

# PROJEKTARBEIT

Berufsschule für Kfz-Technik und Kfz-Elektrik  
Schedyergasse 40,  
1210 WIEN

Tel.: +43 01 59 916-95715  
Fax.: +43 01 59 916 99 95715  
web: [www.siegfried-marcus-berufsschule.at](http://www.siegfried-marcus-berufsschule.at)

Schulungsskriptum zum Thema:

„Funktionale Zusammenhänge der  
Achsgeometrie“ - Fahrwerkseinstellungen

Schuljahr: 2007/08  
Klasse: 4XJ



## 1 Inhaltsverzeichnis

Themen	Seite
<b>1 Inhaltsverzeichnis</b>	1
1.1 Zielsetzung	2
1.2 Fahrzeugidentifikation	2
<b>2 Fahrwerkstheorie</b>	2
2.1 Anforderungen an das Fahrwerk	2
2.2 Radstellungen und Achsgeometrie	3
<b>3 Prüf und Einstellwerkzeuge</b>	4
3.1 Prüfwerkzeuge (Universal)	5
3.2 Einstellhilfen (Spezial)	6
<b>4 BMW 328i</b>	8
4.1 Radlager Axialspiel prüfen (BMW 328i)	8
4.2 Raddimensionen	9
4.3 Mathematische Überlegungen zu den Spurwerten	9
4.4 Inspektion vor der Achsvermessung	10
4.5 Achsgeometriedaten (BMW 328i)	11
4.6 Achsmessverlauf (Standard)	12
<b>5 AUDI A6</b>	13
5.1 Prüf- und Einstellroutine der Vorspurkurve	14
5.2 Vorspurkurvendiagramm	14
5.3 Achsgeometriedaten (Audi A6)	15
5.4 Darstellung der Radaufhängung	16
5.5 Aufbau der Spurstange	17
5.6 Querlenkerübersicht	17
5.7 Spurstangenaus- und einbau mit Spurstangenmesslehre	18
5.8 Vorspurkurve messen und einstellen	19
5.9 Federdämpfer vorne ersetzen einstellen	21
<b>6 Kugelgelenk</b>	22
6.1 Überprüfung der Gelenke	23
<b>7 Projektteilnehmer &amp; Projektleitung</b>	24
7.1 Projektverlauf	25
7.2 Buchtipps	26
7.3 Abbildungsverzeichnis	26

...die ersten gefederten Wagen mit Lenkung und Bremsen entstanden im zehnten Jahrhundert in Mitteleuropa...

Pferdekutsche mit Aufhängung,  
 Federung, Bremse und Lenkung



Abb.0



## 1.1 Zielsetzung

Zum Projektpraktikum im 4. Jahrgang sind entsprechend dem Rahmenlehrplan (auszugsweise) folgende Richtlinien zu berücksichtigen:

### Projektieren von Arbeitsaufträgen

Erstellen eines Arbeits- und Einsatzplanes nach Vorgabe einer Aufgabenstellung. Erstellen, Beurteilen und Auswertung der Test- und Diagnoseergebnisse. Festlegen der Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufe. Auswahl der einzelnen Werkzeuge, Maschinen, Vorrichtungen und Einrichtungen. Beschaffen und Überprüfen der erforderlichen Materialien und Werkstoffe. Durchführen der Arbeiten unter Berücksichtigung der Maßnahmen zur Qualitätssicherung der festgelegten Arbeitsabläufe.

### Dokumentation und Präsentation

Darstellen von Projektarbeiten, Erstellen von Dokumentationen, Präsentieren der Arbeitsergebnisse.

## 1.2 Fahrzeugidentifikation

	AUDI A6 04/1997-01/1999	BMW / 328i/2.8 04/1998 – 09/2000
Hubraum	2.4	2.8
Motorkennzeichnung	AGA	28 6 S2
Zylinderzahl	V6/OHC	6/DOHC
Hubraum effektiv	ccm: 2393	ccm: 2793
Verdichtung		1:10,2
Motorleistung	kW 121	kW142 / 5500 1/min <sup>-1</sup>
Mindestotanzahl	ROZ: 98	ROZ: 95

## 2 Fahrwerkstheorie

### 2.1 Anforderungen an das Fahrwerk

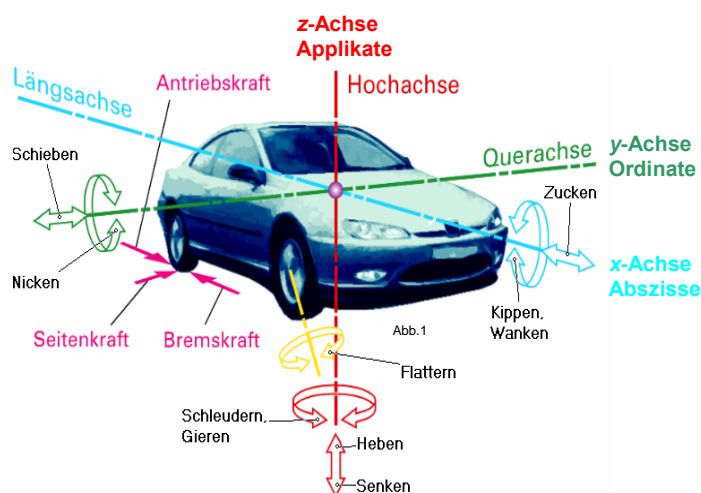
Die kinematischen und elastokinematischen Eigenschaften der Radaufhängungen nehmen wesentlichen Einfluss auf das Fahrverhalten (Fahrsicherheit) und den Fahrkomfort eines Fahrzeugs. Neben den aus diesen Zusammenhängen resultierenden Anforderungen werden an eine Radaufhängungskonstruktion Anforderungen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit gestellt, die sich auf die Herstellkosten und auf die Kompatibilität zur Gesamtkonstruktion des Fahrzeuges beziehen.

#### Fahrwerkverhalten (Fahrsicherheit)

- Kennwerte der Radstellung
- Radstand
- Spurweite
- Sturz
- Vorspur
- Wankpol
- Ungefederte Massen

#### Komfort

- Längsfederung
- Querfederung
- Anfah- und Bremsabstützung



#### Wirtschaftlichkeit

- Bauaufwand
- Raumbedarf

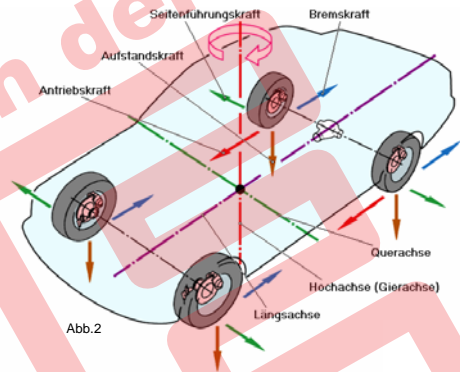


## 2.2 Radstellungen und Achsgeometrie

Rollen Räder über die Fahrbahn ab, so entstehen im Bereich der Reifenaufstandsfläche (**Latsch**)

- wechselnde Reifenaufstandskräfte (Radlast),
- Seitenkräfte,
- Antriebs- und Bremskräfte,
- Lenkkräfte (bei gelenkten Rädern),

die als Störkräfte auf die Abrollbewegung einwirken.



### ■ Spreizung

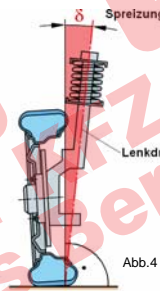


Abb.4

Spreizung ist die Neigung der Lenkdrehachse oben nach innen gegenüber einer Senkrechten auf der Fahrbahn.

### ■ Sturz

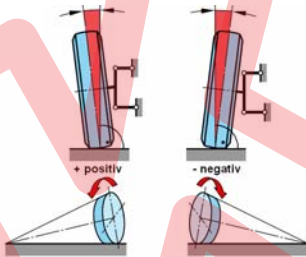
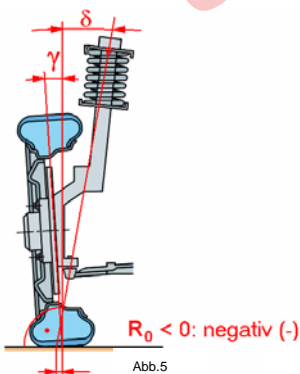


Abb.3

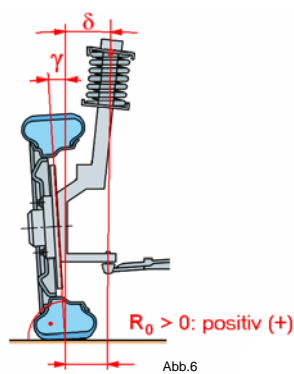
Sturz ist die Neigung des Rades zur Senkrechten auf die Fahrbahn.

### ■ Lenkrollhalbmesser



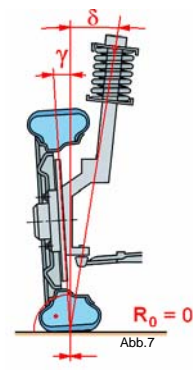
$R_0 < 0$ : negativ (-)

Abb.5



$R_0 > 0$ : positiv (+)

Abb.6



$R_0 = 0$

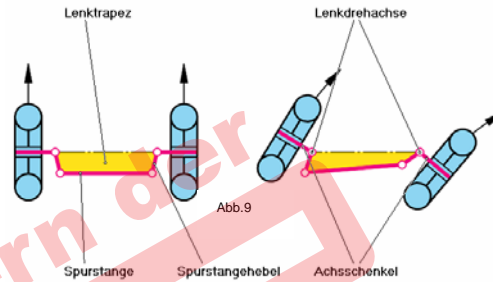
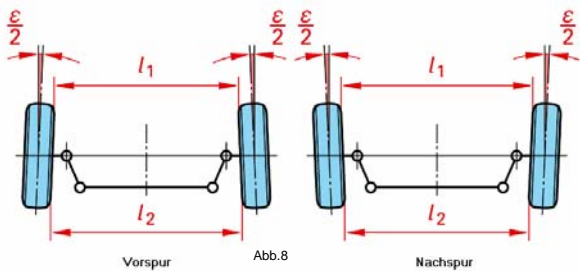
Abb.7

Der Lenkrollhalbmesser ist der Abstand zwischen Radaufstandspunkt und dem Durchstoßpunkt der Lenkdrehachse auf der Fahrbahn.

### ■ Spur

### ■ Lenktrapez

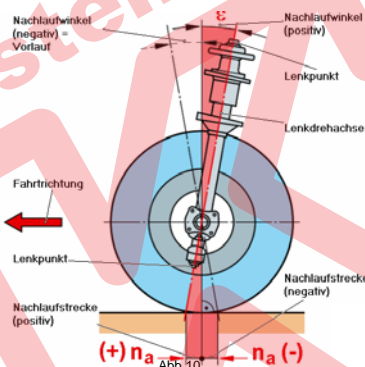




Stellt man die Radebenen zweier Räder einer Achse schräg zur Fahrtrichtung, so entsteht Vorspur bzw. Nachspur, stellt man sie parallel zur Fahrtrichtung entsteht die Spur Null.

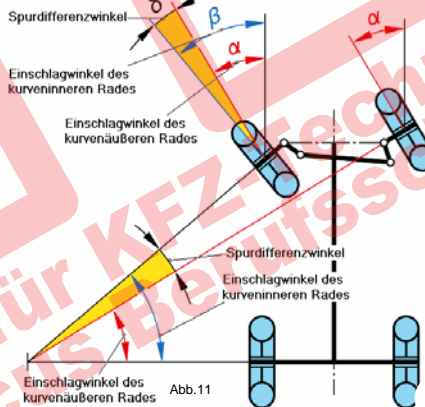
Das Lenktrapez besteht aus Spurstangen und Spurstangenhebeln. Über das Lenkgetriebe wird das Lenktrapez bewegt. Die Schrägstellung der Spurstangenhebel ermöglichen die unterschiedlichen Einschlagwinkel der Räder.

■ **Nachlauf**



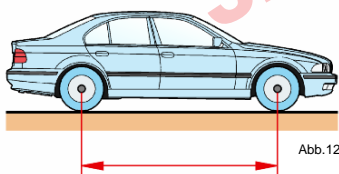
Wird der Radaufstandspunkt von der Schwenkachse gezogen, so läuft er ihr nach. Diese Einstellung wird als Nachlauf bezeichnet.

■ **Spurdifferenzwinkel**

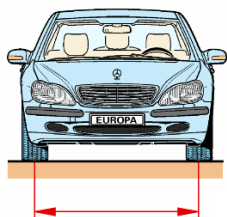


Der Spurdifferenzwinkel ist der Unterschied der Lenkeinschlagwinkel vom kurveninneren zum kurvenäußeren Rad.

■ **Radstand / Spurweite**

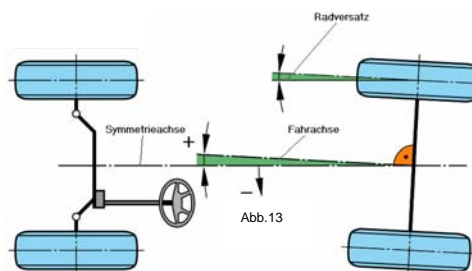


Der Radstand ist der Abstand der Radaufstandspunkte von Vorder- und Hinterachse.



Unter Spurweite versteht man den Abstand zweier Radmitten einer Achse, gemessen am Stand.

■ **Fahrachse / Radversatz**



Die geometrische Fahrachse wird durch die Stellung der Hinterräder gebildet.

Radversatz ist der Winkel, um den z.B. die beiden Hinterräder gegeneinander nach vorn od. nach hinten versetzt sind.

**3 Prüfwerkzeuge & Einstellwerkzeuge**



### 3.1 Prüfwerkzeuge (Universal)



Abb.15

#### Reifendruckprüfer

Messbereich: 0-10 bar  
Ablesung: 0,1bar

Je nach vorwiegendem Beladungszustand ist der Reifendruck lt. Fahrzeugherstellerangaben mit Hilfe des Druckmanometers sicherzustellen. Nachzulesen sind die Reifendrücke in, Bedienungsanleitung/Werkstattinformationssystem, oder auf Aufklebern an der „B“ - Säule bzw. im Deckel des Kraftstoffzufüllstutzens.



Abb.16

#### Maßband

Messbereich: 3000 mm  
Ablesung: 1 mm

Mit einem handelsüblichen Maßband ist es möglich die angegebenen Längenmaße (z.B. Höhenstand,...) zu kontrollieren.



Abb.17

#### Wasserwaage

Die horizontalen und vertikalen Positionen (z.B. Lenkrad,...) werden mit einer Wasserwaage überprüft.



Abb.18

#### Messschieber

Messbereich: 150 mm  
Ablesung: 0,1 mm/0,05 mm (1/10;1/20 Nonius)

Messschenkel, Tiefenmaß, Kreuzspitzen, Momentanfeststellung dienen zur genaueren Festlegung von kleinen Messbereichen (z.B. Profiltiefe,...).



Abb.19

#### Präzisionsmessuhr/Messstativ

Messbereich: 5 mm  
Ablesung: 0,01 mm

Zur Überprüfung des Axialspiels (z.B. Radlager,...) wird die die Messuhr eingesetzt.

Abb.20

#### Spurmessgerät

Messbereich: 820 – 1500 mm

Ein grober Überblick über die Spurdifferenz (0-35 mm) lässt sich durch die Längsverstellung der Teleskopstange mit Messskala schaffen.

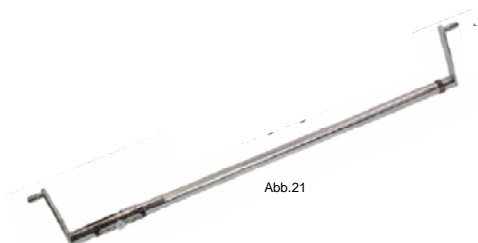


Abb.21

#### Sturzkontrollhilfe

Messbereich: - 3° bis +3°

Die Sturzkontrollhilfe wird mit Hilfe des Magnetfußes an der Bremsscheibe bzw. Radnabe befestigt. Nun folgt die „Nulljustierung“ sodass die Sturzänderung (z.B. bei Federbeinwechsel,...) über die Libelle verfolgt bzw. der alte Wert wieder eingestellt werden kann.



Abb.22

### 3.2 Einstellhilfen (Spezial)

Neben den im allgemeinen Gebrauch befindlichen Handwerkzeugen in unterschiedlichen Größen (z.B. Schraubendreher, Gabel-/Ringschlüssel, div. Zangen, TORX®-Schlüssel,...) ist es notwendig die vom Hersteller vorgegebenen Spezialwerkzeuge in Anwendung zu bringen.

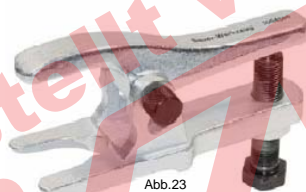


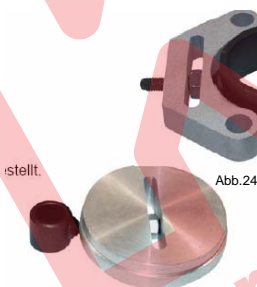
Abb.23

#### Kugelgelenk-/Kugelbolzenausdrücker

Gabelöffnung: 24 mm  
Spannbereich: 12-50 mm

Durch die Anwendung des Kugelgelenkausdrückers (z.B. Spurstangenkopf,...) ist eine schonende Demontage sichergestellt.

#### Sturzeinstellhilfe (BMW 328i)



stelt.

Abb.24

#### Sturzeinstellhilfe (vorne)

Zum Einstellen des Sturzes an der Vorderachse greift der Schlüssel mit dem Justierring von oben in den Federdomausschnitt. Das Verstellstück wird an den Haltebolzen (Muttern lösen) des Federbeins montiert. Die Sturzeinstellung wird über die Verstellmutter des Schlüssels eingestellt.

#### Spureinstellhilfe (BMW 328i)



Abb.25

#### Spureinstellhilfe (hinten)

Der Excenterschlüssel dient zur Spureinstellung an der Hinterachse (Verbindung von Längslenker und Karosserie) nach einem Silentlagerwechsel oder im Rahmen einer Achsvermessung.

#### Fixierung der Lenkung (Audi A6)

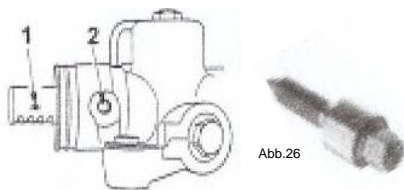


Abb.26

#### Arretierschraube (Lenkung)

Zahnstange der Lenkung so weit bewegen, dass Pos. 1 und 2 deckungsgleich sind. Danach Arretierschraube einschrauben. Die Zahnstange befindet sich jetzt in der Mittelstellung, so dass nun die Spur-Grundeinstellung der linken und rechten Lenkstange erfolgen kann.

#### Sturzeinstellgerät (Audi A6)



Abb.27

### Sturzeinstellgerät

Der Sturz kann nur **vermittelt** werden, sodass links und rechts der gleiche Wert entsteht. Um den Sturz zu vermitteln müssen die 8 Schrauben die den Hilfsrahmen mit der Karosserie verbinden, gelöst werden. Das Sturzeinstellgerät wird an Stelle der beiden linken vorderen Schrauben am Hilfsrahmen angesetzt.

### Absetzwerkzeug (Audi A6)

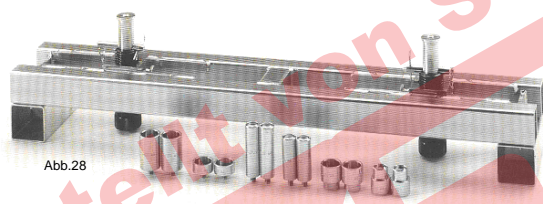


Abb.28

### Achsmess-Hilfsbrücke

Um die Vorspurkurvenwerte zu ermitteln bzw. einzustellen wird die Achsmess-Hilfsbrücke benötigt. Hierbei muss die Achsmess-Hilfsbrücke bei den verschiedenen Modellen mit den notwendigen Adaptern beidseitig an den vorderen Hilfsrahmenschrauben angesetzt werden.

### Fixierdorn (Audi A6)



Abb.29

### Fixierdorn Aggregateträger

Zum fixieren des Aggregateträgers (z.B. nach Unfallschäden, Silentlagertausch,...). Zum Teil entfällt die sonst notwendige Achsvermessung.

### Drehteller mit Gradscheibe



Abb.30

### Drehteller

Messbereich:  $-60^{\circ} \dots +60^{\circ}$

Die Drehplatten ermöglichen einen ungehinderten Lenkeinschlag der Räder in beide Richtungen. Auf der Messskala erhält man einen groben Überblick über den Einschlagwinkel.

### Bremspedalblockierer/Lenkradhalter



Abb.31



Abb.32

### Bremspedalblockierwerkzeug/Lenkradhalter

Mit diesem Werkzeug wird das Bremspedal durch eine eingebaute Feder dauernd gedrückt. **Damit die volle Bremsleistung erreicht wird sollte der Motor kurz gestartet werden, um den Bremskraftverstärker zu aktivieren!**

Der Lenkradhalter ermöglicht die Fixierung des Lenkrades in der Mittelstellung.

### Federdämpfereinstellehre (Audi A6)



### Federdämpfereinstellehre

Ein Justieren der Federbeine mit bloßem Auge ist nicht möglich. Wird das Federbein mit Gewalt montiert, kommt es zu Folgeschäden und Dröhngeräuschen. **Hinweis!** Zum Justieren sollte





Abb.33

### Achsmesscomputer



Abb.34

#### SUN alignment centre 4500

Die Achsmessstation erlaubt eine genaue Kontrolle und Einstellung der Herstellerspezifischen Fahrwerksdaten.

### Hebebühne (Symbolbild)



Abb.35

#### Hebebühne (hydraulisch)

Tragfähigkeit: 4000 kg  
 Hubhöhe: 2100 mm  
 Hubzeit: 60 Sekunden  
 Senkzeit: 50 Sekunden  
 Rampenhöhe: 350 mm

## 4 BMW 328i

### 4.1 Radlager Axialspiel prüfen (BMW 328i)

Vor Beginn der Achsvermessung muss sichergestellt sein dass gemäß einer Checkliste (Inspektion vor der Achsvermessung) alle Fahrwerksrelevanten Komponenten in Ordnung sind!!

Die Überprüfung des Radlager Axialspiels nach Herstellerangaben ist eine der vielen Prüfschritte im Vorfeld der Achsvermessung. Magnetstativ und Präzisionsmessuhr dienen zur exakten Feststellung des Axialschlages der Radnabe.



Abb.36

vorne	Axialschlag der Radnabe am Radlagerflansch		max. mm <0,03
hinten	Radlagerspiel axial		min. mm 0,06...0,08

### 4.2 Raddimension



### Reifendimension 225/50 ZR 16 (BMW 328i)

- Die Reifenbreite **b** des geprüften Fahrzeuges beträgt 225 mm.
- Das Querschnittsverhältnis **h** der Reifenhöhe zur Reifenbreite beträgt 50 %.
- Der Geschwindigkeitsindex "ZR" steht für eine Reifenhöchstgeschwindigkeit von über 240 km/h.
- Der Durchmesser **d<sub>F</sub>** der Felge beträgt 16 Zoll.

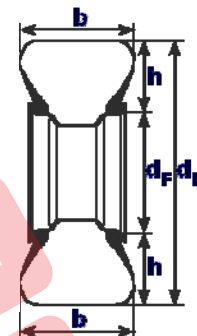


Abb.37

### Felgenbezeichnung 16 x 7J ET 47 (BMW 328i)

- Der Felgendurchmesser beträgt 16 Zoll
- Das x bedeutet dass die Felge eine ungeteilte Tiefbettfelge ist.
- Die Felgenbreite beträgt 7 Zoll.
- Der Buchstabe J ist ein Kennbuchstabe für die Abmessung des Felgenhornes
- Das Maß von der Felgenmitte bis zur inneren Anlagefläche = Einpresstiefe beträgt 47 mm.

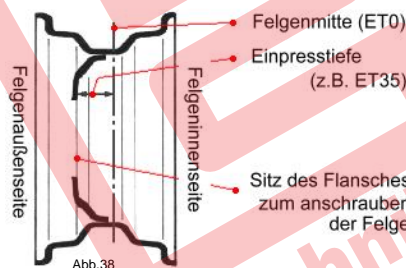


Abb.38

### 4.3 Mathematische Überlegungen zu den Spurwerten (BMW 328i)

Ausgehend von der Reifendimension und den Achsgeometriedaten des BMW 328i zeigen uns die folgenden Berechnungen die Gesamtspur und die Spurtoleranz in mm.

$c$	.....	Spur beider Räder in mm ( Gesamtspur).
$\varepsilon$	.....	Spurwinkel beider Räder in °.
$d_F$	.....	Felgenhorndurchmesser in mm.

(441mm; lt. Europaverlag Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik, 14. Auflage 2003; Seite 77)

$$c = \frac{\pi * d_F * \varepsilon}{180^\circ}$$

Umrechnung von Winkelminuten in Winkelgrad: Minuten/60 = Grad

Gesamtspur in mm:

$$1,8mm = \frac{\pi * 441mm * 0,23333^\circ}{180^\circ}$$

Spurtoleranz in mm:

$$1mm = \frac{\pi * 441mm * 0,13333^\circ}{180^\circ}$$

Die Gesamtspur beträgt 1,8 mm.  
 Die Gesamtspurtoleranz beträgt  $\pm 1$  mm, dass entspricht einem Toleranzfeld von 0,8 mm bis 2,8 mm Vorspur.

### 4.4 Inspektion vor der Achsvermessung





	Min.	Soll	Max.	Min.	Soll	Max.	
<b>Vorderachse</b>							
Nachlauf	4°56'	5°26'	5°56'	4°56'	5°26'	5°56'	Nicht einstellbar
Sturz	-0°40'	-0°20'	0°00'	0°40'	-0°20'	0°00'	
Spreizung	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Einzelspur	0°03'	0°07'	0°11'	0°03'	0°07'	0°11'	
Gesamtspur			Min.	Soll	Max.		
			0°06'	0°14'	0°22'		
<b>Hinterachse</b>							
Sturz	-1°45'	-1°30'	-1°15'	-1°45'	-1°30'	-1°15'	
Einzelspur	0°05'	0°08'	0°11'	0°05'	0°08'	0°11'	
Gesamtspur			Min.	Soll	Max.		
			0°10'	0°16'	0°22'		
Max. Fahrachswinkel				0°06'			

- 1 Vorspur
- 2 Sturz
- 3 Nachlauf
- 4 Spurdifferenzwinkel
- 5 Radversatz
- 6 Sturz
- 7 Hinterradstellung
- 8 Spur
- 9 Geometrische Fahrachse

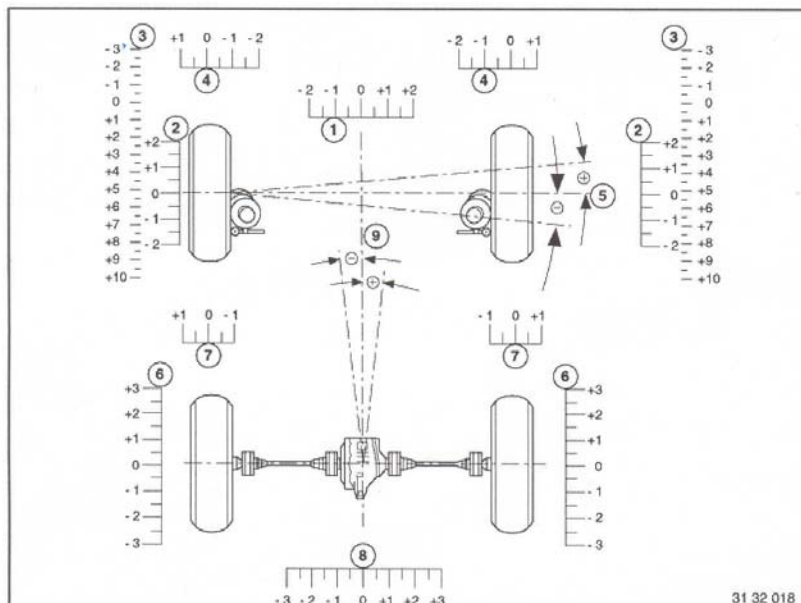


Abb.39

#### 4.6 Achsmessverlauf (Standard)





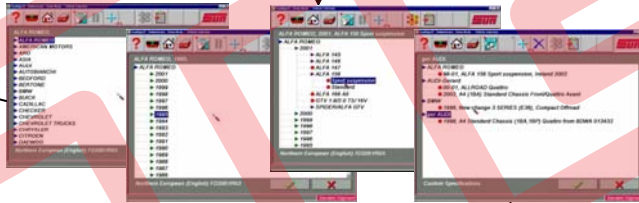
Start Achsvermessung  
 „Achsvermessung  
 starten“



Kunden Informationen  
 „Kunden- und Fahrzeug  
 Informationen eingeben“



Fahrzeugauswahl  
 „Fahrzeug wird  
 ausgewählt“



Hilfestellung  
 Solldaten –  
 Einstellhinweise -  
 Checkliste



Wird Niveauhöhen-  
 messung benötigt?

Ja

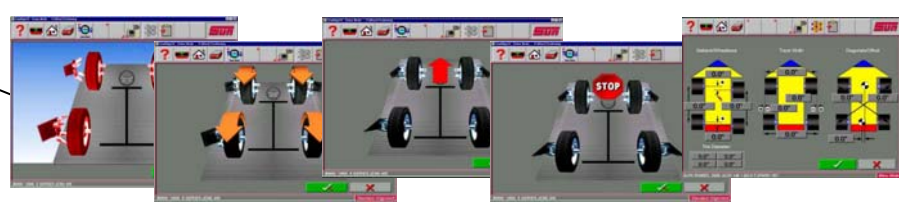


3 ER FAHRER (G40)	
Interferenzwert	
H1 =	576 x 10mm, 559 x 10mm, 604 x 10mm, 617 x 10mm
H2 =	542 x 10mm, 555 x 10mm



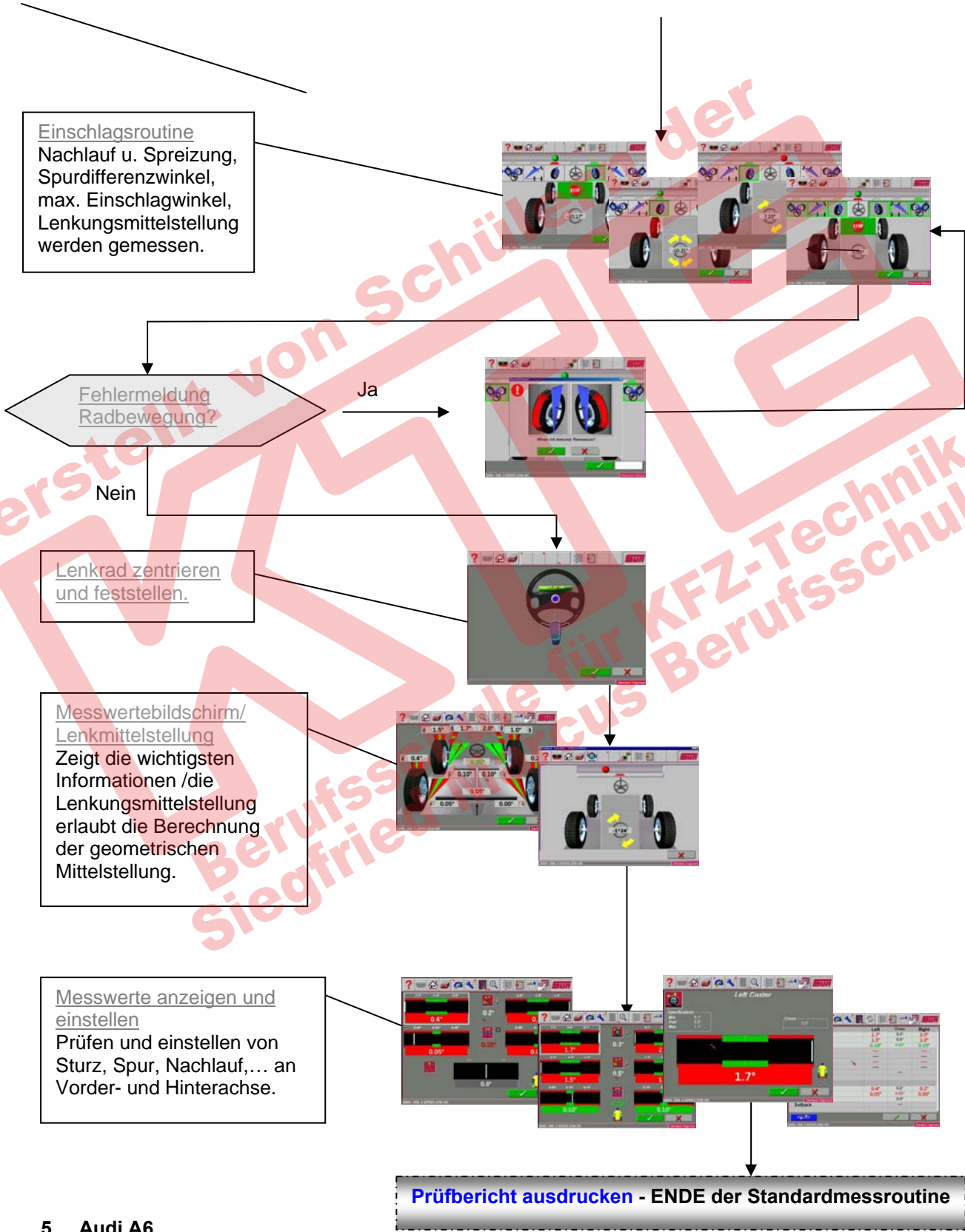
Nein

Rundlaufkorrektur/  
 Fahrzeugdimensionen  
 „Rundlaufkorrektur  
 durchführen“



**WICHTIG:** Installieren Sie den Bremspedalfeststeller, um durch Anziehen der Bremsen die Räder am Rollen zu hindern. **Es ist ratsam, vor dem Blockieren der Bremsen den Motor kurz anzulassen, um den Bremskraftverstärker zu aktivieren.** Ziehen Sie die Feststellbremse an.





**5 Audi A6**

**Standardmessroutine**

**5.1 Prüf und Einstellroutine der Vorspurkurve**

Zusatzrahmen einstellen  
 Durch verschieben des  
 Zusatzrahmens wird der  
 Sturz ausgemittelt.



**Grobeinstellung der Spur**  
 Die Messuhren müssen durch eine konventionelle Spureinstellung in den „grünen Bereich“ gebracht werden.

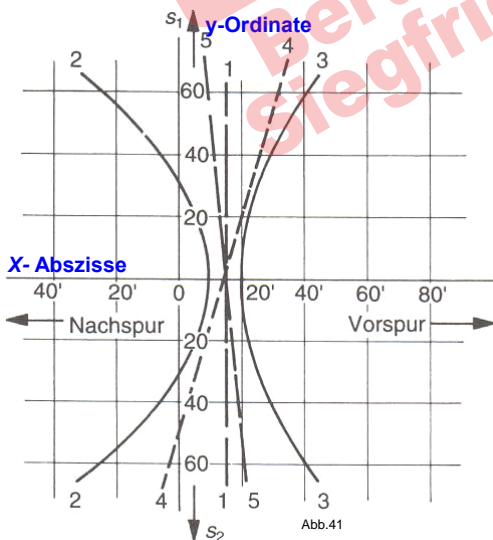
**Vorspurkurve einstellen**  
 Der Verlauf der Spurkurve wird durch anheben des Kfz überprüft und ggf. eingestellt.

Abb. 40 (alle Bilder im Kapitel 4.6 und 5.1)

**Prüfbericht ausdrucken - ENDE**

## 5.2 Vorspurkurvendiagramm

Mögliche Änderung der Vorspur beim Ein- und Ausfedern eines Rades in Minuten als Folge einer nicht korrekten Spurstangenlänge oder Spurstangenlage sind im Koordinatensystem zu sehen.







- $s_{1,2}$  ... Federweg in mm
- 1 ... idealer Verlauf der Vorspur
- 2 ... Spurverlauf bei zu kurzer Spurstange
- 3 ... Spurverlauf bei zu langer Spurstange
- 4 ... zu hoch liegendes inneres Spurstangengelenk
- 5 ... zu tief liegendes inneres Spurstangengelenk

## 5.3 Achsgeometriedaten (Audi A6)

	Min.	Soll	Max.	Min.	Soll	Max.	
----- Vorderachse -----							



<b>Nachlauf</b>	---	---	---	---	---	---	-----
<b>Sturz</b>	-1°15'	-0°50'	-0°25'	-1°15'	-0°50'	-0°25'	 „ausmitteln“
<b>Spreizung</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Einzelspur</b>	0°05'	0°10'	0°15'	0°05'	0°10'	0°15'	
<b>Gesamtspur</b>			<b>Min.</b>	<b>Soll</b>	<b>Max.</b>		
			0°10'	0°20'	0°30'		
----- <b>Hinterachse</b> -----							
<b>Sturz</b>	-1°50'	-1°30'	-1°10'	-1°50'	-1°30'	-1°10'	
<b>Einzelspur</b>	0°05'	0°10'	0°17'	0°05'	0°10'	0°17'	
<b>Gesamtspur</b>			<b>Min.</b>	<b>Soll</b>	<b>Max.</b>		
			0°10'	0°20'	0°35'		
<b>Max. Fahrachswinkel</b>							

Die korrekte Positionierung des Fahrzeugs auf der Hebebühne ist ein wichtiger Faktor für **Sicherheit** und **Genauigkeit!**

Um Verletzungen und Sachschäden zu vermeiden befolgen Sie bitte die Betriebs- und Sicherheitsanweisungen des Herstellers der Hebebühne und des Prüfstandes!!!

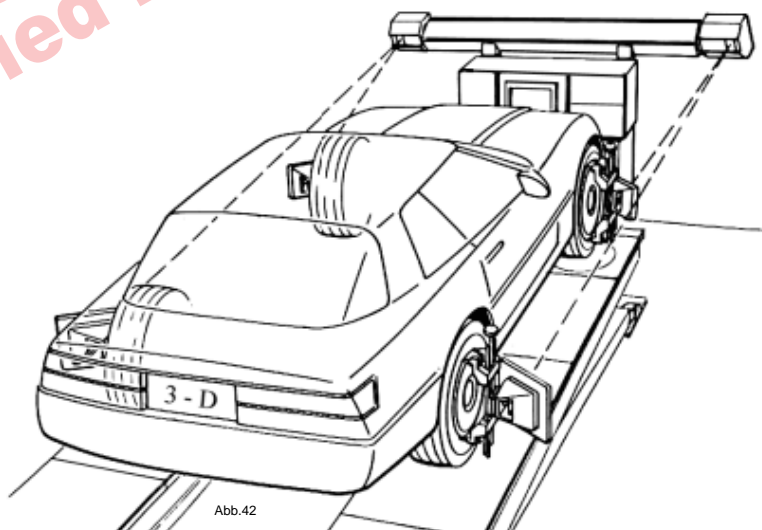
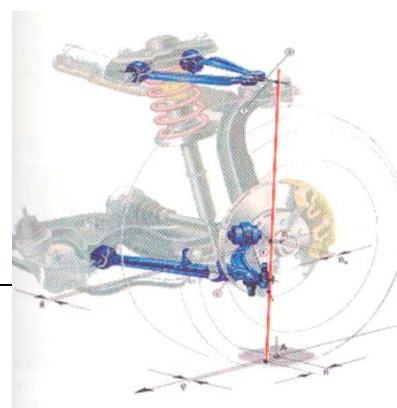


Abb.42

#### 5.4 Darstellung der Radaufhängung (Audi A6)

Die Vierlenkerachse weist einige Besonderheiten auf, die bei Reparaturarbeiten unbedingt beachtet werden müssen, um den Autofahrer höchste Sicherheit und besten Komfort zu Bieten.







Durch die komplexe Achskonstruktion ergibt sich ein **hohes Reparaturpotential für die Werkstätten.**

Abb.43

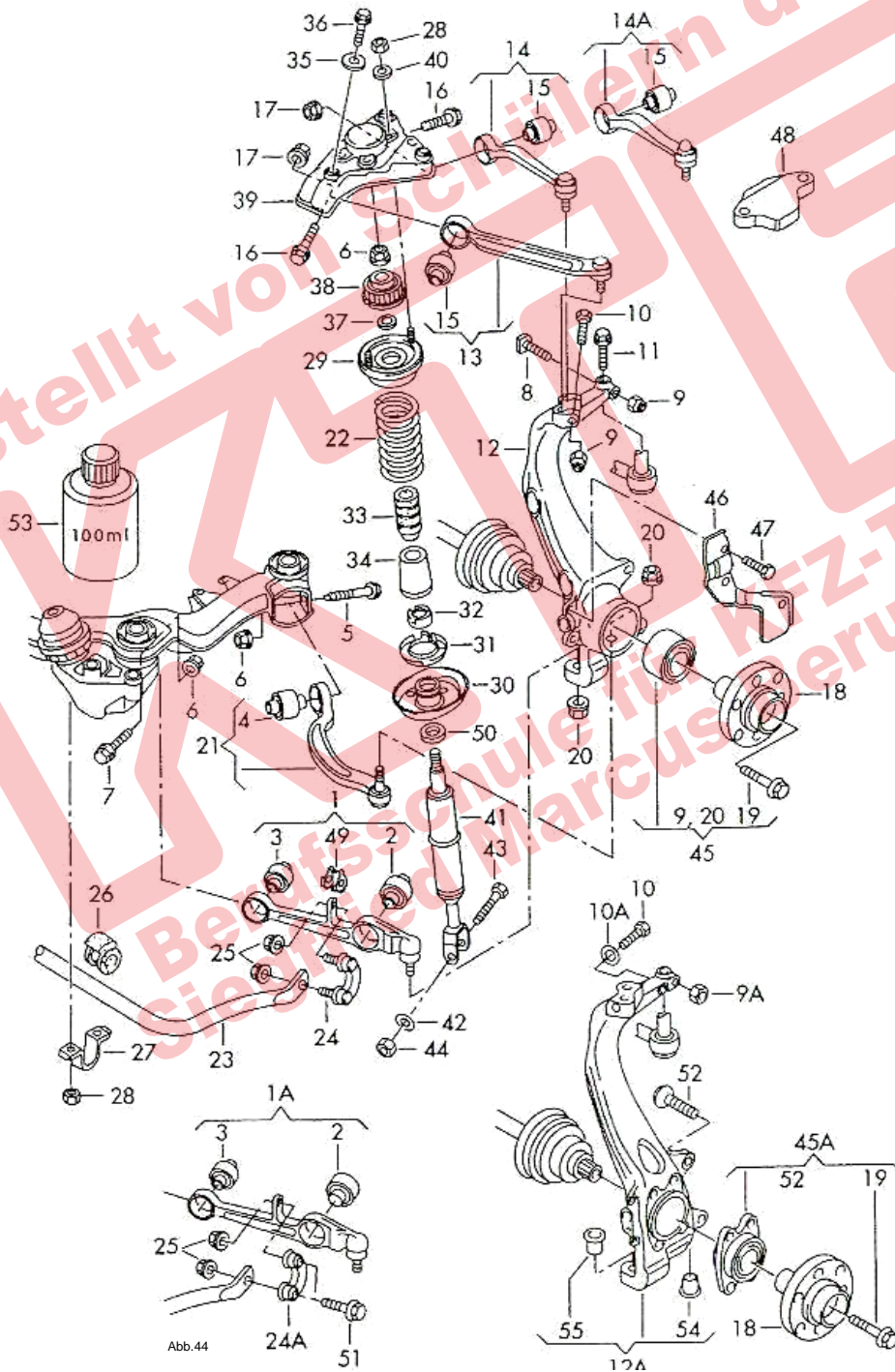


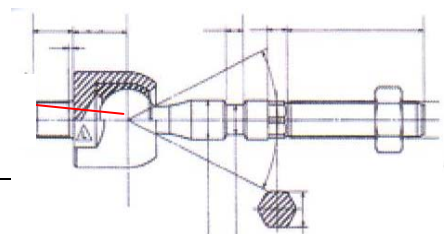
Abb.44

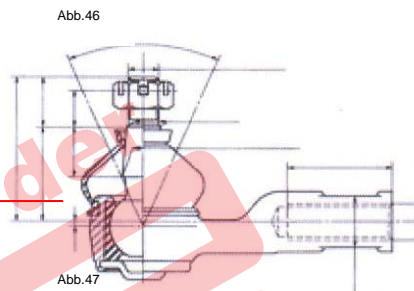
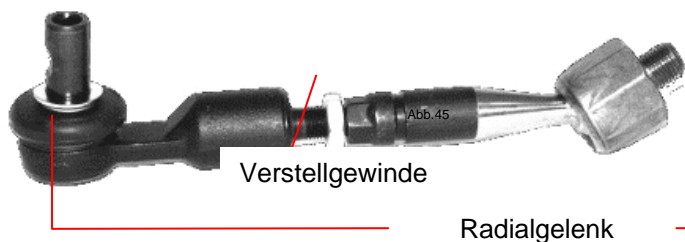
**Aufbau der Spurstange (Audi A6)**

Einbauseite: Vorderachse, beidseitig  
 Länge [mm]: 224,0

Konusmaß [mm]: 17,5

Axialgelenk

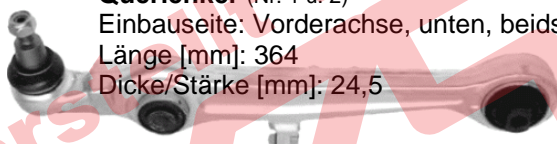




## 5.6 Querlenkerübersicht (Audi A6)

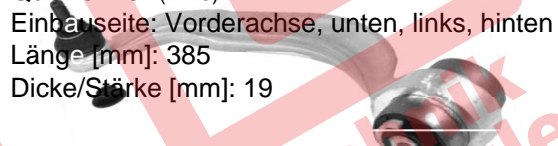
### Querlenker (Nr. 1 u. 2)

Einbauseite: Vorderachse, unten, beidseitig, vorne  
 Länge [mm]: 364  
 Dicke/Stärke [mm]: 24,5



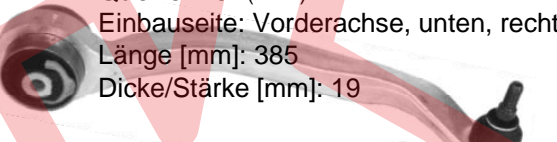
### Querlenker (Nr. 3)

Einbauseite: Vorderachse, unten, links, hinten  
 Länge [mm]: 385  
 Dicke/Stärke [mm]: 19



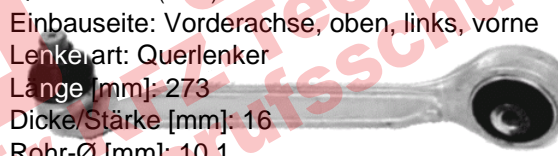
### Querlenker (Nr. 4)

Einbauseite: Vorderachse, unten, rechts, hinten  
 Länge [mm]: 385  
 Dicke/Stärke [mm]: 19



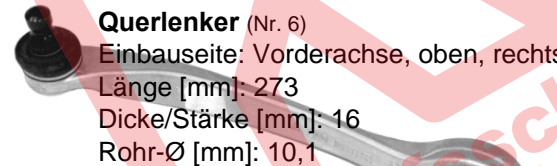
### Querlenker (Nr. 5)

Einbauseite: Vorderachse, oben, links, vorne  
 Lenkerart: Querlenker  
 Länge [mm]: 273  
 Dicke/Stärke [mm]: 16  
 Rohr-Ø [mm]: 10,1



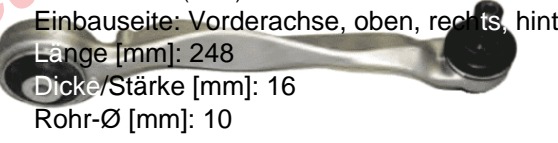
### Querlenker (Nr. 6)

Einbauseite: Vorderachse, oben, rechts, vorne  
 Länge [mm]: 273  
 Dicke/Stärke [mm]: 16  
 Rohr-Ø [mm]: 10,1



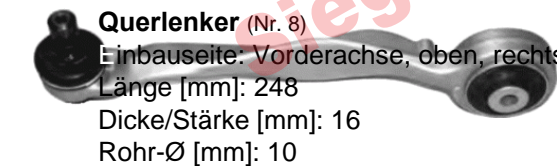
### Querlenker (Nr. 7)

Einbauseite: Vorderachse, oben, rechts, hinten  
 Länge [mm]: 248  
 Dicke/Stärke [mm]: 16  
 Rohr-Ø [mm]: 10



### Querlenker (Nr. 8)

Einbauseite: Vorderachse, oben, rechts, hinten  
 Länge [mm]: 248  
 Dicke/Stärke [mm]: 16  
 Rohr-Ø [mm]: 10



### Koppelstange (Nr. 9)

Einbauseite: Vorderachse, links



### Koppelstange (Nr. 10)

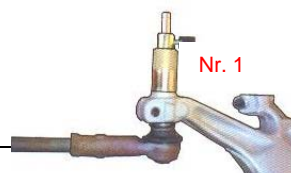
Einbauseite: Vorderachse, rechts



Abb.48 (alle Bilder im Kapitel 5.6)

## 5.7 Spurstangenaus- und einbau (Audi A6) mit Spurstangenmesslehre

1. Höheneinstellschraube (Einstellschraube für Vorspurkurve) aus Achskörper ausschrauben.





2. Mit einer Drahtbürste den Achsschenkelteil gut reinigen und das Auge im Achsschenkel mit Druckluft ausblasen.

Abb.49

3. Tiefenmaßlehre (Nr. 1) in Bohrung Stellen und gegen den Spurstangenkopf drücken. Bei Anschlag Flügelmutter festziehen.

4. Klemmschraube öffnen, Spurstangenkopf aushängen.

5. Klemmvorrichtungen auf der Spurstange so montieren, dass der Lehrdorn (Nr. 2) auf dem Spurstangenkopf aufgeschoben werden kann. Die beiden Inbusschrauben der Klemmvorrichtung mit je einem Tellerfedernpaar nur so fest anziehen, dass ein spielfreies Drehen der Vorrichtung an der Spurstange noch möglich ist.



6. Jeweils einen Satz der halbrunden Distanz-Klemmscheiben vor der Klemmvorrichtung und einen Satz um 90 Grad versetzt hinter der Klemmvorrichtung spielfrei anbringen und mit den Inbusschrauben gut festziehen, wegen Verrutschungsgefahr! Die sich nun in der Mitte befindende kantige Klemmvorrichtung muss sich um 360° auf der Spurstange spielfrei drehen lassen.

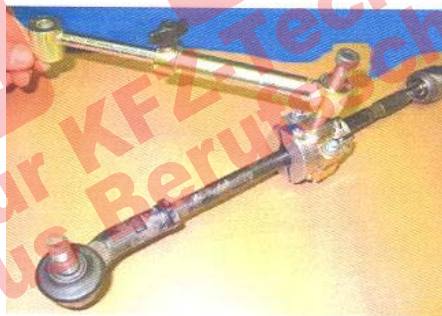
Abb.51



7. Mittels Lehdorn genauen Abstand festlegen und Flügelschraube am Grundgerät-Aufnahmerohr anziehen.

8. Das Aufnahme-Adapterrohr mit festgeklemmtem Lehrrohr anheben und seitlich wegschwenken. Danach wird die Passschraube aus der Klemmvorrichtung ausgeschraubt und die gesamte Messeinheit weggelegt. Es bleiben nur die Klemmvorrichtung und beide Distanz-Klemmscheiben auf der Spurstange.

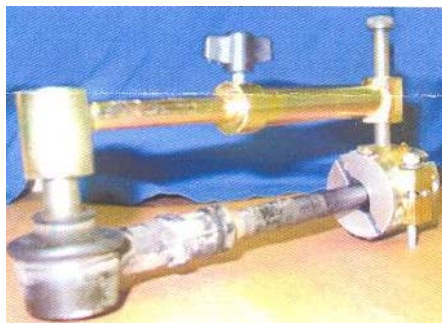
Abb.52



9. Spurstangenkopf austauschen bzw. erneuern, wobei dieser soweit eingeschraubt wird, dass die Messeinheit auf den neuen Spurstangenkopf ohne Spiel passt.

10. Dazu muss die kantige Klemmvorrichtung mit dem festgeklemmten Lehdorn zwischen den beiden Halbschalenpaaren so weit auf der Spurstange gedreht werden, bis der genaue Abstand zum Lehdorn erreicht ist.

Abb.53



11. Kontermutter am Spurstangenkopf und Spurstange festziehen und Messlehre demontieren.
12. Die eingestellte Tiefenmaßlehre auf das Spurstangenkopfauge aufsetzen und den Spurstangenkopf von unten bis zum Anschlag in die Tiefenlehre eindrücken.
13. Klemmschrauben wieder festziehen und danach Tiefenmaßlehre entfernen.

## 5.8 Vorspurkurve messen und einstellen (Vierlenkerachse der B5-Blattform-Audi A6)

Diese Messung überprüft die Einstellung der Spuränderung beim Ein- und Ausfedern der Vorderräder. Eine übermäßige Spuränderung kann zu vorzeitigem Reifenverschleiß führen. Eine große Änderung auf nur einer Seite kann einen Lenkungsstoß verursachen, eine gefährliche Situation, bei der das Fahrzeug bei Unebenheiten plötzlich die Fahrtrichtung ändert.





Abb.54

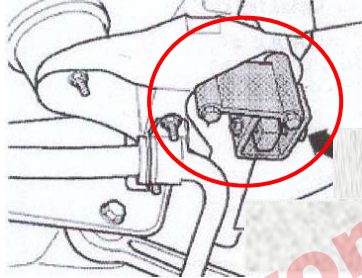


Abb.55

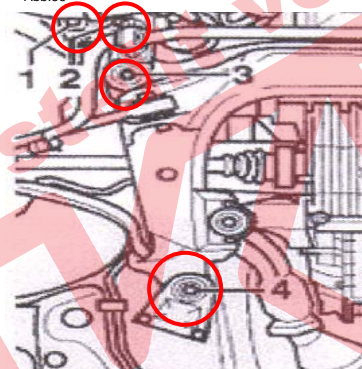


Abb.56



Abb.57

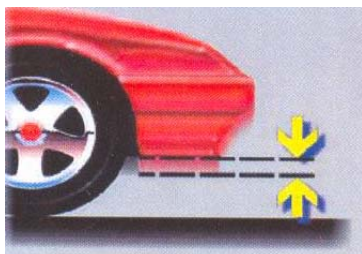
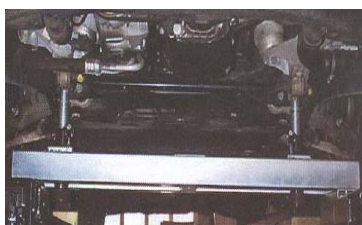


Abb.58



1. Führen Sie alle Standardvermessungsschritte aus, um die üblichen Werte zu erhalten. Zur Grobeinstellung der Spur wird die Spurstangenlänge über das Verstellgewinde der Spurstange angepasst.
2. Korrigieren Sie falls erforderlich die Sturzdifferenz durch Verschieben des Hilfsrahmens der Vorderachse und danach die Einstellungen an der Hinterachse (Geometrischer Fahrachswinkel). Um den Sturz zu **vermitteln**, müssen die 8 Schrauben, die den Hilfsrahmen mit der Karosserie verbinden, gelöst werden. Der Hilfsrahmen wird nun mit dem Spezialwerkzeug ausgerichtet. Die 4 Schrauben die die Hauptverbindung darstellen sind **Dehnschrauben** und **müssen daher erneuert werden**. Anzugsdrehmoment: 110 Nm + 90°
3. Ermitteln Sie mit Hilfe des Absetzwerkzeuges und den entsprechenden Distanzhülsen die normale Fahrhöhe, drehen Sie die Gewindehülsen mit den Verlängerungen leicht gegen die vorderen Befestigungsschrauben des Zusatzrahmens. Achten Sie darauf, dass dabei das Fahrzeug nicht angehoben wird! Sichern Sie die Gewindespindeln mit den
5. Überprüfen Sie links und rechts die Vorspurkurvenwerte. Stimmt die Messung mit den vorgegebenen Werten nicht überein, so werden die zylindrischen Kugelhöpfe der Spurstange gelöst und nach oben oder unten versetzt bis die „Ist“-Werte mit den „Soll“-Werten (grüner Bereich) übereinstimmen.
6. Heben Sie das Fahrzeug ca. 20 mm an, entfernen Sie die Absteckbolzen und schieben Sie die Hülsen in die Gewindespindeln. Setzen Sie das Fahrzeug zum Abschluss noch einmal auf die Messbrücke ab. Dies ist sehr wichtig, da jetzt noch einmal eine Vergleichsmessung durchgeführt wird. Erscheint keine Fehlermeldung auf dem Bildschirm, ist der Mess- und Einstellvorgang beendet. Das Absetzwerkzeug kann nun entfernt werden.



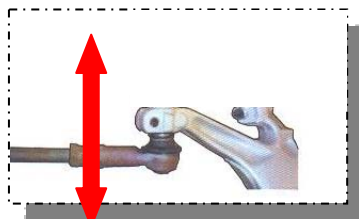


Abb.60



Abb.61

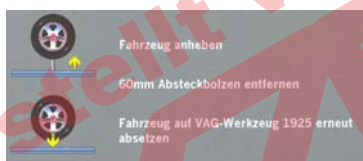
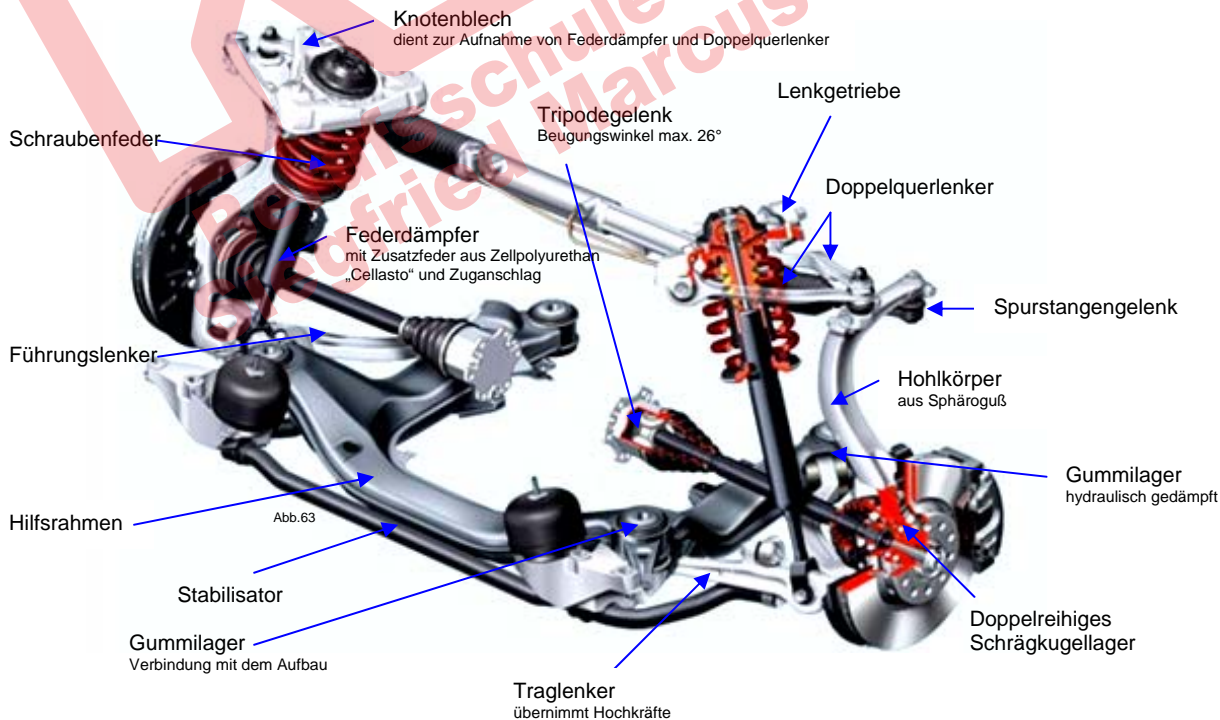


Abb.62

**Anmerkung:**

Achten Sie sorgfältig darauf, dass die Vorderräder während des gesamten Prozedere den Kontakt zu den Drehtellern nicht verlieren!



**5.9 Federdämpfer vorne ersetzen einstellen**

Eine weitere Besonderheit der B5-Plattform-Achse ist, dass das Federbein nach dem Federdämpferwechsel voreingestellt werden muss.

Wird das nicht beachtet und das Federbein mit Gewalt in die richtige Position gedrückt, entstehen durch die verspannte Einbauposition Dröhngeräusche im Fahrzeug. In weiterer Folge besteht die Gefahr dass es innerhalb kurzer Zeit zu Beschädigungen an Achsbauteilen kommt!!



Stückliste Federdämpfer

- 1 Bundmutter
- 2 Dämpferlager
- 3 Scheibe
- 4 Federteller oben
- 5 Schraubenfeder
- 6 Zusatzfeder
- 7 Schutzhülle
- 8 Staubkappe
- 9 Federunterlage
- 10 Federteller unten
- 11 Stoßdämpfer

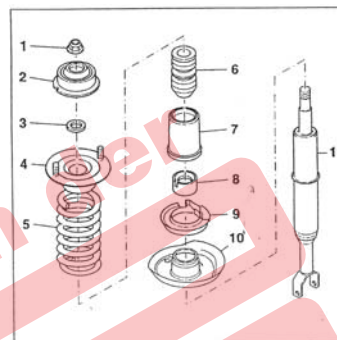


Abb.64

1. Federbein ausbauen und demontieren
2. Schutzkappe (1) und Federunterlage (2) abnehmen. Federteller (3) mit Kunststoffhammer lockern und abnehmen.
3. Neuen Stoßdämpfer mit geeignetem Spannbock an der Werkbank befestigen.
4. Unteren Federteller aufsetzen. Bohrung (Pfeil) um 90° zur Schraubenachse (A) gedreht aufsetzen. Zulässige Abweichung vom Federteller zum Stoßdämpfer +/- 2°

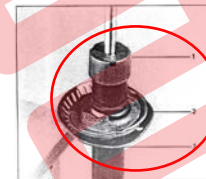


Abb.65



Abb.66

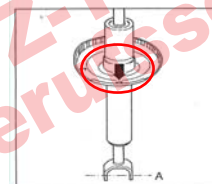


Abb.67

5. Einzelkomponenten der Reihe nach aufsetzen und Kolbenstangenmutter per Hand anziehen.
6. Federbein Einstellgerät, mit Aufnahmestift 12 mm, in die untere Gabel des Stoßdämpfers einstecken.
7. Die Justierplatte des Einstellgeräts auf den Federteller aufsetzen, so dass die Stehbolzen in den jeweiligen Lochpaarungen, A4-A6 passen. Kolbenstangenmutter mit 60 Nm festziehen.



Abb.68

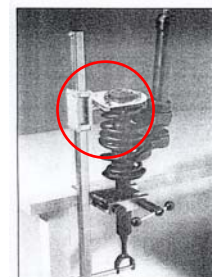


Abb.69

Einbaulage der Federteller

- F = Fahrtrichtung
- R = Federteller rechts
- L = Federteller links
- A = 11° +/- 2°

Bohrung im Federteller (Pfeil) zeigt zur Fahrzeugmitte.

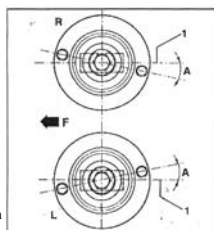


Abb.70a

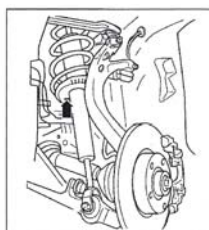
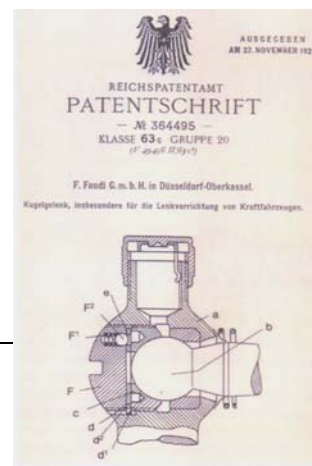


Abb.70b

**6 Kugelgelenk**

... eine geniale Idee wird zum Patent angemeldet  
 ...

Fritz Faudi (\*1875 .... †1955)





Am 27. November 1922 wird das „Kugelgelenk, insbesondere für die Lenkvorrichtung von Kraftfahrzeugen“ patentiert. Diese Kugelgelenkgeneration bedarf Wartungsarbeiten in Abhängigkeit von der Kilometerleistung.

Um 1960 ersetzen moderne wartungsfreie Kugelgelenke die bisherigen abzuschmierenden Radialgleitlager mit Bronze-Gleitbuchsen in den Radaufhängungen der Kraftfahrzeuge.

Abb.72

### Aufgaben eines Traggelenks (Einbauort: unten)

Kräfteübertragung vom Fahrzeugchassis zum Rad.

Aufnahme des Fahrzeuggewichts (Gewichtskraft  $F[N]$ ) und Weiterleitung zum:

- Rad
- Reifen
- Latsch
- Straßenbelag

### Aufgaben des Führungsgelenks (Einbauort: oben)

Das Führungsgelenk übernimmt alle Kräfte, die längs und quer zum Kugelzapfen eingeleitet werden.

Je nach Radaufhängung werden auch vom Traggelenk anteilig Kräfte aufgenommen.

- Bremskräfte
- Beschleunigungskräfte
- Radführungskräfte



Abb.73

### Zwei unterschiedliche Kugelgelenke in der Kfz-Lenkung

Kugelgelenke werden auch im Lenkstrang eingesetzt. Sie befinden sich dann an den Enden der Lenkstangen/Spurstangen, die die Kräfte und Bewegungen vom Lenkgetriebe auf die Vorderräder übertragen.



Abb.74

Das **Radialgelenk** entspricht im Aufbau dem Führungsgelenk. Die Bauform fällt wegen der geringeren Belastung kleiner aus. Das Radialgelenk ist immer gekröpft!



Abb.75

Das **Axialgelenk** überträgt maßgeblich Kräfte in Zapfenrichtung. Über einen Gewindezapfen oder eine Gewindemuffe wird das Gelenk an die Zahnstange oder die Spurstange angeschraubt.

Axial und Radialgelenke können auch in abgewandelter und leichter Form als Koppelstangen/Pendelstützen/Stabilisatorgelenke ausgeführt sein.

## 6.1 Überprüfung der Gelenke

Im „Mängelkatalog und Kommentar“ zur wiederkehrenden Begutachtung gem. §57a KFG 1967 (i.d.F. der 26. Novelle), der Durchführungsverordnung zum Kraftfahrzeuggesetz (i.d.F. der 51. Novelle und der und der Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung (PBStV i.d.F. der 2. Novelle) [5. überarbeitete und ergänzte Neuauflage] sind nachfolgende Richtlinien zur Überprüfung festgelegt.





Die Prüfposition 5.3 (Seite 269 ff.) gibt Hinweise auf die Mängelbewertung (auszugsweise).

Praktikanten	Ausbildungsstätte
--------------	-------------------

### 5.3.1 Tragelenk / Achsschenkel

Abb.76

**Leichter Mangel**

geringes Spiel

**Schwerer Mangel**

ungenügende Sicherung

großes Spiel

Staubmanschetten fehlen oder stark beschädigt

**Gefahr im Verzug**

Gefahr des Lösens der Verbindung

### 5.3.2 Quer-, Schräg- und Längslenker

**Leichter Mangel**

geringes Spiel

**Schwerer Mangel**

unsachgemäß repariert

ungenügende Befestigung

erhebliches Spiel

**Gefahr im Verzug**

Risse, verbogen, stark korrodiert

unsachgemäß repariert (Bruchgefahr)

sehr starkes Spiel

## 8.5 Kommentar zur Mängelgruppe 5 (auszugsweise):

### PRÜFANWEISUNG

Sichtprüfung

Klangprüfung

(Korrosion, Befestigung)

Funktionsprüfung

Bei der Prüfung ist nach den Angaben des Herstellers vorzugehen (unter anderem unbedingt auf die Belastung, Entlastung oder Teilentlastung der Räder achten).

### Prüfgerät

- Ein Spieldetektor (Rüttelprüfstand) ist für Fahrzeuge der Klasse M und N, jeweils über 2800 kg höchst zulässigem Gesamtgewicht und Fahrzeuge der Klassen O3 und O4 zwingend vorgeschrieben.
- Eine Optische Vermessung ist bei der wiederkehrenden Begutachtung nicht vorgesehen. Hat der Prüfer jedoch Bedenken, kann die Beibringung eines positiven optischen Vermessungsberichts Voraussetzung für eine positive Beurteilung sein.

Abdulah Mike	Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Acari Levent	Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien





Antonic Branisav		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
03. Sep. 2007		Einführung in den Unterrichtsgegenstand Projektpraktikum
Bibik Senad	2 UE	Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Can Riza		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideen diskutieren</li> <li>• Literaturbesprechung</li> <li>• Erstellen eines Zeitplans</li> </ul>
10. Sep. 2007	2 UE	Kennenlernen des Fahrzeuges , Besprechung der Vorgehensweise
Darda Sasa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeug in die Werkstatt überstellt und positioniert</li> </ul> Arbeitsmarktservice, Neubaugasse 43 1070 Wien
Eminovic Aleksandar		Arbeitsmarktservice, Neubaugasse 43 1070 Wien
Ertl Cornelia		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Mladenovic Igor		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Moore Ernst		-----
Nesic Milovan		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Okur Murat		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien
Oppong Seth Owusu		Arbeitsmarktservice, Neubaugasse 43 1070 Wien
Rotter Thomas		Auto – Teile - Unger, Simmeringer Hauptstrasse 178 1110 Wien
Thabal Parmjit Singh		-----
Vybiral Jessica		Berufsförderungsinstitut, Gudrunstrasse 187 1100 Wien

## 7 Projektteilnehmer & Projektleitung

Die Projektarbeit „Funktionale Zusammenhänge des Fahrwerks“ die im Zeitraum - September 2007 bis Februar 2008 - stattgefunden hat, wurde von

Hr. Dipl.Päd. Ing. HANZMANN Michael und  
 Hr. Dipl.Päd. STROBL Peter

(Fachlehrer der *BS für Kfz-Technik und Kfz-Elektrik*) fachlich und redaktionell betreut!

### 7.1 Projektverlauf



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abdeckungen demontiert</li> <li>• Sicherheitshinweis und Gefahrenpotentiale</li> <li>• Feststellen der notwendigen Werkzeuge</li> </ul>
17. Sep. 2007	2 UE	Lage der Bauteile bestimmen , Informationen über Bauteile aus Lehrbuch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausfassen des Lehrbuches</li> <li>• Vertrautmachung mit den Achsmessstation</li> <li>• Sammlung der Technischen Daten für AUDI</li> </ul>
24. Sep. 2007	2 UE	Technische Informationen sondieren und analysieren <ul style="list-style-type: none"> <li>• TIS BMW</li> <li>• Interpretation der Soll-Werte</li> </ul>
01. Okt. 2007	2 UE	Axialspiel der Radlager prüfen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Präzisionsmessuhr</li> <li>• Einsatz von Einsäulenhebebühne</li> </ul>
09. Okt. 2007	2 UE	Standardmessroutine durchführen BMW <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung SUN - alignment</li> <li>• Einsatz von Spezialwerkzeug</li> <li>• Bewertung des Achsmessprotokolls</li> </ul>
15. Okt. 2007	2 UE	Einstellarbeiten an den beiden Achsen BMW <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sturz</li> <li>• Spur</li> </ul>
22. Okt. 2007	2 UE	Besonderheiten der Audi A6 Vorderachse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezialwerkzeug</li> <li>• Messablauf</li> </ul>
29. Okt. 2007	2 UE	Standardmessroutine Audi A6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellarbeiten</li> <li>• Bewertung der Messergebnisse</li> </ul>
05. Nov. 2007	2 UE	Vorspurkurve <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezialwerkzeug</li> <li>• Vorspurkurvenmessroutine</li> </ul>
12. Nov. 2007	2 UE	Vorspurkurve <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbauarbeiten</li> <li>• Besonderheiten der Messung analysieren</li> </ul>
19. Nov. 2007	2 UE	Vorspurkurve <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellarbeiten</li> <li>• Gefahrenpotentiale</li> </ul>
26. Nov. 2007	2 UE	Redaktionelle Auswertung <ul style="list-style-type: none"> <li>• aller recherchierten Daten u. der gewonnenen Messergebnisse</li> <li>• Erstellung eines Rohkonzepts</li> </ul>
03. Dez. 2006	2 UE	Redaktionelle Auswertung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung der Kapitel</li> <li>• Konzeptpapier erstellen</li> </ul>
10. Dez. 2006	2 UE	Redaktionsschluss <ul style="list-style-type: none"> <li>• aller recherchierten Daten</li> <li>• der gewonnenen Messergebnisse</li> <li>• Zusammenfassung am PC</li> <li>• Layout</li> </ul>
17. Dez. 2006	2 UE	Feinarbeiten am Skriptum <ul style="list-style-type: none"> <li>• Texte</li> <li>• Verzeichnisse</li> <li>• Zusammenfassung am PC</li> </ul>
07 . Jän. 2008	2 UE	Ausdruck des Schulungsskriptum <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sortieren</li> <li>• Binden</li> </ul>
14. Jän. 2008	2 UE	Abschließende Anmerkungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung</li> </ul>
Σ	<b>36 UE</b>	

## 7.2 Buchtipp



chule





Fahrwerk  
 ISBN: 978-3-8343-3001-7  
 Autor: Leiter/Mißbach/Walden

Fahrwerktechnik: Grundlagen  
 ISBN: 978-3-8343-3031-4,  
 Autor: Reimpell, J./Betzler, J

Fahrwerkhandbuch  
 ISBN 978-3-8348-0105-0  
 Heißing, Bernd/Ersoy

### 7.3 Abbildungsverzeichnis

Quelle:	Abbildung:
Fahrwerkhandbuch, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag Wiesbaden 2007, Hrsg. Bernd Heißing/Metin Ersoy, S 2, 406, 413:	0,43,53
Fahrwerktechnik Grundlagen, Vogel Buchverlag, Hrsg. Prof.Dr.-Ing. Jürgen W.Betzler, S 203:	41
Bedienungsanleitung Achsmessstand SUN alignment centre 4500:	42
Produktkatalog - Schmack Spezialwerkzeug GmbH & Co.KG Spezialwerkzeuge 2007, Seite 13:	27,28
Schulungs-CD Europaverlag, Folien & Animation Kraftfahrzeugtechnik Fahrwerk:	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12,13,14
BMW GT one - TIS (Technisches Informationssystem):	39
Eigenproduktion:	30,31,32,34,36,54, 57,58,59,60,61,62, 40,49,50,51,52,53
V.A.G. - ETKA (Elektronischer Teilekatalog) - Porsche Pragerstraße:	44
Lernförder Schulungsskriptum D.Stich-PM 13.6.2001:	46,47,72,73,74,75
SAUER Anwendungsanleitung:	64,65,66,67,68,69, 70a,70b
<a href="http://www.Pichler-werkzeug.com">www.Pichler-werkzeug.com</a>	15,16,17,18,19,20,21,22,23,24 25,29,33
<a href="http://www.Klann-online.de">www.Klann-online.de</a>	26
<a href="http://www.Nussbaum.de">www.Nussbaum.de</a>	35
<a href="http://www.zf.com">www.zf.com</a>	45, 48
<a href="http://www.reihnmetall-detec.de">www.reihnmetall-detec.de</a>	71
<a href="http://www.mesensky.at">www.mesensky.at</a>	76
<a href="http://www.vag.technique.fr">www.vag.technique.fr</a>	55,56
<a href="http://www.">www.</a>	37,38