstärkten Verschleiß, so ist dieser in Regel auf der Antriebsachse vorzufinden oder der Luftdruck ist nicht in Ordnung. Die Luftdruckwerte der Kfz-Hersteller sind absolute Mindestangaben. Die Abnutzung ergibt sich auch aus dem Einsatz des Fahrzeuges: Langstreckenfahrzeuge zeigen auf der Antriebsachse einen wesentlich höheren Mittenverschleiß als Fahrzeuge im Kurzstreckenbereich.

Bei Reifen mit niedrigem Höhen-Breiten-Verhältnis ist oft der Luftdruck zu niedrig und es treten verstärkte Verschleißerscheinungen auf dem Mitte der Lauffläche auf. Auch ist es bei grobstolligen Profilen normal, dass Sägezahn auf den Außenschultern auftritt. Dieser sollte dann innen und außen auftreten, da sonst ein Spurfehler vorliegt.

Fahrwerkstraining

Fazit:

Falsch eingestellte Spur erhöht den Reifenverschleiß. Die Laufleistung sowie die Lebensdauer der Reifen wird erheblich verkürzt.

Durch die falschen Einstelldaten des Fahrwerks erhöht sich der Reifenabrieb, der Spritverbrauch steigt.

Falsche Einstellwerte beeinträchtigen die Fahrsicherheit, die Stabilität und den Fahrkomfort.

Erhöhter Reifenabrieb belastet die Umwelt.

Korrekte Einstellung der Achsgeometrie verringert den Verbrauch bis zu 10% und belastet die Umwelt weniger.

Beratung des Kunden sollte grundsätzlich am Fahrzeug durchgeführt werden.

Nur hier kann ich sehen, was ich dem Kunden anbieten kann.

Nur hier kann ich den Zustand des Fahrzeuges aufnehmen.

Profilbild und Profiltiefe überprüfen.

Bei ungleichmäßigem Abrieb, den Kunden darauf hinweisen und eine Vermessung empfehlen.

Bei 10% Mehrlaufleistung hat sich die Vermessung schon bezahlt gemacht.

Bei Auswaschungen sollten neue Stoßdämpfer empfohlen werden.

Nur hier kann man vorhandene Schäden erkennen (z.B. Kratzer), und den Kunden darauf hinweisen um spätere Reklamationen auszuschließen.

Nur hier sehe ich, ob ich dem Kunden noch zusätzliche Leistungen anbieten kann.

Falls für die Vermessung kein sofortiger Termin frei ist, dem Kunden einen verbindlichen Termin nennen.

Unfallfahrzeuge

Bei Unfällen wird eine Fahrwerksvermessung empfohlen, da immer Kräfte auf die beweglichen - Teile ausgeübt werden und somit Fahrwerksfehler auftreten, die zum einseitigen (erhöhten) Reifenverschleiß führen. Der Fahrwerkswinkel stimmt in den meisten Fällen nicht mehr. Fahrstabilität und Fahrsicherheit können sich verschlechtert haben.

Argument:

NACH UNFALL IMMER FAHRWERKSVERMESSUNG !!

Ein zusätzlicher Tipp für den Achsvermesser: Bei Problemfahrzeugen immer die Belastungen so wirklichkeitsnah wie möglich berücksichtigen, d.h. ein Vertreter - Fahrzeug mit den Musterkoffern im Kofferraum vermessen.

Fahrwerkstraining

Der Kunde wünscht Fahrwerksveränderungen

Hier ist an erster Stelle die Tieferlegung zu nennen.

Bei der Tieferlegung verändern sich immer die Nachlauf- und Sturzwerte und somit auch die Spurwerte.

HIER IST EINE FAHRWERKSVERMESSUNG ZWINGEND NOTWENDIG.

Es ist eine zweite Vermessung nach ca. 2000 km zu empfehlen, da sich das neue Fahrwerk im praktischen Einsatz eventuell noch etwas korrigiert. Dies ist mit einer Empfehlung, z. B. durch einen GUTSCHEIN zur ermäßigten Fahrwerksvermessung, zu erreichen. Bei der zweiten Vermessung ist ein zukünftiger Spurfehler zu erkennen.

Argument:

Bei Tieferlegung immer Fahrwerksvermessung !!

Fahrwerkstraining

Umrechnungstabelle der Spurwerte in Grad und Minuten zur jeweiligen Radgröße

| Spur in mm | 10" | 12" | 13" | 14" | 15" | 16" | 17" | 18" |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,5 | 0°06' | 0°05' | 0°05' | 0°04' | 0°04' | 0°04' | 0°04' | 0°03' |
| 1,0 | 0°12' | 0°10' | 0°09' | 0°08' | 0°08' | 0°08' | 0°07' | 0°07' |
| 1,5 | 0°19' | 0°16' | 0°14' | 0°13' | 0°12' | 0°12' | 0°11' | 0°10' |
| 2,0 | 0°25' | 0°21' | 0°19' | 0°18' | 0°17' | 0°16' | 0°15' | 0°14' |
| 2,5 | 0°31' | 0°26' | 0°24' | 0°22' | 0°21' | 0°19' | 0°18' | 0°17' |
| 3,0 | 0°37' | 0°31' | 0°28' | 0°26' | 0°25' | 0°23' | 0°22' | 0°21' |
| 3,5 | 0°43' | 0°37' | 0°33' | 0°31' | 0°29' | 0°27' | 0°26' | 0°24' |
| 4,0 | 0°50' | 0°42' | 0°36' | 0°35' | 0°33' | 0°31' | 0°29' | 0°28' |
| 4,5 | 0°56' | 0°47' | 0°42' | 0°40' | 0°37' | 0°35' | 0°33' | 0°31' |
| 5,0 | 1°02' | 0°52' | 0°47' | 0°44' | 0°41' | 0°39' | 0°37' | 0°34' |
| 5,5 | 1°08' | 0°57' | 0°52' | 0°48' | 0°45' | 0°43' | 0°40' | 0°38' |
| 6,0 | 1°14' | 1°02' | 0°57' | 0°53' | 0°50' | 0°47' | 0°44' | 0°41' |
| 6,5 | 1°20' | 1°08' | 1°01' | 0°57' | 0°54' | 0°51' | 0°48' | 0°45' |
| 7,0 | 1°27' | 1°13' | 1°05' | 1°01' | 0°58' | 0°54' | 0°51' | 0°48' |
| 7,5 | 1°33' | 1°18' | 1°10' | 1°06' | 1°02' | 0°58' | 0°55' | 0°52' |
| 8,0 | 1°39' | 1°23' | 1°15' | 1°10' | 1°06' | 1°02' | 0°59' | 0°55' |

Fahrwerkstraining

Fahrwerksvermessung Audi A4 und Audi A8

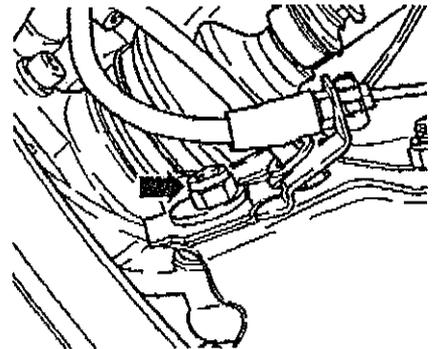
Eine Fahrwerksvermessung an den Audimodellen A4 und A8 ist grundsätzlich in Form einer Vierradvermessung mit einer 8-Sensoren-Achsmessanlage durchzuführen. Dies ist notwendig um einen einwandfreies Fahrverhalten des Fahrzeuges zu gewährleisten.

Voraussetzungen für eine korrekte Vermessung:

- Luftdruck an allen vier Rädern geprüft und ggf. korrigiert.
- Profiltiefe an allen vier Rädern geprüft (max. Unterschied $\leq 2\text{mm}$).
- Keine beschädigten oder ausgeschlagenen Fahrwerksteile.
- Fahrzeug befindet sich im fahrfertigen Zustand.
- Messplatz ausgerichtet (max. Unterschied zwischen links und rechts bzw. vorne und hinten $\leq 1\text{mm}$).
- Achsmessanlage ordnungsgemäß Justiert.

Vorbereitende Arbeiten zur Vermessung:

- Fahrzeug auf den Messplatz fahren.
- Messprogramm 4-Radvermessung am Achsmesscomputer auswählen.
- Radklammer mit Messkopf an dem entsprechenden Rad anbringen.
- Fahrzeug mit Radfreiheber oder Achslift anheben.
- Felgenschlagkompensation an allen vier Rädern durchführen.
- Fahrzeug ablassen und gut durchfedern.
- Über den max. Lenkeinschlag prüfen, ob das Lenkrad gerade steht. Ggf. Lenkrad versetzen.
Vorsicht bei Fahrzeugen mit Airbag
- Bremspedalfeststeller (bei Spreizungsmessung) installieren.
⇒ Die Spreizung und der eingeschlossene Winkel sollte grundsätzlich gemessen werden, da diese Werte zur Analyse der Vorderradaufhängung dienen.
- Nachlaufeinschlag durchführen.
⇒ Der Nachlauf wird über den Einschlag nach links und rechts ermittelt.
- Gesamtanzeige überprüfen, um Arbeits- bzw. Einstellumfang zu ermitteln.
- Überprüfen bzw. Einstellen des Sturz an der Hinterachse.
⇒ Der Sturz ist nur bei Fahrzeugen mit Allradantrieb einstellbar (siehe Bild).



Fahrwerkstraining

- Überprüfen bzw. Einstellen der Spur an der Hinterachse.
 - ⇒ Die Spur ist bei Fahrzeugen mit Allradantrieb individuell einstellbar (siehe Bild).
 - ☞ Hierzu lösen Sie die Befestigungsmutter am Schräglenker (siehe Bild) und stellen die Spur durch verdrehen der Exzentrerschraube ein. Nach dem Einstellen ist die Befestigungsmutter wieder entsprechend fest zu ziehen

⇒ Bei Fahrzeugen mit Frontantrieb kann die Spur an der Hinterachse durch Verschieben des Achskörpers vermittelt werden.

- ☞ Hierzu lösen Sie die Schrauben der Lagerböcke und verschieben den Achskörper solange, bis die Spurwerte links und rechts gleich sind. Nach dem Einstellen sind die Befestigungsschrauben wieder entsprechend fest zu ziehen.

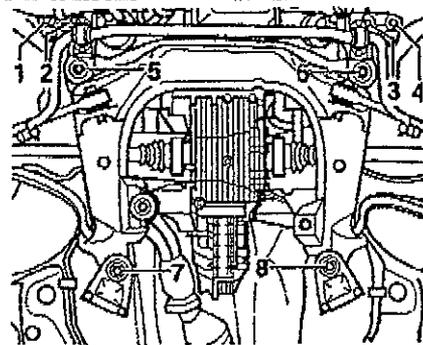
- Lenkrad in geradeaus Stellung feststellen.

- Überprüfen bzw. Einstellen der Vorderachse

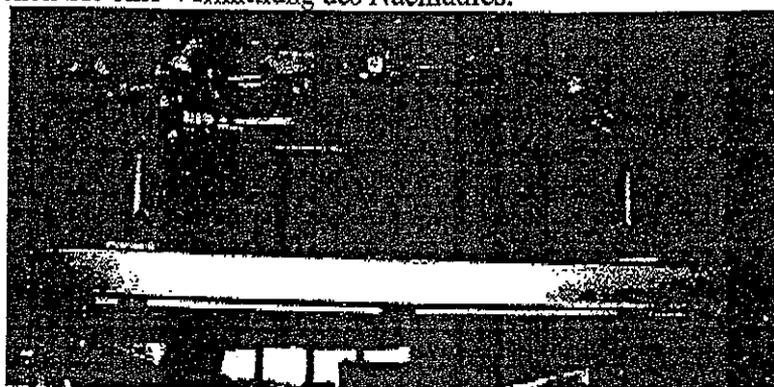
⇒ Sturz: der Sturz kann an der Vorderachse nicht separat links oder rechts eingestellt werden. Aufgrund der Achskonstruktion ist es jedoch möglich den Sturz zu vermitteln. Dies geschieht durch das Verschieben des Zusatzrahmens oder Fahrschemels.

- ☞ Zum Ausrichten des Sturzes zunächst den Unterfahrschutz abbauen. Lösen Sie nun die Befestigungsschrauben des Zusatzrahmens (siehe Bild) und verschieben Sie diesen bis der Sturzwert links und rechts den gleichen wert hat. Nach dem Verschieben sind die Befestigungsschrauben wieder entsprechend fest zu ziehen.

Achtung: Beim Audi A4, sind die Schrauben 5-6-7-8 Dehnschrauben und nach dem lösen grundsätzlich zu ersetzen. Das Anzugsdrehmoment für diese Schrauben beträgt 110 Nm . Nach Erreichen des Moments ist die Schraube um $+ 90^\circ$ weiterzudrehen. Der Austausch der Schrauben hat nacheinander zu erfolgen. Beim Audi A8 gibt es nur 4 Schrauben, die ebenfalls Dehnschrauben sind. Diese sind auch grundsätzlich zu erneuern und mit einem Drehmoment von $160 \text{ Nm} + 90^\circ$ fest zu ziehen (Verfahren wie oben).

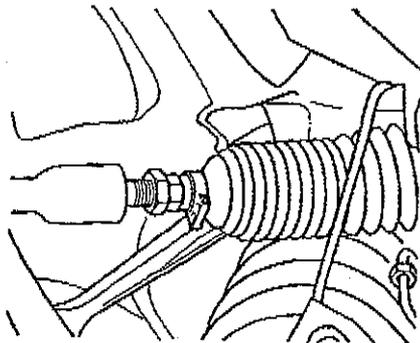


⇒ Nachlauf: der Nachlauf wird im Rahmen der Sturzeinstellung geringfügig mit verändert werden. Durch zusätzliches stemmen oder drücken an den hinteren Aufnahmen der Dehnschrauben erreichen Sie eine Vermittlung des Nachlaufes.



Fahrwerkstraining

⇒ Spur: Die Spur wird über die Längenänderung der Spurstangen links und rechts eingestellt (siehe Bild)



Hinweis: Die Kontermutter der Spurstange ist mit einem Drehmoment von 40 Nm anzuziehen. Achten Sie beim Verdrehen darauf, daß sich die Gummimanschette nicht verdreht bzw. beschädigt wird.

Vorspurkurve

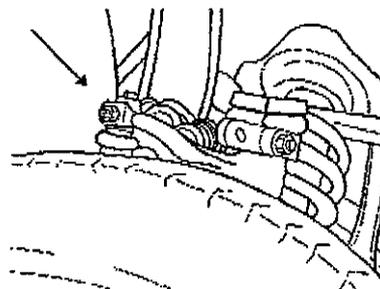
Durch die Einstellung der Vorspurkurve soll die Spuränderung beim Ein- bzw. Ausfedern genau bestimmt werden. Diese Einstellung oder Überprüfung ist nur notwendig wenn:

- die Klemmverbindung, welche den Spurstangenkopf hält gelöst wurde.
- nach einem Unfall Achsteile oder entsprechende Karosserieteile getauscht oder gelöst wurden.
- wenn der Fahrer ein Verlenken beim Überfahren von Bodenwellen oder beim Bremsen beanstandet.

Zur Überprüfung/Einstellung der Vorspurkurve muß das Fahrzeug entsprechend ausgefedert werden. Hierzu muß ein entsprechendes Absetzwerkzeug mit den dazugehörigen Adaptern benutzt werden.

Vorgehensweise für die Überprüfung/Einstellung der Vorspurkurve

Führen Sie zunächst eine Vierradvermessung durch. Wählen Sie Spurkurve angehoben. Stellen Sie das Absetzwerkzeug auf die Bühne und drehen sie unter Zuhilfenahme der entsprechenden Adapter die beiden Spindeln so weit an die vorderen Befestigungsschrauben des Zusatzrahmens, daß diese gerade zum Anliegen kommen. Heben Sie nun das Fahrzeug um ca. 8 cm an (Räder dürfen die Drehteller nicht verlassen) und ziehen Sie den Zylinderbolzen aus der Spindel heraus bis Sie den Sicherungsbolzen in die dafür vorgesehene Bohrung einschieben können. Sichern Sie diesen mit dem mitgelieferten Splint und achten Sie darauf, daß der Bolzen lagerichtig positioniert ist.



Lassen Sie das Fahrzeug nun auf das Absetzwerkzeug ab und wählen den nächsten Programmschritt.

Fahrwerkstraining

Stellen Sie jetzt, wenn nötig, die Vorspur am Spurstangenkopf ein. Lösen Sie hierzu die Klemmverbindung (siehe Bild) am Lenkhebel und verschieben Sie den Spurstangenkopf entsprechend nach oben oder unten.

Die einzustellende Spurkonstante beträgt für den Audi A4 12' und für den Audi A8 14' (Winkelminuten). das Anzugsdrehmoment für die Klemmschraube beträgt 45 Nm. Heben Sie das Fahrzeug nach dem Prüfen/Einstellen an, entnehmen Sie das Absetzwerkzeug und federn Sie das Fahrzeug nach dem Ablassen wieder gut durch.

Fahrzeuge mit Sportfahrwerk

Die oben beschriebene Vorgehensweise für die Messung/Einstellung der Vorspurkurve ist bei Fahrzeugen mit Sportfahrwerk etwas anders. Hier muß das Fahrzeug zunächst um den Tieferlegungswert z.B. 40 mm angehoben werden (Adapter benutzen). Nachdem Sie das Fahrzeug jetzt in die „Null-Lage“ gebracht haben, wird der Spurwert abgelesen, das Fahrzeug um 60 mm angehoben und die Vorspur mit der entsprechenden Konstanten eingestellt (Beachten Sie genau die Reihenfolge Ihres Computerprogrammes). Nach dem Ablassen des Fahrzeuges ist die Spur nochmals zu überprüfen.

Fahrwerkstraining

Fahrzeugvermessung VW Transporter

Die Fahrzeugvermessung ist mit einem optischen Achsmessgerät durchzuführen.

Prüfvoraussetzungen:

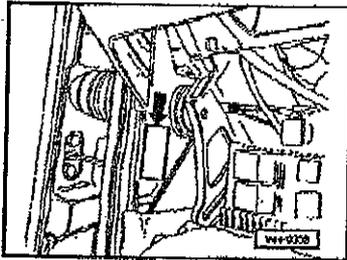
- vorschriftsmäßige Justierung des Meßgerätes
- vorschriftsmäßiger Fülldruck der Reifen
- Fahrzeug einwandfrei ausgerichtet, mehrmals durchgefedert und ausgeschwungen
- Radauhängungen, Lenkung und Lenkgestänge auf unzulässiges Spiel und Beschädigung geprüft
- vorschriftsmäßige Standhöhe des Fahrzeuges

Hinweise:

- Die Sollwerte für die Fahrzeugvermessung sind in Gruppen unterteilt. (bis 04.2000 in 5 Gruppen, ab 05.2000 in 8 Gruppen!)
Zu welcher Gruppe ein Fahrzeug gehört, steht auf dem Fahrzeugdatenträger an der A-Säule in Höhe der Zentralelektrik
⇒ Werkstatthandbuch Seite 44-3.
- Bei Serienanlauf sind einige Fahrzeuge ohne Angabe der Gruppennummer ausgeliefert worden.
Diese Fahrzeuge sind Gruppe 1 zuzuordnen.
- Standhöhe und Fahrzeuglängsneigung haben Einfluß auf die Prüfwerte. Deshalb ist vor dem Prüfen/Einstellen die Standhöhe und die Fahrzeuglängsneigung zu messen, bzw. die Standhöhe einzustellen.
Standhöhe messen bzw. einstellen ⇒ Werkstatthandbuch Seite 44-4
Fahrzeuglängsneigung messen ⇒ Werkstatthandbuch Seite 44-5
- Der tatsächliche Beladungszustand zum Zeitpunkt der Vermessung ist entscheidend für die Zuordnung der Sollwerte (leer, ½ Nutzlast, Vollast).
- Nach spitzwinkligem Auffahren auf den Achsmessplatz Fahrzeug mehrmals vor- und zurückfahren, um mögliche Verspannungen in dem Gummimetallagern zu beseitigen.
- Bei Einstellarbeiten sind die jeweiligen Sollwerte so genau wie möglich anzustreben.
- Fahrzeugvermessung zweckmäßig erst nach 1000 bis 2000 km Laufleistung durchführen, denn danach sind die Setzvorgängen abgeschlossen.

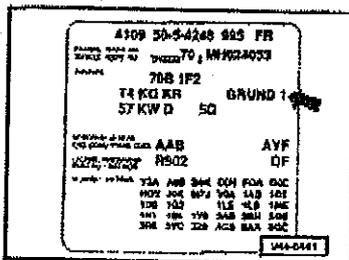
Fahrwerkstraining

Einbauort des Fahrzeugdatenträger an der A-Säule der Zentralelektrik



- Bei Linkslenker-Fahrzeugen – linke Seite
- Bei Rechtslenker-Fahrzeugen – rechte Seite

Plazierung der Gruppennummer auf dem Fahrzeugdatenträger



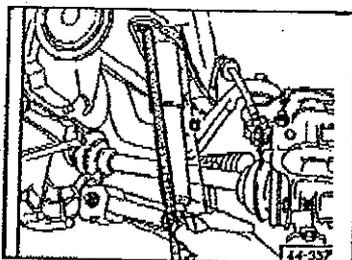
- Es gibt zur Zeit die Gruppennummern 1-8.

Die Ziffer (Pfeil) in diesem Beispiel 1, gibt Auskunft, zu welcher Fahrzeuggruppe ein Fahrzeug gehört.

Hinweis:

Das Wort „Grund“ auf dem Fahrzeugdatenträger steht als Beispiel. Es kann auch ein anderes Wort, zum Beispiel „Kom.“ an dieser Stelle aufgedruckt sein.

Standhöhe an der Vorderachse messen und einstellen



- Fahrzeug muß auf den Rädern stehen.

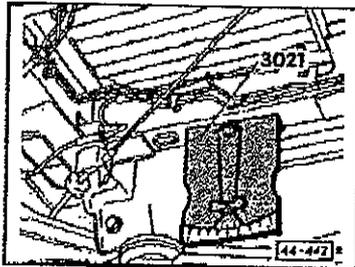
Gemessen wird das Maß „a“ vom Schraubenkopf der Dämpfereaufnahme oben bis Schraubenmitte Dämpferschraube unten, ggf. vorgeschriebene Standhöhe durch Verdrehen der Mutter am Spannschraubenschlüssel des Drehstabes einstellen.

Drehstab einstellen ⇒ Werkstatthandbuch Seite 40-12

Hinweis:

Abb. zeigt zur besseren Darstellung Fahrzeug angehoben und ohne Rad.

Fahrwerkstraining



Fahrzeuginnenneigung messen

Fahrzeuginnenneigung am Längsträger messen.

Für die Nachlaufmittlung bei Fahrzeugneigung Null dem gemessenen Nachlaufwert den Meßwert der Fahrzeugneigung abziehen oder hinzuzählen.

Beispiel:

| | |
|--|--------------|
| Am Achsmessgerät abgelesener Wert | 1° 10' |
| Korrekturwert für Fahrzeugneigung (z.B. 1° nach vorn) | + 1° |
| Nachlauf (bei Fahrzeugneigung Null) | <hr/> 2° 10' |

Hinweise:

- Neigung des Fahrzeuges nach vorn: Korrekturwert dazuzählen.
- Neigung des Fahrzeuges nach hinten: Korrekturwert abziehen.
- Darauf achten, dass die Oberfläche des Längsträgers im Messbereich sauber und glatt ist.

Fahrwerkstraining

Anlegehilfe für den Romess-Neigungsmesser
Am Beispiel der A-Klasse (Typ 168)

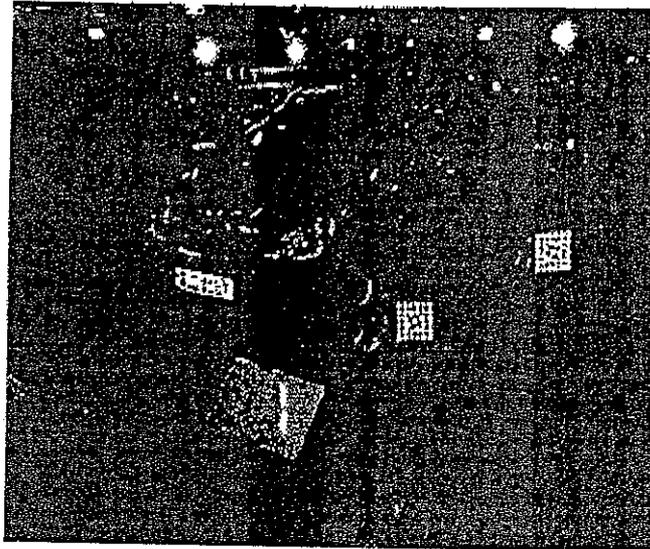


Bild 1 zeigt das Fahrzeug.

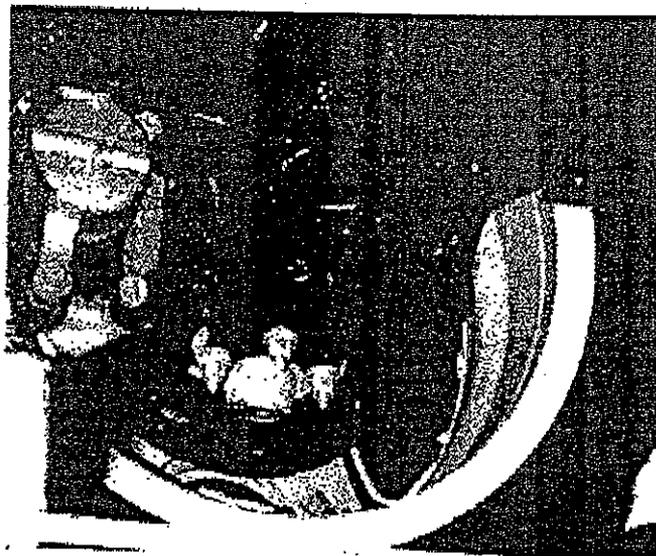


Bild 2 zeigt den vorderen linken Querlenker von
unten – ohne Neigungsmesser.

Fahrwerkstraining

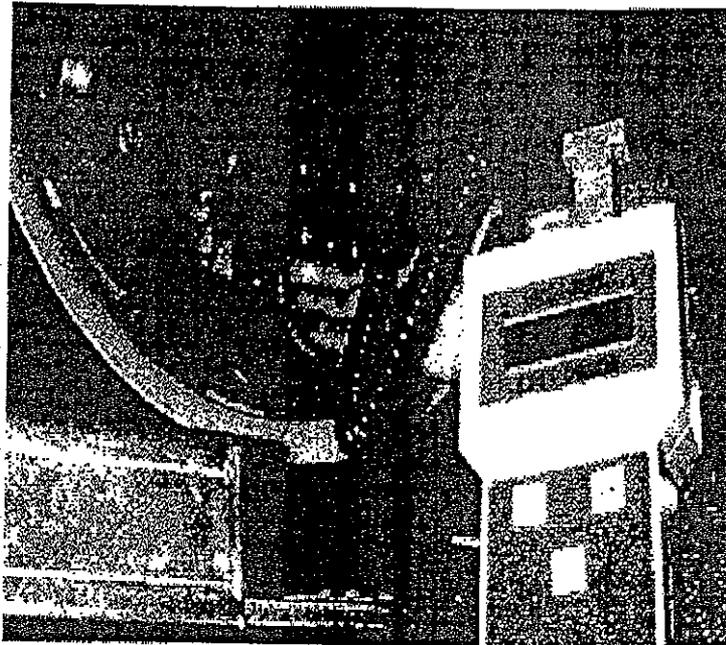


Bild 3 zeigt den vorderen linken Querlenker von unten – mit Neigungsmesser.



Bild 4 zeigt die rechte hintere Achshälfte von unten – ohne Neigungsmesser.

Fahrwerkstraining

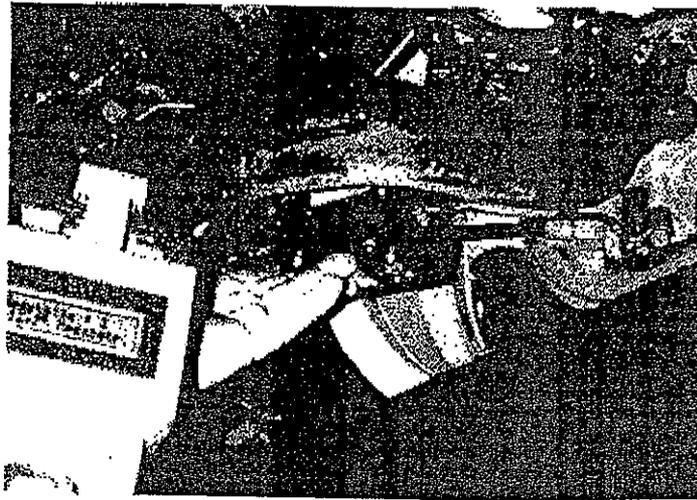


Bild 5 zeigt die rechte hintere Achshälfte von unten – mit Neigungsmesser.

Anmerkung: Beim Messen des Fahrzeugniveaus ist darauf zu achten, dass die Messstellen frei von Schmutz und Unterbodenschutz sind. Es werden keine Adapter benötigt.

Außerdem ist darauf zu achten, dass der Neigungsmesser mit der richtigen Seite – siehe