



Mercedes-Benz

Service

Fahrzeugvermessung Lastkraftwagen



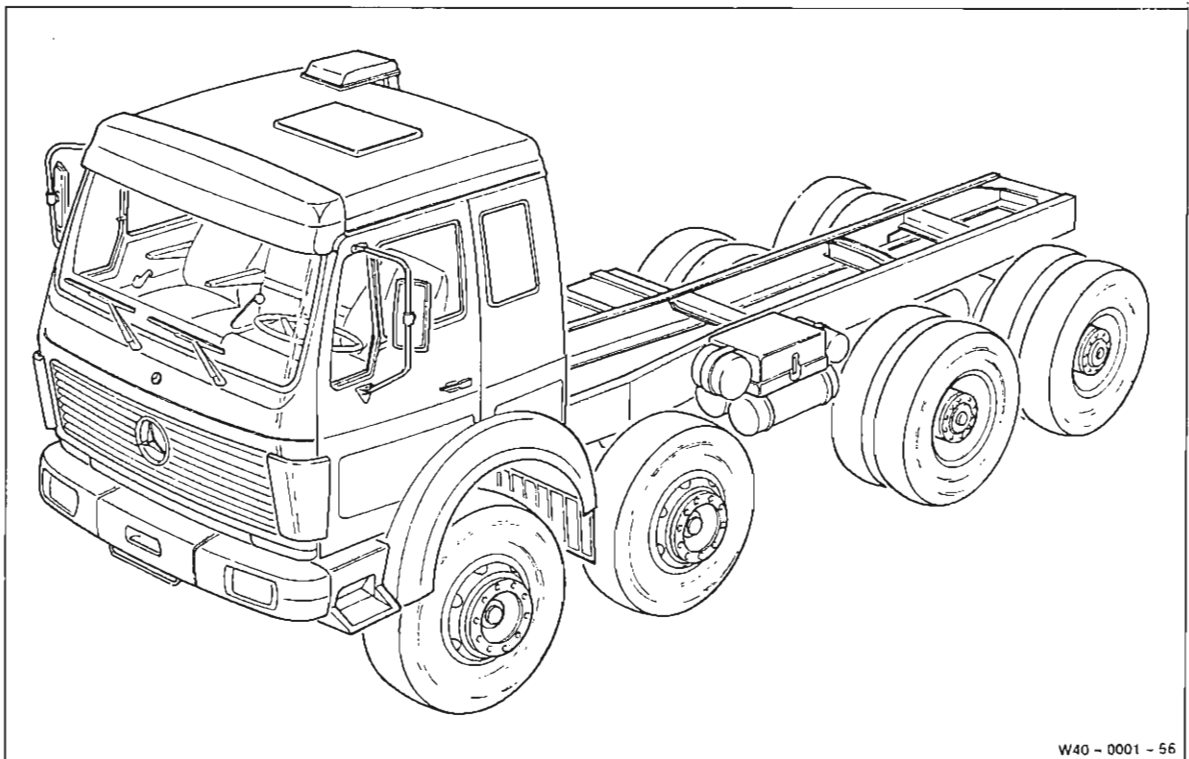
Mercedes-Benz

Service

vdh-Archiv

Fahrzeugvermessung Lastkraftwagen

Einführungsschrift für den Kundendienst



W40 - 0001 - 56

Mercedes-Benz AG
D-7000 Stuttgart 60
Werk Wörth Kundendienst

Printed in Germany

Nachdruck, Vervielfältigung oder Übersetzung,
auch auszugsweise, nicht erlaubt.

Bestell-Nr. 6510 3055 00

03.90 16.4 Schm.

Diese Broschüre ist für das mit der Wartung und Instandhaltung von Mercedes-Benz Lastkraftwagen betraute technische Personal bestimmt.

Sie behandelt die komplette Fahrzeugvermessung.

Der Inhalt gliedert sich in:

- Technische Daten
- Werkzeuge
- Allgemeines
- Fehlersuche
- Achsvermessung
- Rahmenvermessung

Technische Änderungen durch Weiterentwicklung behalten wir uns selbstverständlich vor.

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft
Werk Wörth, Abt. Kundendienst

	Seite
Technische Daten	
Einstellwerte der Vorderräder	5
Zulässige Toleranzwerte	11
Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad	12
Diagramm zur Ermittlung des Schrägstands der Achsen	14
Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen	15
Werkzeuge	
Handelsübliche Werkzeuge bzw. Werkstatteinrichtungen	23
Sonderwerkzeuge	23
Werkzeuge zur Selbstanfertigung	24
Allgemeines	
Hinweise zur Vermessung	25
Vorspur	27
Sturz	27
Nachlauf	28
Spreizung	28
Lenkrollhalbmesser	29
Spurdifferenzwinkel	30
Radstand	31
Seitenversatz der Hinterachse	31
Schrägstand der Hinterachse	32
Fehlersuche	
Hinweise zur Fehlersuche	33
Fehler im Fahrverhalten	34
Fehler im Verschleißbild eines Reifens	36
Fehler in den Achsmeßwerten	38
Achsvermessung	
Vorprüfungen	39
Meßvorbereitungen	44
„Fahrt geradeaus“ einstellen	52
Gesamtspur der Vorderachse messen	53
Lenkmittelstellung kontrollieren	56
Sturz der Vorderräder messen	58
Nachlauf der Vorderräder messen	62
Spreizung der Vorderräder messen	66
Spurdifferenzwinkel messen	70
Spur der Hinterachsen messen	73
Sturz der Hinterachsen messen	74
Seitenversatz der Achsen messen (optisch)	75
Seitenversatz der Achsen messen (Überschlagsmessung)	79
Schrägstand der Achsen messen (optisch)	81
Schrägstand der Achsen messen (Überschlagsmessung)	83
Radstandsmessung	85
Rahmenvermessung	
Allgemeines	87
Fahrzeugrahmen vermessen (mit Rahmenmeßlehren)	88
Fahrzeugrahmen vermessen (mit Hilfsmitteln)	95
Anhang	
Meßblatt für Fahrzeugvermessung	105
Meßblatt für Rahmenvermessung	107

Einstellwerte der Vorderräder

Fahrzeug-Typ	Bau-muster	Vorspur in mm *) (am Felgen- horn)	Sturz in °	Nachlauf in °	Spreizung in °	Spurdifferenzwinkel in ° bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades 6)
709, 809 814 817 914	673 674 676 674/678	3)	1°	2°30'	5°	2°20'
914 AK 917 AF 1114 A, AK, AS	674 676 675/678				9°30'	1°50'
1114 1117	675/678 676/678				5°	2°20'
1117 A, AK 1120 AF	678 677				9°30'	1°50'
1120	677				5°	2°20'
1214 A 1217 C, A 1222 A, AF	615 615 615			1°40'	9°30'	2°
1222	615			2°40'	5°	2°10'
1225 AF	615			1°40'	9°30'	2°
1314 AK	675			2°30'		1°50'
1314 1317 1320	675 676 677			2°30'	5°	2°20'
1414 1417 C	616 616			2°40'		2°10'
1417 A, AK	616			1°40'	9°30'	2°
1417 OH 1419 1420 1422 1425 1426	396 616 616 616 616 651			2°40'	5°	2°10'
1514 1517 1520	675 676 677			2°30'	5°	2°20'
1614 1617 C	617 617			2°40'		2°10'
1617 C, A	617			1°40'	9°30'	2°

Hinweis

- *) Bei einem optischen Meßgerät, das die Vorspur in Winkelgraden anzeigt, ist der mm-Wert aus der „Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad“ zu entnehmen.
- 3) Vorspur: Spurstange gerades Rohr $0 \pm 0,5$ mm
Spurstange gekröpftes Rohr $0 \pm 1,5$ mm
- 6) muß im Links- und Rechtseinschlag gleich sein

Einstellwerte der Vorderräder

Fahrzeug-Typ	Bau- muster	Vorspur in mm *) (am Felgen- horn)	Sturz in °	Nachlauf in °	Spreizung in °	Spurdifferenzwinkel in ° bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades 6)
1619	617	3)	1°	3°	5°	2°34' 4) / 2°01' 5)
1620	617					
1622	617					
1622	O, H					
1622	AK			1°40'	9°30'	2°
1625	AK					
1625	OH			3°	5°	2°34' 4) / 2°01' 5)
1625						
1628						
1628	A			1°30'		1°25'
1628	OH			3°		2°34' 4) / 2°01' 5)
1633	S			2°30'		
1635						
1636						
1638						
1644						
1722				3°		2°34' 4) / 2°01' 5)
1722	AK			1°40'	9°30'	2°
1726	AK					
1726				3°	5°	2°34' 4) / 2°01' 5)
1729	AK			1°		1°25'
1729				3°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)
1735				2°30'		
1748						
1922	AK			1°30'		1°25'
1922				2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)
1922						
1928	A, AK, AS			2°		1°40'
1929				2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)
1929	AK			1°30'		1°25'
1933				3°		2°34' 4) / 2°01' 5)
1935	AK			1°30'		1°25'
1935				2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)
1935						
1936						

Hinweis

*) Bei einem optischen Meßgerät, das die Vorspur in Winkelgraden anzeigt, ist der mm-Wert aus der „Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad“ zu entnehmen.

3) Vorspur: Spurstange gerades Rohr $0 \pm 0,5$ mm
Spurstange gekröpftes Rohr $0 \pm 1,5$ mm

4) gekröpfte Vorderachse

5) gerade Vorderachse

6) muß im Links- und Rechtseinschlag gleich sein

Einstellwerte der Vorderräder

Fahrzeug-Typ	Bau- muster	Vorspur in mm *) (am Felgen- horn)	Sturz in °	Nachlauf in °	Spreizung in °	Spurdifferenzwinkel in ° bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades 6)
1936 AK, AS	621	3)	1°	1°30'	5°	1°25'
1938	621			2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)
1944	646					
1948	656					
2025/6x2/4	619			3°		1. VA 2°34' 2. VA 5°30'
2028/6x2/4	622					
2028/6x6 A	624			1°30'		1°25'
2033/6x2/4	622			2°30'		1. VA 2°34' 2. VA 5°30'
2035/6x2/4	647					
2036/6x2/4	622					
2219/6x2 C	619			3°		2°30' 4) / 2° 5)
2219/6x2/4	619					
2220/6x2	619					
2220/6x2	619					2°34' 4) / 2°01' 5)
2220/6x2/4	619					
2222/6x2	619					
2222/6x2/4	619					
2222/6x4	619					
2222/6x2	619					2°30' 4) / 2° 5)
2222/6x4	619					
2225/6x4	619					
2225/6x4	619					2°34' 4) / 2°01' 5)
2228/6x2	623			2°30'		2°30' 4) / 2° 5)
2228/6x4	623					
2233/6x2	623					
2233/6x4	623					
2235/6x2	648					2°34' 4) / 2°01' 5)
2235/6x4	648					
2236/6x2	623					
2236/6x4	623					
2236/6x2	623					2°30' 4) / 2° 5)
2236/6x4	623					
2238/6x2	623					
2238/6x4	623					
2244/6x2	648					
2244/6x4	648					

Hinweis

*) Bei einem optischen Meßgerät, das die Vorspur in Winkelgraden anzeigt, ist der mm-Wert aus der „Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad“ zu entnehmen.

3) Vorspur: Spurstange gerades Rohr $0 \pm 0,5$ mm
Spurstange gekröpftes Rohr $0 \pm 1,5$ mm

4) gekröpft Vorderachse

5) gerade Vorderachse

6) muß im Links- und Rechtseinschlag gleich sein

1. VA = 1. Vorderachse

2. VA = 2. Vorderachse

Einstellwerte der Vorderräder

Fahrzeug-Typ	Bau- muster	Vorspur in mm ") (am Felgen- horn)	Sturz in °	Nachlauf in °	Spreizung in °	Spurdifferenzwinkel in ° bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades 6)		
2244/6x2	623	3)	1°	2°30'	5°	2°34' 4) / 2°01' 5)		
2244/6x4	648							
2429/6x2	658							
2429/6x2/4	657							
2429/6x4	658							
2435/6x2	658							
2435/6x2/4	657							
2435/6x4	658							
2435/6x2	648					2°30' 4) / 2° 5)		
2448/6x2	658					2°34' 4) / 2°01' 5)		
2448/6x4	658							
2628/6x4	624					2°30' 4) / 2° 5)		
2628/6x6 A, AS	624			1°30'		1°40' 5)		
2628/6x6 AK	624							
2629/6x6 A,AK,AS	659					1°		
2629/6x4	659			2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)		
2633/6x4	624							
2633/6x4	624					2°30' 4) / 2° 5)		
2635/6x4	649/659					2°34' 4) / 2°01' 5)		
2635/6x6 A,AK,AS	649			1°30'		1°25'		
2636/6x6 A,AK,AS	624							
2636/6x4	624			2°30'		2°34' 4) / 2°01' 5)		
2636/6x6 A	624			1°30'		1°25' 5)		
2636/6x4	624			2°30'		2°30' 4) / 2° 5)		
2638/6x4	624							
2644/6x4	649							
2644/6x4	649						2°34' 4) / 2°01' 5)	
2648/6x4	659							
3025/8x4/4	625		1. / 2.VA	2°	1. / 2.VA	8)		
3028/8x4/4	625		1°		5°			
3035/8x4/4	7)							
3228/8x4/4	625		1°	1. / 2.VA	5°	2°34'		
3235/8x4/4	625						3°	
3236/6x6 A	625			2°30'		1°25'		
3250/6x6 A, AF	625							

Hinweis

- *) Bei einem optischen Meßgerät, das die Vorspur in Winkelgraden anzeigt, ist der mm-Wert aus der „Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad“ zu entnehmen.
- 3) Vorspur: Spurstange gerades Rohr $0 \pm 0,5$ mm
Spurstange gekröpftes Rohr $0 \pm 1,5$ mm
- 4) gekröppte Vorderachse 7) NAW-Fahrzeug (CH)
- 5) gerade Vorderachse 8) siehe Tabellen „Spurdifferenzwinkel für 2 gelenkte Vorderachsen“
- 6) muß im Links- und Rechtseinschlag gleich sein

1. VA = 1. Vorderachse
2. VA = 2. Vorderachse

Einstellwerte der Vorderräder

Fahrzeug-Typ	Bau- muster	Vorspur in mm *) (am Felgen- horn)	Sturz in °	Nachlauf in °	Spreizung in °	Spurdifferenzwinkel in ° bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades 6)
3250/6x6 A	625	3)	1°	2°30'	5°	1°25'
3328/8x4/4	624		1. / 2. VA 1°	2°	1. / 2. VA 5°	8)
3328/8x6/4	7)					1°25'
3335/8x4/4						
3335/8x4/4						
3336/8x6/4						
3336/8x8/4 A	7)		1°	3°	5°	1. VA 1°40' 2. VA 1°20'
3528/8x4/4	7)		1°	1. VA 3°30' 2. VA 3°	5°	8)
3528/8x4/4	7)		1. / 2. VA 1°		1./2. VA 5°	8)
3535K/8x4/4						
3535K/8x4/4						
3535/8x8/4						
3535/8x4/4	625	3)	1°	1. / 2. VA 3°	5°	2°34'
3535/8x8/4	625		1°	1. / 2. VA 2°	1. / 2. VA 5°	
3544/8x4/4	7)		1. / 2. VA 1°		1. / 2. VA 5°	2°34'
3850/6x6 A	625		1°	2°30'	5°	1°30'
4050/8x8/4 A	625					1°26'
4850/8x8/4 A	625					3°20'

Hinweis

*) Bei einem optischen Meßgerät, das die Vorspur in Winkelgraden anzeigt, ist der mm-Wert aus der „Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad“ zu entnehmen.

3) Vorspur: Spurstange gerades Rohr $0 \pm 0,5$ mm
Spurstange gekröpftes Rohr $0 \pm 1,5$ mm

6) muß im Links- und Rechtein Schlag gleich sein

7) NAW-Fahrzeug (CH)

8) siehe Tabellen „Spurdifferenzwinkel für 2 gelenkte Vorderachsen“

1. VA = 1. Vorderachse

2. VA = 2. Vorderachse

Zulässige Toleranzwerte

Zulässiger Höhengschlag am Reifen (Rad am Fahrzeug montiert)	
bis 17,5" Bereifung	1,5 – max. 2,0 mm
bei 20" und 22,5" Bereifung	2,0 – max. 2,5 mm
Zulässiger Seitenschlag der Felge am Felgenhorn	
bis 16" Felgen	max. 1,5 mm
bei 17,5", 20" und 22,5" Felgen	max. 2,0 mm
Zulässige Höhenabweichung der Raduntersätze des Achsmeßgerätes	
zwischen linker und rechter Fahrzeugseite	max. 5,0 mm
zwischen Vorder- und Hinterachse pro Meter Abstand	max. 2,0 mm
Seitenversatz der Vorder- und Hinterachse	
zulässiger Seitenversatz der Achsen zur Rahmenmitte	± 6,0 mm
max. Seitenversatz zwischen Vorder- und Hinterachse	± 12,0 mm
Anmerkung: Skizze siehe „Allgemeines“ (Seite 32)	
Radstanddifferenz zwischen linker und rechter Fahrzeugseite	
zwischen Vorder- und Hinterachse	max. 10,0 mm
zwischen 1. und 2. Vorderachse	5,0 mm
zwischen 1. und 2. Hinterachse	5,0 mm
Sturz, Nachlauf, Spreizung	± 30'
(Die zulässige Abweichung von Sturz und Spreizung zwischen linker und rechter Seite beträgt max. 1°)	
Spurdifferenzwinkel	± 30'
Vorspur der Hinterachse	0° ± 15'
(Bei Bedarf die Winkelangaben in Abhängigkeit der Felgengröße als mm-Wert aus der Umrechnungstabelle entnehmen)	
Zulässige Schrägstellung der Hinterräder (Einzelspur)	0° 15'
(hieraus resultiert der max. zulässige Schrägstand der Hinterachse)	
Parallelität der Achsen	
zwischen Hinterachsen	max 10'
zwischen Vorder- und Hinterachse	max. 20'
Seitenverbiegung und Diagonalverschiebung des Rahmens	max. 5,0 mm
Durchbiegung des Rahmens	± 10,0 mm
Verwindung des Rahmens	± 20,0 mm

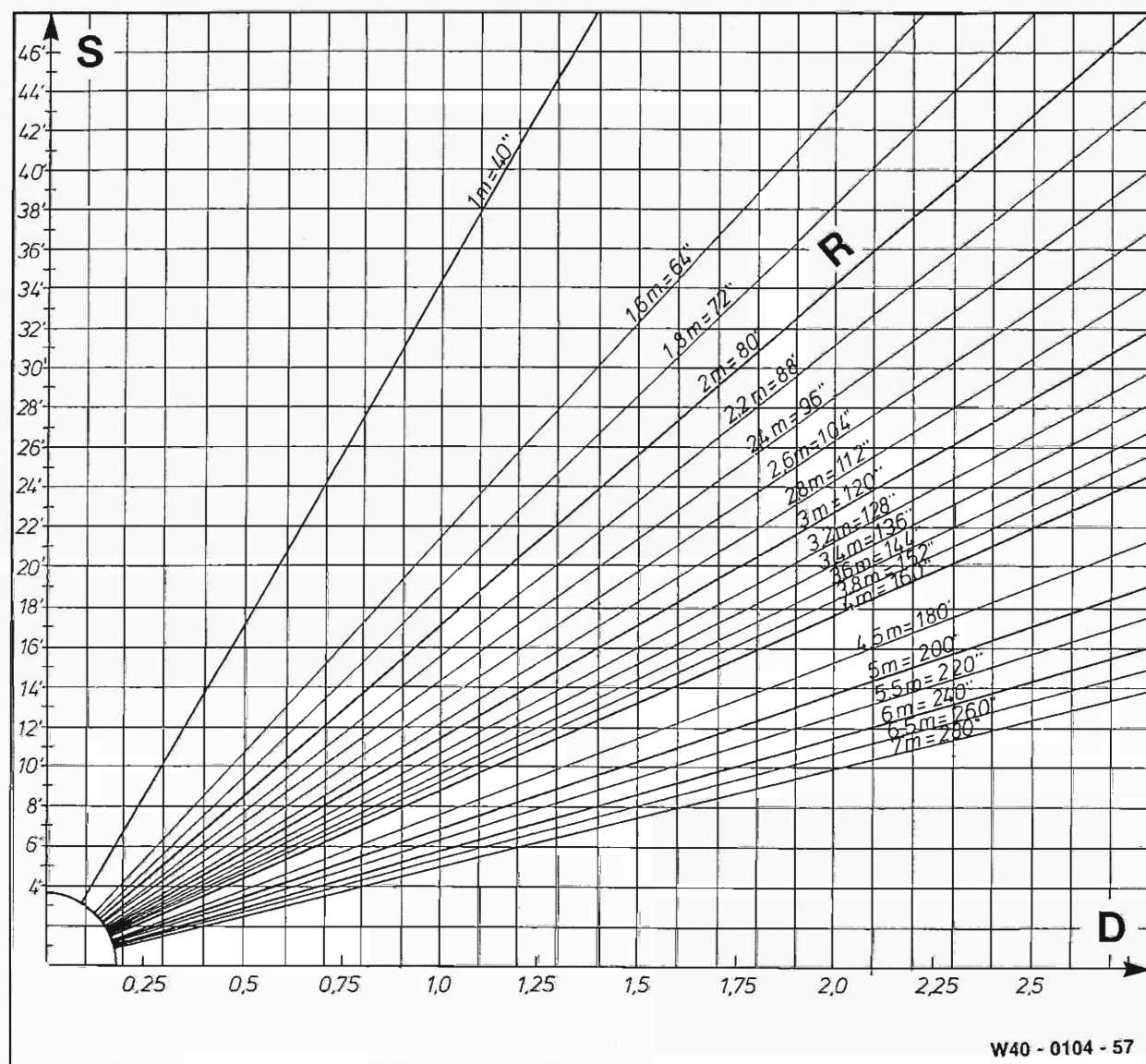
Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad

Spur in mm	Radgröße						
	10"	12"	13"	14"	15"	16"	17,5"
0,5	0° 6'	0° 5'	0° 5'	0° 4'	0° 4'	0° 4'	0° 4'
1,0	0° 12'	0° 10'	0° 9'	0° 9'	0° 8'	0° 8'	0° 7'
1,5	0° 19'	0° 16'	0° 14'	0° 13'	0° 12'	0° 12'	0° 11'
2,0	0° 25'	0° 21'	0° 19'	0° 18'	0° 17'	0° 16'	0° 15'
2,5	0° 31'	0° 26'	0° 24'	0° 22'	0° 21'	0° 19'	0° 18'
3,0	0° 37'	0° 31'	0° 28'	0° 26'	0° 25'	0° 23'	0° 22'
3,5	0° 43'	0° 37'	0° 33'	0° 31'	0° 29'	0° 27'	0° 25'
4,0	0° 50'	0° 42'	0° 38'	0° 35'	0° 33'	0° 31'	0° 28'
4,5	0° 56'	0° 47'	0° 42'	0° 40'	0° 37'	0° 35'	0° 32'
5,0	1° 2'	0° 52'	0° 47'	0° 44'	0° 41'	0° 39'	0° 35'
5,5	1° 8'	0° 57'	0° 52'	0° 48'	0° 45'	0° 43'	0° 39'
6,0	1° 14'	1° 2'	0° 57'	0° 53'	0° 50'	0° 47'	0° 42'
6,5	1° 20'	1° 8'	1° 1'	0° 57'	0° 54'	0° 51'	0° 46'
7,0	1° 27'	1° 13'	1° 5'	1° 1'	0° 58'	0° 54'	0° 49'
7,5	1° 33'	1° 18'	1° 10'	1° 6'	1° 2'	0° 58'	0° 53'
8,0	1° 39'	1° 23'	1° 15'	1° 10'	1° 6'	1° 2'	0° 57'
8,5	1° 45'	1° 29'	1° 20'	1° 14'	1° 10'	1° 6'	1° 0'
9,0	1° 51'	1° 34'	1° 24'	1° 19'	1° 14'	1° 10'	1° 4'
9,5	1° 58'	1° 39'	1° 29'	1° 23'	1° 18'	1° 14'	1° 7'
10,0	2° 4'	1° 45'	1° 34'	1° 28'	1° 22'	1° 18'	1° 11'
10,5	2° 10'	1° 50'	1° 39'	1° 32'	1° 26'	1° 21'	1° 14'
11,0	2° 16'	1° 55'	1° 43'	1° 36'	1° 31'	1° 25'	1° 18'
11,5	2° 22'	2° 0'	1° 48'	1° 41'	1° 35'	1° 29'	1° 22'
12,0	2° 28'	2° 5'	1° 53'	1° 45'	1° 39'	1° 33'	1° 24'

Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad

Spur in mm	Radgröße						
	19,5"	20"	22"	22,5"	24"	24,5"	
0,5	0° 3'	0° 3'	0° 3'	0° 3'	0° 2'	0° 2'	
1,0	0° 6'	0° 6'	0° 5'	0° 5'	0° 5'	0° 5'	
1,5	0° 9'	0° 9'	0° 8'	0° 8'	0° 7'	0° 7'	
2,0	0° 12'	0° 12'	0° 11'	0° 11'	0° 10'	0° 10'	
2,5	0° 16'	0° 16'	0° 13'	0° 13'	0° 12'	0° 12'	
3,0	0° 19'	0° 19'	0° 16'	0° 16'	0° 15'	0° 15'	
3,5	0° 22'	0° 22'	0° 19'	0° 19'	0° 17'	0° 17'	
4,0	0° 26'	0° 25'	0° 21'	0° 21'	0° 20'	0° 20'	
4,5	0° 29'	0° 28'	0° 24'	0° 24'	0° 22'	0° 22'	
5,0	0° 32'	0° 31'	0° 27'	0° 26'	0° 24'	0° 23'	
5,5	0° 35'	0° 34'	0° 29'	0° 28'	0° 27'	0° 26'	
6,0	0° 39'	0° 38'	0° 32'	0° 31'	0° 29'	0° 28'	
6,5	0° 42'	0° 41'	0° 34'	0° 33'	0° 32'	0° 31'	
7,0	0° 45'	0° 44'	0° 37'	0° 36'	0° 34'	0° 33'	
7,5	0° 48'	0° 47'	0° 40'	0° 39'	0° 37'	0° 36'	
8,0	0° 51'	0° 50'	0° 42'	0° 41'	0° 39'	0° 38'	
8,5	0° 55'	0° 53'	0° 45'	0° 44'	0° 41'	0° 40'	
9,0	0° 58'	0° 56'	0° 48'	0° 47'	0° 44'	0° 43'	
9,5	1° 1'	0° 59'	0° 50'	0° 49'	0° 46'	0° 45'	
10,0	1° 4'	1° 2'	0° 53'	0° 52'	0° 49'	0° 48'	
10,5	1° 7'	1° 5'	0° 56'	0° 55'	0° 51'	0° 50'	
11,0	1° 10'	1° 8'	0° 58'	0° 57'	0° 54'	0° 53'	
11,5	1° 13'	1° 11'	1° 1'	1° 0'	0° 56'	0° 55'	
12,0	1° 17'	1° 15'	1° 3'	1° 2'	0° 59'	0° 58'	

Diagramm zur Ermittlung des Schrägstands der Achsen (optische Messung)



S = Schrägstand (in Winkelminuten)

D = Halbierter Differenzwert an den Skalenböcken (in cm)

R = Radstand (in Meter)

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel 1) bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel 2) der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3025 B/8 × 4/4	619.049	4200	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 10 '	15 °
3025 K/8 × 4/4	619.049	4200	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 10 '	15 °
3028 B/8 × 4/4	623.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3028 K/8 × 4/4	621.032		2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3028 K/8 × 4/4	623.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3033 K 8 × 4/4	623.048	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3228/8 × 4/4B	625.005		2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 13 '	12 ° 19 '
3328 K/8 × 4/4	624.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3336 K 8 × 4/4	624.037	4100	2 ° 34 '	17 ° 28 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30^\circ$

Spurdifferenzwinkel 1) bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel 2) der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3025 B/8 × 4/4	619.049	4200	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 10 '	15 °
3025 K/8 × 4/4	619.049	4200	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 10 '	15 °
3028 B/8 × 4/4	623.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3028 K/8 × 4/4	621.032		2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3028 K/8 × 4/4	623.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3033 K 8 × 4/4	623.048	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3228/8 × 4/4B	625.005		2 ° 01 '	17 ° 59 '	14 ° 45 '	13 ° 40 '
3328 K/8 × 4/4	624.032	4100	2 ° 34 '	17 ° 26 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '
3336 K 8 × 4/4	624.037	4100	2 ° 34 '	17 ° 28 '	15 ° 14 '	13 ° 44 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30^\circ$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel ¹⁾

Bauzustand:

- gerade Vorderachse 7,5 t
- 2-Kreis-Lenkung
- Trapezfederung

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 32 '	14 ° 19 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 32 '	14 ° 19 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 32 '	14 ° 19 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 45 '	15 ° 20 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 45 '	15 ° 20 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 45 '	15 ° 20 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 03 '	12 ° 11 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 03 '	12 ° 11 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 03 '	12 ° 11 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 57 '	12 ° 58 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 57 '	12 ° 58 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 57 '	12 ° 58 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel 1)

Bauzustand:

- gerade Vorderachse 7,5 t
- 2-Kreis-Lenkung
- Federung „C37“

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel 2) der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 31 '	14 ° 18 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 31 '	14 ° 18 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	15 ° 31 '	14 ° 18 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 31 '	15 ° 09 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 31 '	15 ° 09 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	16 ° 31 '	15 ° 09 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel 2) der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 13 '	12 ° 20 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 13 '	12 ° 20 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 13 '	12 ° 20 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 40 '	12 ° 43 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 40 '	12 ° 43 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 01 '	17 ° 59 '	13 ° 40 '	12 ° 43 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel ¹⁾

Bauzustand:

- gekröpfte Vorderachse 7,5 t
- 2-Kreis-Lenkung
- Federung „C37“

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 16 '	13 ° 43 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 16 '	13 ° 43 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 16 '	13 ° 43 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 22 '	14 ° 35 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 22 '	14 ° 35 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 22 '	14 ° 35 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 14 '	12 ° 04 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 14 '	12 ° 04 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 14 '	12 ° 04 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 56 '	12 ° 39 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 56 '	12 ° 39 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 56 '	12 ° 39 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel 1)

Bauzustand:

- gekröpfte Vorderachse
- 2-Kreis-Lenkung
- Federung „Serie“

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3228/8 × 4/4K	625.018	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 24 '	13 ° 50 '
3228/8 × 4/4K	625.019	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 24 '	13 ° 50 '
3235/8 × 4/4/41	625.120	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 11 '	14 ° 28 '
3235/8 × 4/4/52	625.121	5200	2 ° 38 '	17 ° 22 '	18 ° 21 '	16 ° 08 '
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 12 '	13 ° 40 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 12 '	13 ° 40 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	15 ° 12 '	13 ° 40 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 12 '	14 ° 28 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 12 '	14 ° 28 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	16 ° 12 '	14 ° 28 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel ¹⁾ bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3228/8 × 4/4K	625.018	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 02 '	11 ° 54 '
3228/8 × 4/4K	625.019	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 02 '	11 ° 54 '
3235/8 × 4/4/41	625.120	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 52 '	12 ° 35 '
3235/8 × 4/4/52	625.121	5200	2 ° 38 '	17 ° 22 '	17 ° 03 '	15 ° 08 '
3528/8 × 4/4 B	625.025	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 21 '	12 ° 10 '
3528/8 × 4/4 K	625.028	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 21 '	12 ° 10 '
3528/8 × 4/4 K	625.029	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 21 '	12 ° 10 '
3535/8 × 4/4 B	625.145	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 52 '	12 ° 35 '
3535/8 × 4/4 K	625.148	4100	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 52 '	12 ° 35 '
3535/8 × 4/4 K	625.149	4500	2 ° 38 '	17 ° 22 '	13 ° 52 '	12 ° 35 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel 1)

NAW-Fahrzeuge

Bauzustand:

– Trapezfederung

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3035/8 × 4/4	NAW	4500	2 ° 15 '	17 ° 45 '	14 ° 10 '	13 °
3328/8 × 6/4	NAW	4100	1 ° 30 '	18 ° 30 '	14 ° 30 '	13 ° 40 '
3335/8 × 4/4	NAW	4500	2 ° 30 '	17 ° 30 '	14 ° 50 '	13 ° 30 '
3335/8 × 4/4	NAW	5000	1 ° 17 '	18 ° 43 '	17 ° 33 '	16 ° 34 '
3335/8 × 4/4	NAW	5700	1 ° 10 '	18 ° 50 '	17 ° 20 '	16 ° 10 '
3336/8 × 8/4	NAW	4500	1 ° 20 '	18 ° 40 '	15 °	14 ° 30 '

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag ± 30 °

bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3035/8 × 4/4	NAW	4500	2 ° 15 '	17 ° 45 '	14 ° 20 '	13 ° 30 '
3328/8 × 6/4	NAW	4100	1 ° 30 '	18 ° 30 '	14 °	12 ° 30 '
3335/8 × 4/4	NAW	4500	2 ° 30 '	17 ° 30 '	14 ° 40 '	13 ° 10 '
3335/8 × 4/4	NAW	5000	1 ° 17 '	18 ° 43 '	17 ° 01 '	16 ° 06 '
3335/8 × 4/4	NAW	5700	1 ° 10 '	18 ° 50 '	17 ° 20 '	16 ° 30 '
3336/8 × 8/4	NAW	4500	1 ° 20 '	18 ° 40 '	15 °	14 °

1) siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

2) max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag ± 30 °

Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen

Spurdifferenzwinkel ¹⁾

NAW-Fahrzeuge

Bauzustand:

– Trapezfederung

bei Linkseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3336/8 × 6/4	NAW	5160	1 ° 30 '	18 ° 30 '	14 ° 30 '	13 °
3528/8 × 4/4	NAW	5675	2 ° 30 '	17 ° 30 '	14 ° 10 '	12 ° 20 '
3535/8 × 4/4 K	NAW	4100	2 ° 10 '	17 ° 50 '	15 ° 10 '	13 ° 40 '
3535/8 × 8/4	NAW	4500	1 ° 30 '	18 ° 30 '	15 ° 20 '	14 ° 30 '
3535/8 × 4/4 K	NAW	6100	1 ° 17 '	18 ° 43 '	17 ° 43 '	16 ° 44 '
3544/8 × 4/4	NAW	5500	1 ° 10 '	18 ° 50 '	17 ° 30 '	16 ° 30 '

¹⁾ siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

²⁾ max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

bei Rechtseinschlag

Typ	Baumuster	Radstand (in mm)	Spurdifferenz- winkel ²⁾ der 1. VA (bei 20° Radeinschlag des kurven- inneren Rades)	Radwinkel bei 20° Radeinschlag des kurveninneren Rades der 1. VA		
				1. VA außen	2. VA innen	2. VA außen
3336/8 × 6/4	NAW	5160	1 ° 30 '	18 ° 30 '	15 °	13 ° 10 '
3528/8 × 4/4	NAW	5675	2 ° 30 '	17 ° 30 '	12 ° 30 '	11 ° 40 '
3535/8 × 4/4 K	NAW	4100	2 ° 10 '	17 ° 50 '	12 ° 40 '	12 °
3535/8 × 8/4	NAW	4500	1 ° 30 '	18 ° 30 '	15 ° 20 '	14 ° 30 '
3535/8 × 4/4 K	NAW	6100	1 ° 17 '	18 ° 43 '	17 ° 03 '	16 ° 08 '
3544/8 × 4/4	NAW	5500	1 ° 10 '	18 ° 50 '	16 ° 10 '	15 ° 40 '

¹⁾ siehe Abbildungen „Allgemeines Spurdifferenzwinkel“ und „Spurdifferenzwinkel messen“

²⁾ max. Toleranz zwischen Rechts- und Linkseinschlag $\pm 30'$

Handelsübliche Werkzeuge bzw. Werkstatteinrichtungen

Meßuhr P 22	Fa. Beissbarth Hanauer Straße 101 D-8000 München 50 Bestell-Nr.: 933 220 000
-------------	---

Achsmeißgerät P5-B23	Fa. Beissbarth
- Projektor mit Sturz-, Nachlauf- und Spreizungsprüfer links P 8-20	Hanauer Straße 101
- Projektor mit Sturz-, Nachlauf- und Spreizungsprüfer rechts P 8-21	D-8000 München 50
- 2 Meßlineale P 1-2	Bestell-Nr.: 933 500 800
- 1 Trafo 12 V P 8-52	
- 2 Einstellböcke P 1-99	
- 6 - 8 Projektorenhalter mit Klauen P 1-69	
- 3 Druckstücke pro Halter, P 1-67-50 oder	
3 Gewindestifte M12 x 40 pro Halter, 975 210 109	
- bei 1 VA: 2 Drehuntersätze Lkw, P 1-15	
- bei 2 VA: 4 Drehuntersätze Lkw, P 1-15	
- 2 - 4 Ausgleichsbrücken Lkw P 1-40	
- 1 Verlängerungskabel P 1-68-08	
- 2 Feststellstangen P 8-69	
- 4 Böcke für Meßlineale 933 013 023	
- 1 Bedienungsanleitung P 5	

LKW-Rahmen-Meßlehren	z. B.: Fa. Josam Richttechnik GmbH Leverkusenerstr. 1-3 D-2000 Hamburg
	Fa. Celette GmbH Eugen-Ensslin-Str. 3 D-7640 Kehl/Rhein

Lot, ca. 200 g

Lineal, 2000 mm lang

Wasserwaage, 3000 mm lang

Meßstab, 2000 mm lang

Maßband, 10000 mm lang

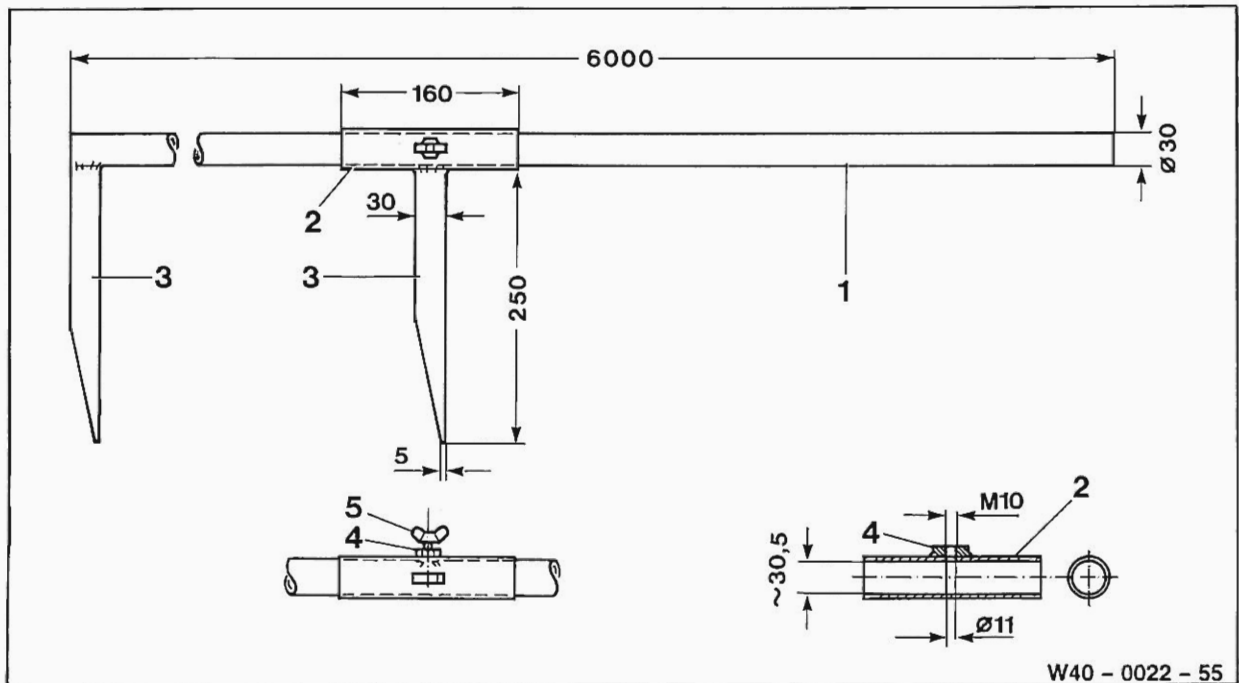
Winkel

Sonderwerkzeuge

Bremsspanner	000 589 18 31 00
--------------	------------------

Werkzeuge zur Selbstanfertigung

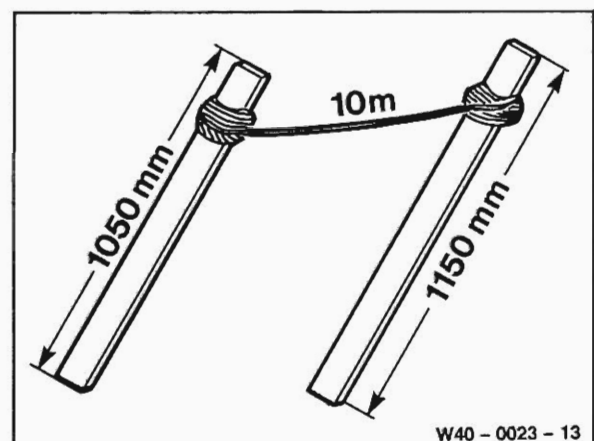
Meßzirkel



- 1 Rohr, ca. 6 m lang, $\varnothing 30$ mm
- 2 Rohr, leicht auf Rohr Pos. 1 verschiebbar
- 3 Meßspitze (2 Stück), an Pos. 1 und 2 angeschweißt
- 4 Sechskantmutter M10, DIN 934, auf Pos. 2 aufgeschweißt
- 5 Flügelschraube, z. B. DIN 134 M10x50

Werkstoff: St 37

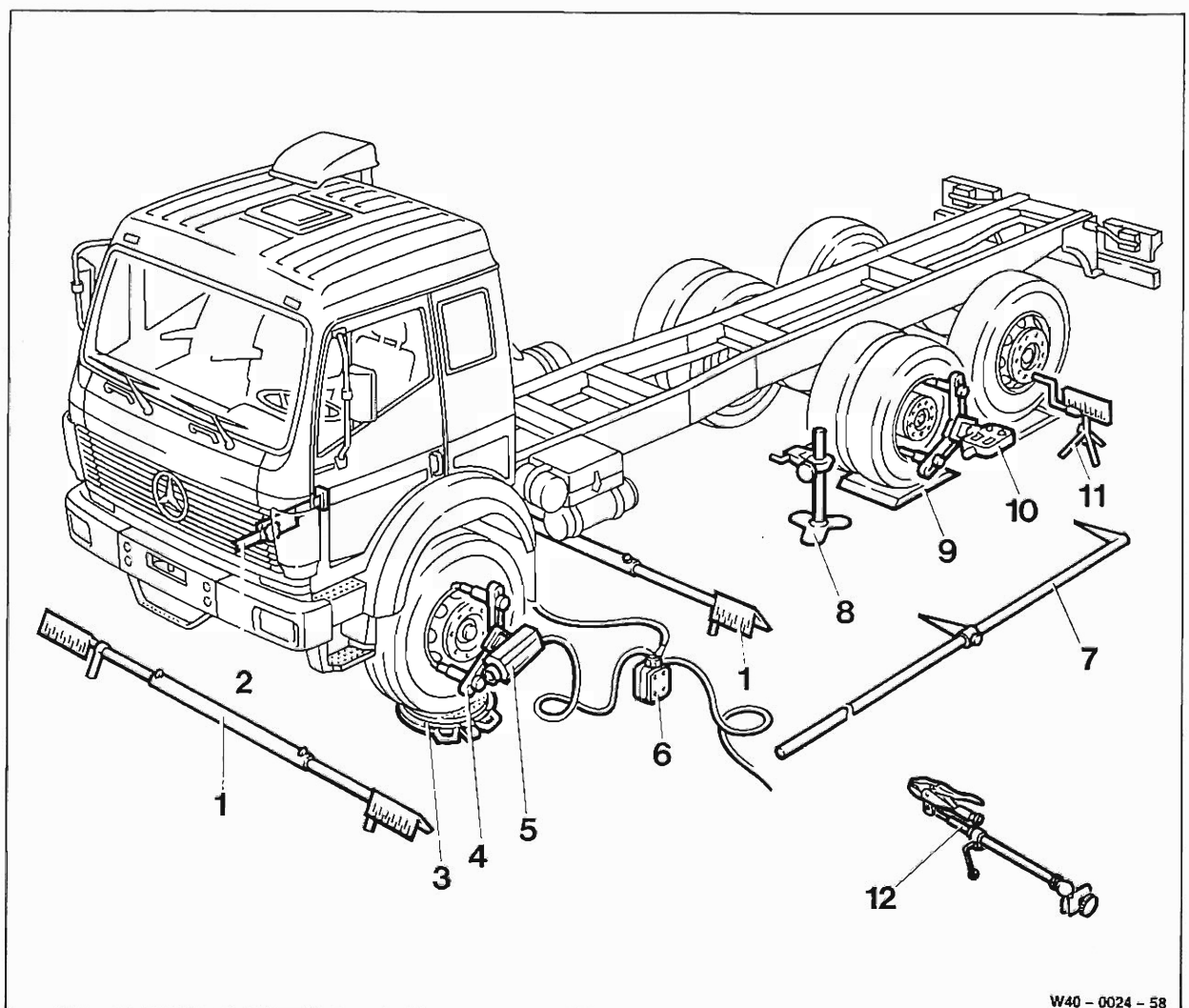
Schnurmaß (Rahmen)



Hinweise zur Vermessung

Bei der dargestellten Vermessung wurde das „Beissbarth-P5 Achsmießgerät“ verwendet. Selbstverständlich können auch andere, von uns freigegebene Meßgeräte bzw. Anlagen verwendet werden, siehe „Mappe Erprobungsbericht bzw. Werkstatteinrichtung“. Dabei Bedienungsanleitungen der einzelnen Hersteller beachten.

Als Basisfahrzeug wurde ein 3-Achs-Fahrzeug verwendet. Alle anderen Fahrzeugtypen können analog dieser Beschreibung behandelt werden.



- 1 Meßlineal P 1-2
- 2 Bremsspanner P 8-06 oder
Sonderwerkzeug 000 589183100
- 3 Drehteller P 1-15
- 4 Projektorenhalter P 1-69
- 5 Projektor P 8-20 / P 8-21

- 6 Transformator (12 V Gleichspannung) P 8-52
- 7 Radstandslehre
- 8 Meßuhr mit Ständer P 22
- 9 Ausgleichsbrücke P 1-40
- 10 Meßgerät P 1-35
- 11 Skalenbock P 1-99
- 12 Feststellstangen P 8-69

Um den Lenkaufwand zu vermindern und die Richtungsstabilität zu verbessern, müssen die Vorderräder eine bestimmte Radstellung zur Fahrbahn bzw. zur Fahrtrichtung aufweisen. Die lenkgeometrischen Begriffe stehen alle in einem bestimmten Zusammenhang zueinander und bestimmen die Fahreigenschaften des Fahrzeugs.

Bei mehrachsigen Fahrzeugen nimmt die Komplexität des Zusammenspiels aller Räder zu. Je mehr Räder ein Fahrzeug hat, desto schwieriger ist es, alle so auszurichten, daß sie frei abrollen. Freies Abrollen der Räder bedeutet wenig Reibung auf der Straße und somit geringer Reifenverschleiß. Übermäßiger Reifenverschleiß ist das Hauptproblem bei mehrachsigen Fahrzeugen.

Damit die Räder mehrachsiger Fahrzeuge auch in Kurven einwandfrei abrollen, müssen sich alle verlängerten Achsen im Kurvenmittelpunkt schneiden. Ein Mehrachser mit zwei starren Hinterachsen ist nur dann lenkbar, wenn diese einen sehr geringen Radstand aufweisen und zudem noch eine gewisse seitliche Nachgiebigkeit besitzen.

Spur-, Radeinschlag-, Achsversatzfehler und falscher Reifendruck sind die häufigsten Ursachen für Reifenverschleiß und schwere Lenkbarkeit des Fahrzeugs. Alle Achsen müssen exakt im rechten Winkel zur Längssymmetrieachse des Fahrzeugs stehen. Die Achsen dürfen auch seitlich nicht versetzt sein.

Das Fahr- und Lenkverhalten des Fahrzeugs ist auch von der Geometrie des Fahrzeugrahmens abhängig. Eventuell vorhandene Rahmenverbiegungen, -Durchbiegungen oder -Verwindungen beeinflussen den Stand der Achsen. Eine vollständige Fahrzeugvermessung umfaßt daher auch das Vermessen des Fahrzeugrahmens.

Die Vermessung des Fahrzeugs wird mit optischen und mechanischen Meßverfahren durchgeführt. Bei Überschreitung der zulässigen Grenzwerte für die einzelnen Meßgrößen muß entweder eingestellt oder Teile getauscht werden.

Vorspur

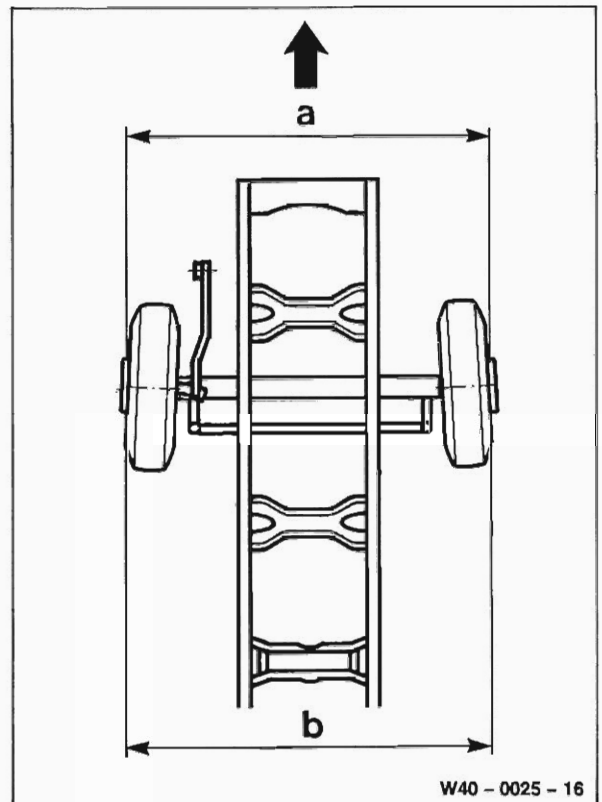
Die Vorspur ist das Maß des vorderen Abstandes der Räder gegenüber dem hinteren in mm.

Gemessen wird am Felgenhorn in Radmitte bei „Fahrt geradeaus“.

Bei positiver Spur (= Vorspur) stehen die Räder vorn nach innen, d. h. $a < b$.

Die Vorspur stabilisiert den Geradeauslauf durch Verspannen der Reifenaufstandsfläche. Dadurch wird ein Auseinanderlaufen sowie Flattern der Räder während der Fahrt verhindert. Die Vorspur schaltet das Spiel in der Radaufhängung und den Spurstangenköpfen aus. Sie hat aber auch einen wesentlichen Einfluß auf das Kurvenverhalten des Fahrzeugs.

Die Einstellung der Spur erfolgt durch Verdrehen der Spurstangenköpfe oder Spurstangenrohre.

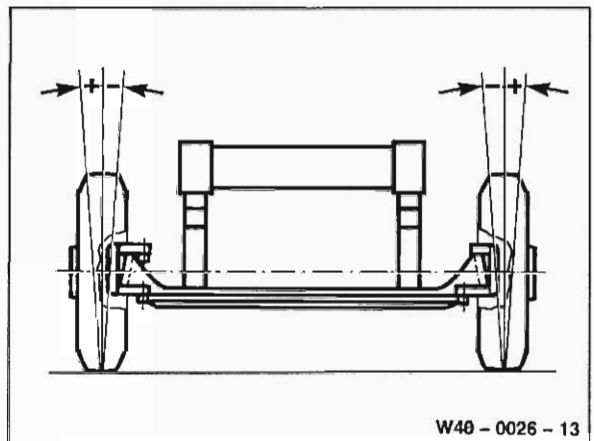


Sturz

Der Sturz ist der Neigungswinkel der Räder zur Senkrechten. Er wird in ° bei „Fahrt geradeaus“ gemessen. Bei positivem Sturz stehen die Räder oben nach außen.

Die Sturzwerte müssen an beiden Rädern gleich sein, um einen Seitenzug zu vermeiden und den Geradeauslauf zu gewährleisten.

Der Sturz ist bei Starrachsen konstruktiv gegeben und nicht einstellbar.



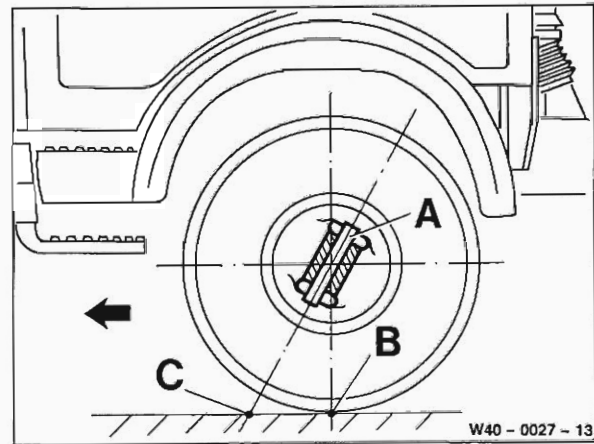
Nachlauf

Neigungswinkel des Achsschenkelbolzens (A) in Längsrichtung des Fahrzeuges, so daß die verlängerte Mittellinie (C) des Achsschenkelbolzens vor dem Radaufstandspunkt (B) liegt.

Durch den Nachlauf werden die Räder gezogen und nicht geschoben. Dadurch läuft das Rad stabil.

In Verbindung mit den durch die Spreizung hervorgerufenen Kräften erzeugt der Nachlauf eine Lenkungsrückführungskraft, die das ausgelenkte Rad wieder selbsttätig in die gerade Fahrtrichtung rückstellt.

Die Einstellung des Nachlaufs erfolgt durch Unterlegen von Keilen zwischen Blattfeder und Achse.

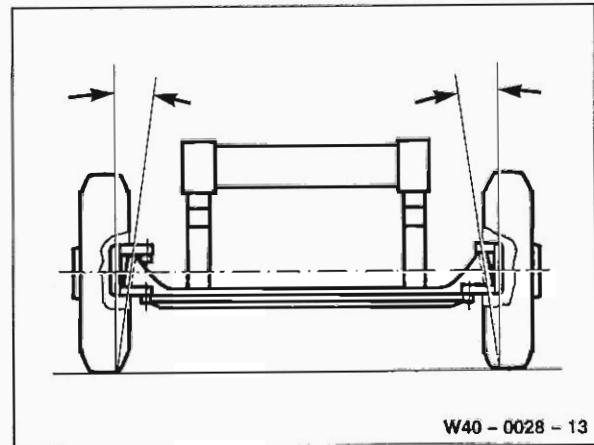


Spreizung

Spreizung ist der Winkel, um den der Achsschenkelbolzen gegenüber der Senkrechten zur Querachse des Fahrzeugs oben nach innen geneigt ist. Gemessen wird in ° bei einem Lenkeinschlag von 20°.

Durch die Spreizung entstehen Rückstellkräfte, die nach dem Befahren einer Kurve Räder und Lenkrad wieder in die Geradeausstellung bringen. Sturz und Spreizung bestimmen die Größe des Lenkrollhalbmessers.

Die Spreizung ist konstruktiv gegeben und nicht einstellbar.



Lenkrollhalbmesser

Abstand zwischen Radaufstandspunkt (A) und dem Punkt, wo die verlängerte Mittellinie des Achsschenkelbolzens (B) auf die Fahrbahn trifft.

Man unterscheidet:

Positiver Lenkrollhalbmesser

Der Auftreffpunkt der verlängerten Mittellinie des Achsschenkelbolzens liegt innerhalb des Radaufstandspunktes.

Negativer Lenkrollhalbmesser

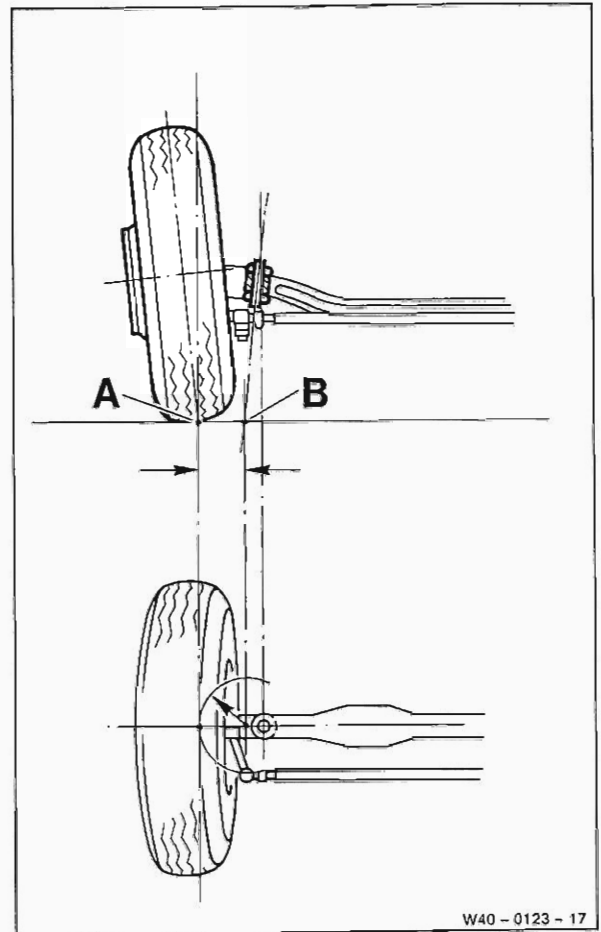
Der Auftreffpunkt der verlängerten Mittellinie des Achsschenkelbolzens liegt außerhalb des Radaufstandspunktes.

Lenkrollhalbmesser 0

Der Auftreffpunkt der verlängerten Mittellinie des Achsschenkelbolzens und der Radaufstandspunkt sind gleich.

Die Lenkkräfte werden durch den Lenkrollhalbmesser beeinflusst.

Der Lenkrollhalbmesser stellt einen Hebelarm dar, auf den die Fahrbahneinflüsse und Bremskräfte wirken.



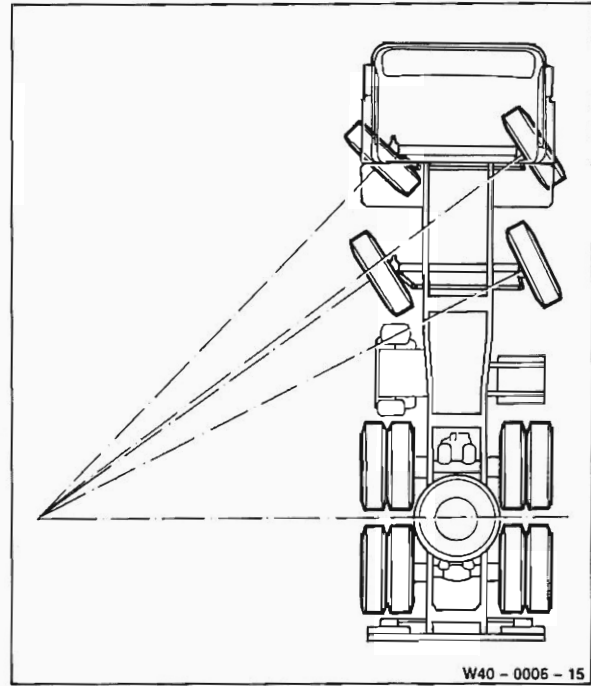
Spurdifferenzwinkel

Der Spurdifferenzwinkel ist die Winkeldifferenz des Kurveninnenrades zum Kurvenaußenrad bei Kurvenfahrt. Gemessen wird in ° bei 20° Lenkeinschlag des kurveninneren Rades. Die Differenz der beiden Einschlagwinkel ist der Spurdifferenzwinkel.

Bei Fahrzeugen mit zwei gelenkten Vorderachsen werden bei 20° Einschlag des kurveninneren Rades der ersten Vorderachse die Einschlagwinkel aller gelenkten Vorderräder gemessen.

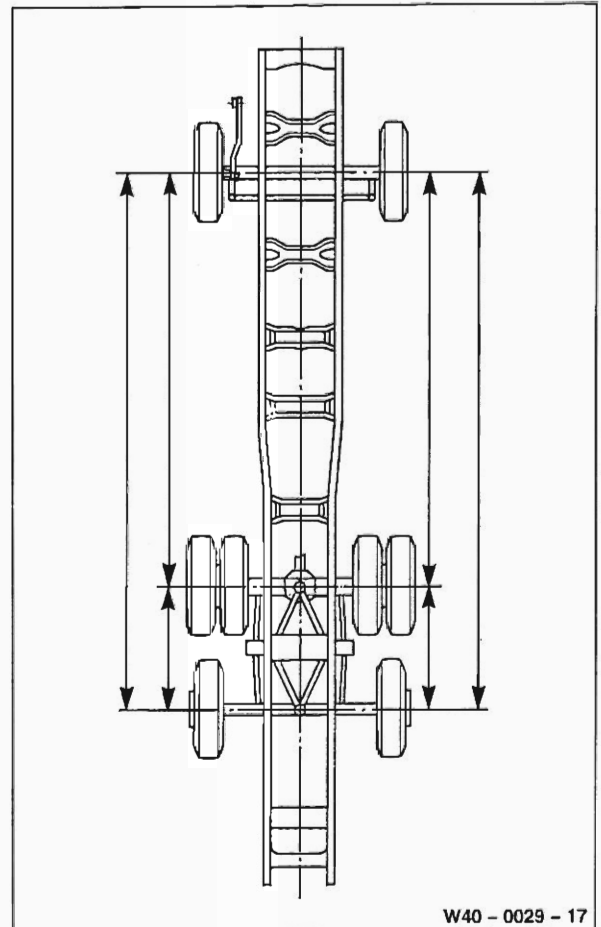
In Kurven rollen Räder nur dann rutschfrei auf Kreisbögen ab, wenn das kurveninnere Rad stärker eingeschlagen wird als das äußere Rad. Unabhängig vom Lenkeinschlag müssen sich die verlängerten Radachsen im Kurvenmittelpunkt schneiden.

Der Vergleich der Spurdifferenzwinkel bei Links- und Rechtseinschlag gibt Aufschluß über das Lenktrapez und die gleichmäßige Einstellung der Spur der Vorderräder. Zudem ermöglicht der Vergleich Fehler an Lenkungsteilen festzustellen (z. B. verbogene Spurstangen- oder Lenkhebel oder falsch sitzende Lenkstockhebel).



Radstand

Radstand ist der Abstand der Achsen zueinander, gemessen von Radmitte zu Radmitte.

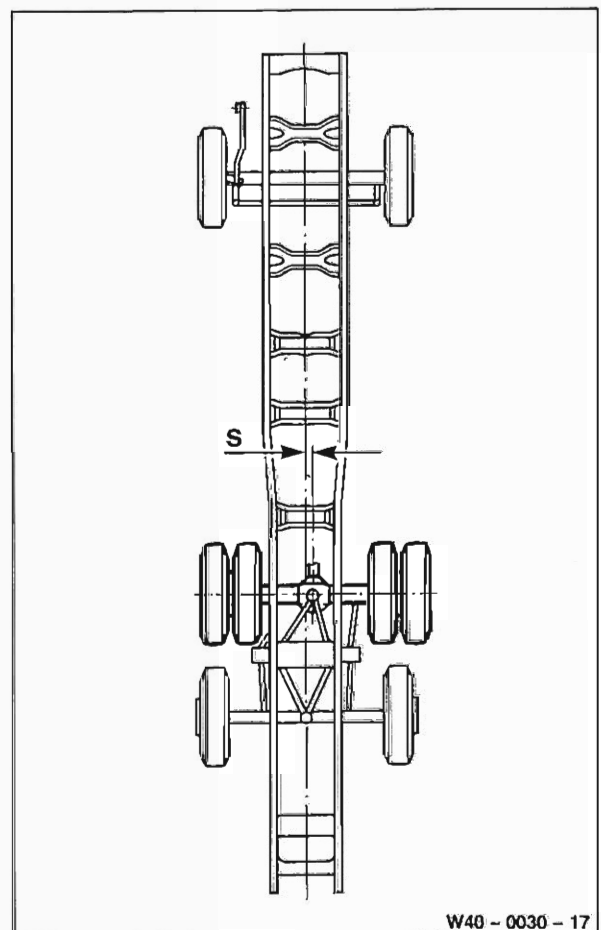


Seitenversatz der Hinterachse

Verschiebung (Maß s) der Achsmitte aus der Rahmenmitte.

Hinweis

Sinngemäß auch für alle anderen Achsen gültig.



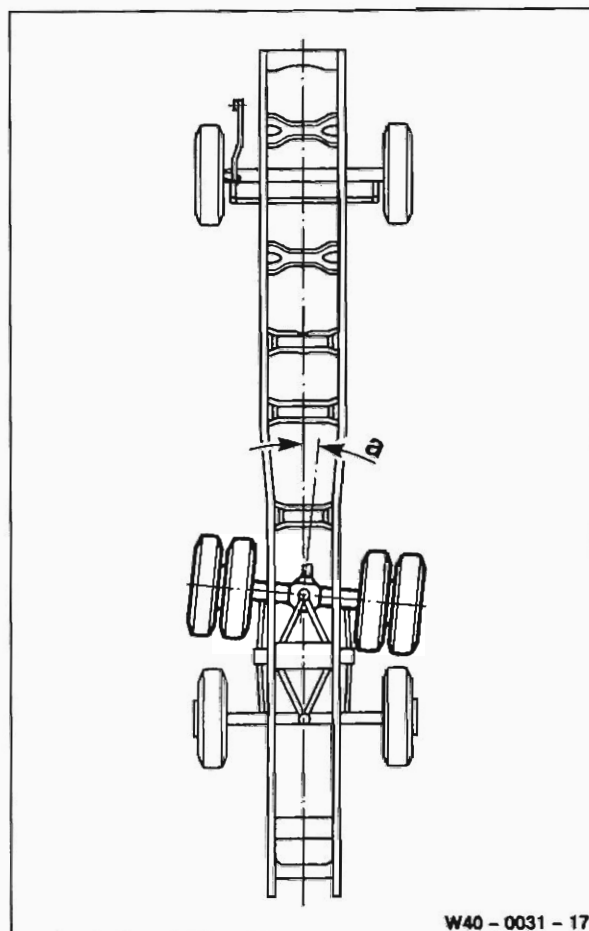
Schrägstand der Hinterachse

Hinterachse steht nicht parallel zur Vorderachse. Schrägstand (Winkel α) der Hinterachse bewirkt instabilen Geradeauslauf.

Hinweis

Sinngemäß auch für alle anderen Achsen gültig.

Ein Schrägstand der Vorderachse kann nur durch eine mechanische Vermessung, z. B. über den Radstand, ermittelt werden.



Hinweise zur Fehlersuche

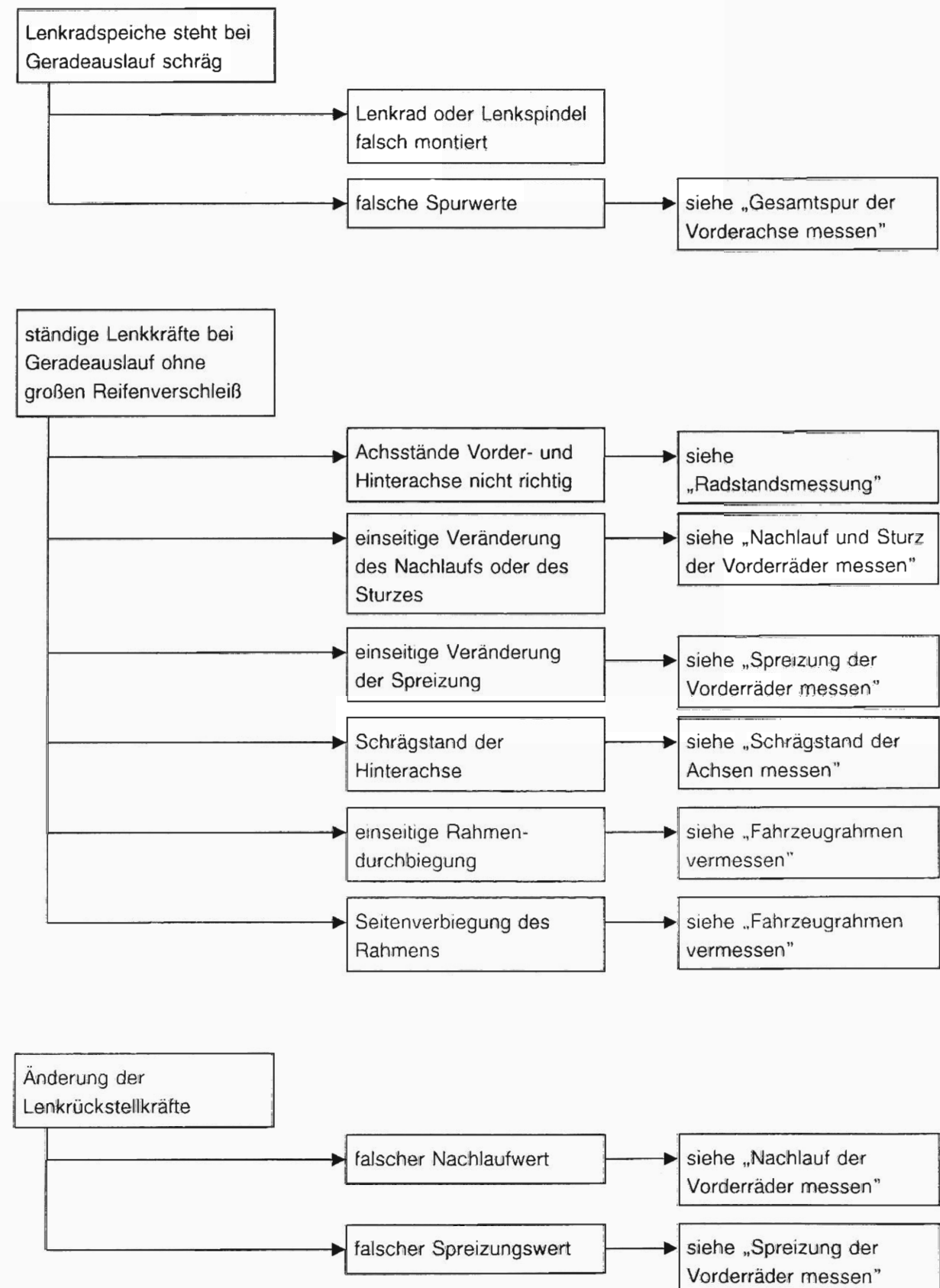
Alle in dieser Fehlersuche aufgeführten Zusammenhänge von Ursache und Auswirkungen können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es sind vielmehr Erfahrungen aus der Praxis, die hier wiedergegeben sind.

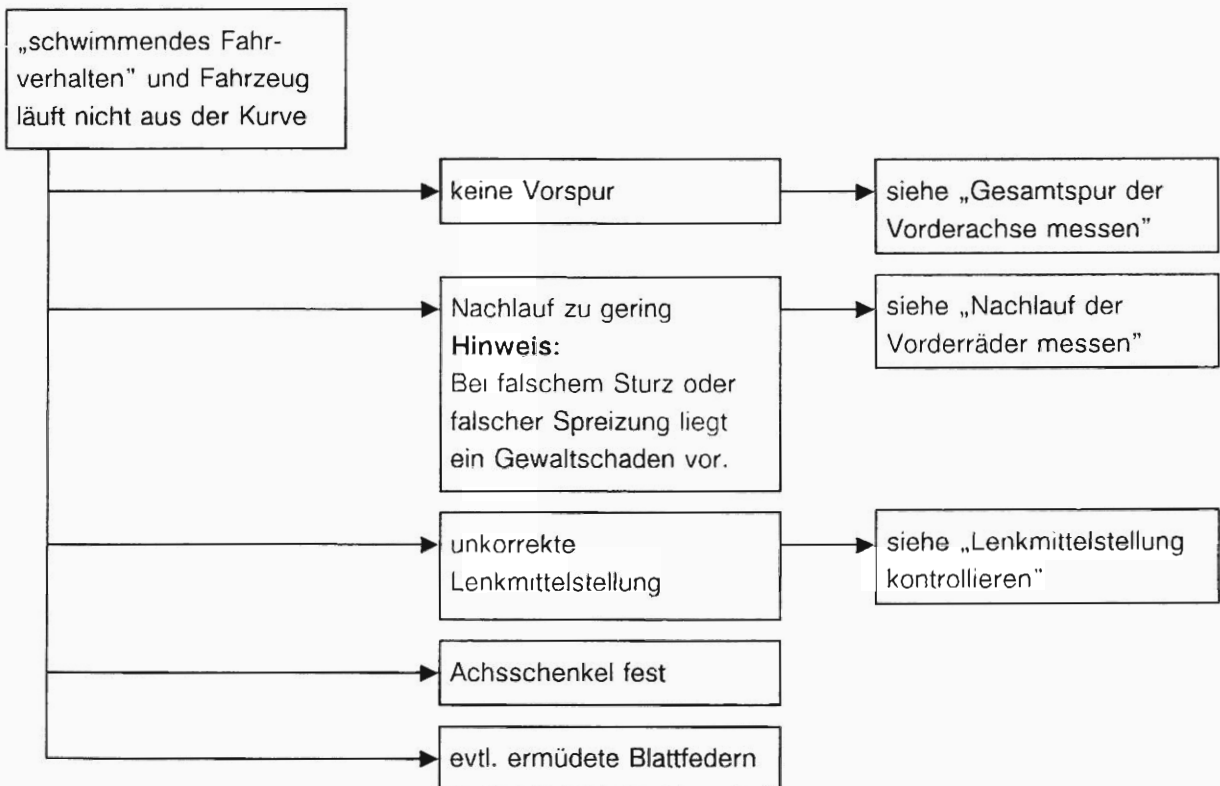
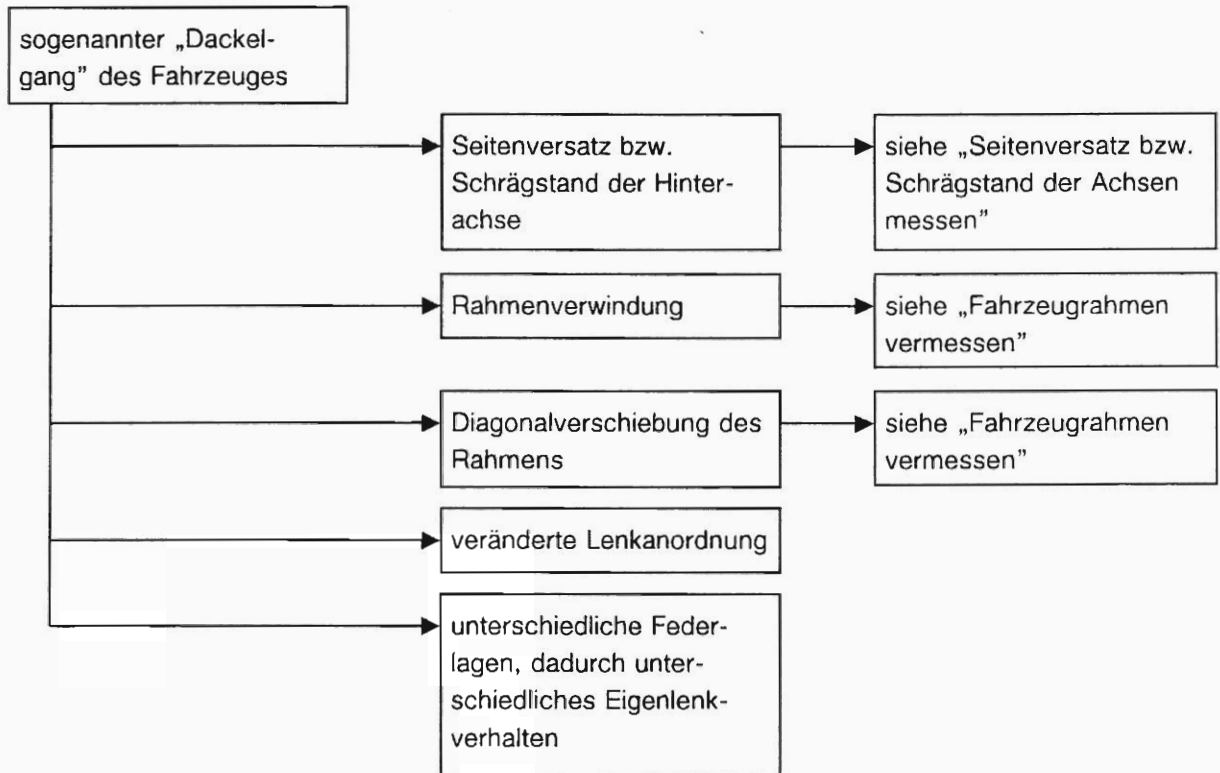
Bedingt durch gegenseitige Überlagerungen von Fehlern der Achsgeometrie lassen sich nicht immer eindeutige Aussagen machen. Zusätzlich vorhandene Reifenschäden, Lagerschäden, Fehler in der Federtechnik, momentane Beladungssituationen, Fehler in der Bremsanlage usw. können zu den unterschiedlichsten Auswirkungen auf die Fahrdynamik führen. Folgeschäden lassen daher nicht immer einfache Rückschlüsse auf deren Ursachen zu. Exakte Fehlerdiagnosen sind oft nur in einer Versuchsanordnung durchführbar.

Übermäßige oder einseitige Reifenabnutzung sowie Störungen im Fahrverhalten des Fahrzeugs können oft auf falsch eingestellte Lenkgeometrie Größen zurückgeführt werden.

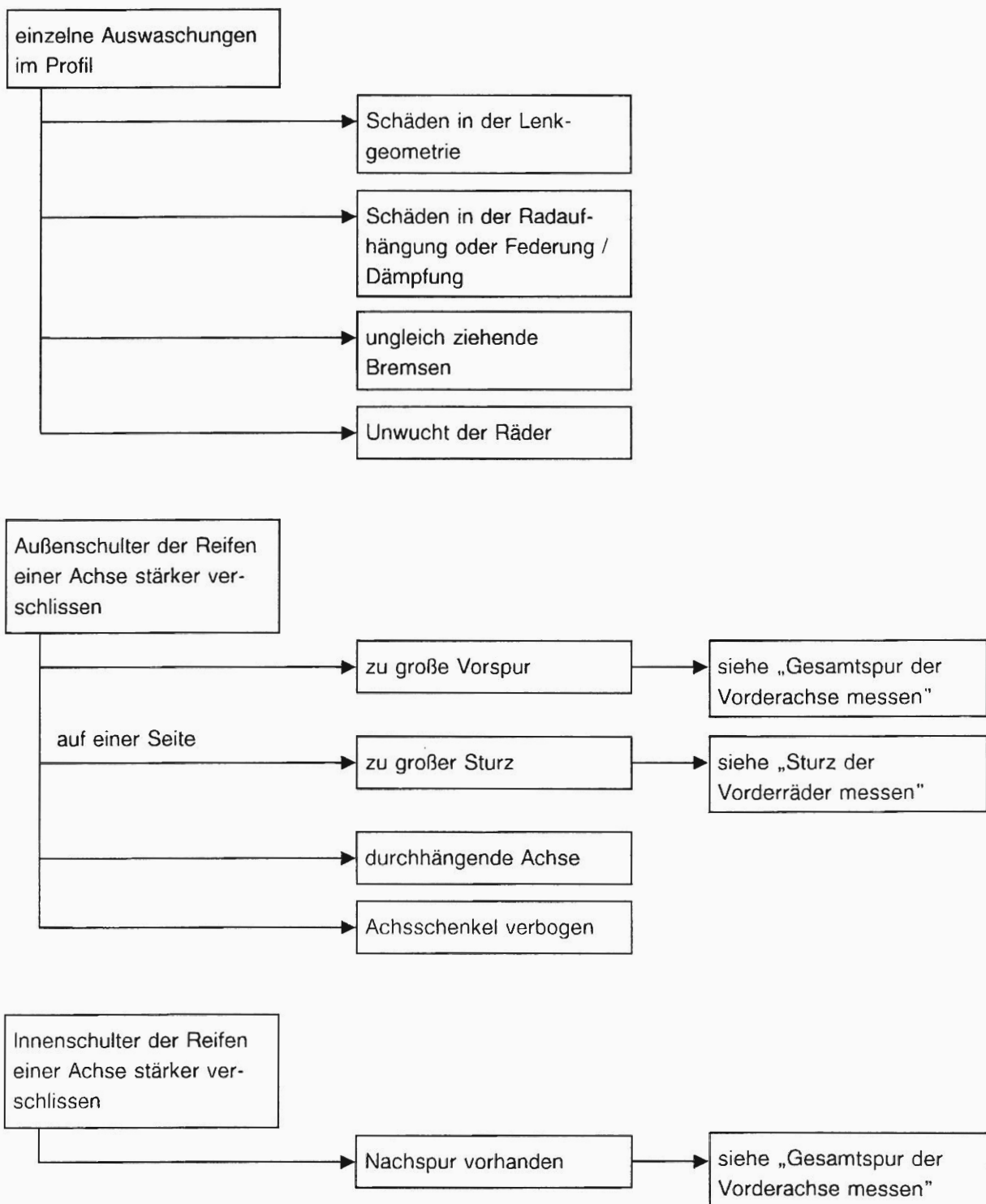
Die folgende Liste gibt Hinweise auf mögliche Fehlerursachen. Die Liste dient zur Fehlereingrenzung bei eindeutigen Störungen. Die einzelnen Einstellwerte sind jedoch so kompliziert miteinander verknüpft und gegenseitig voneinander abhängig, daß oft eine gesamte Fahrzeugvermessung unumgänglich ist. Störungen infolge eines Gewaltschadens am Fahrzeug sind nicht berücksichtigt.

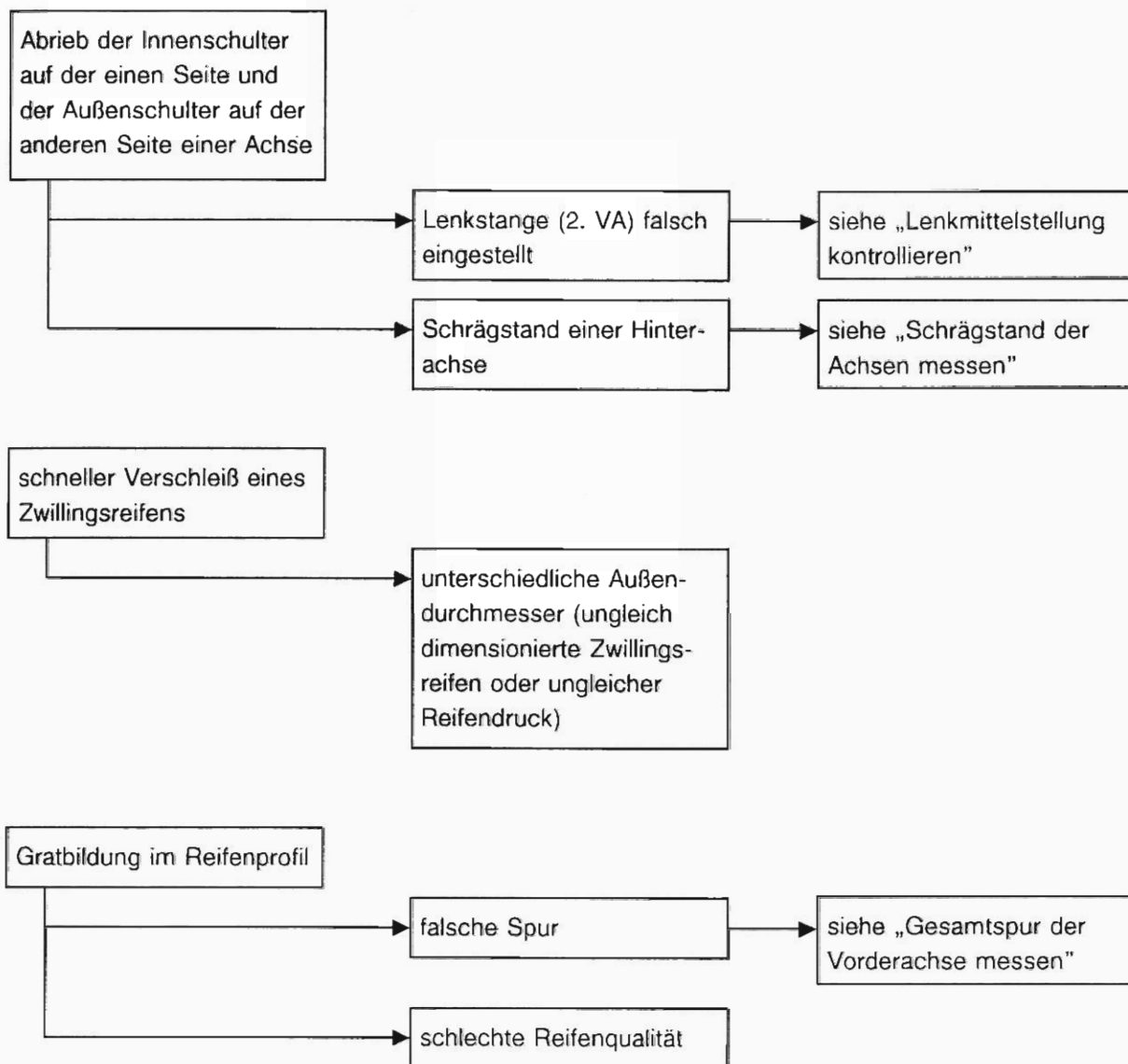
Fehler im Fahrverhalten



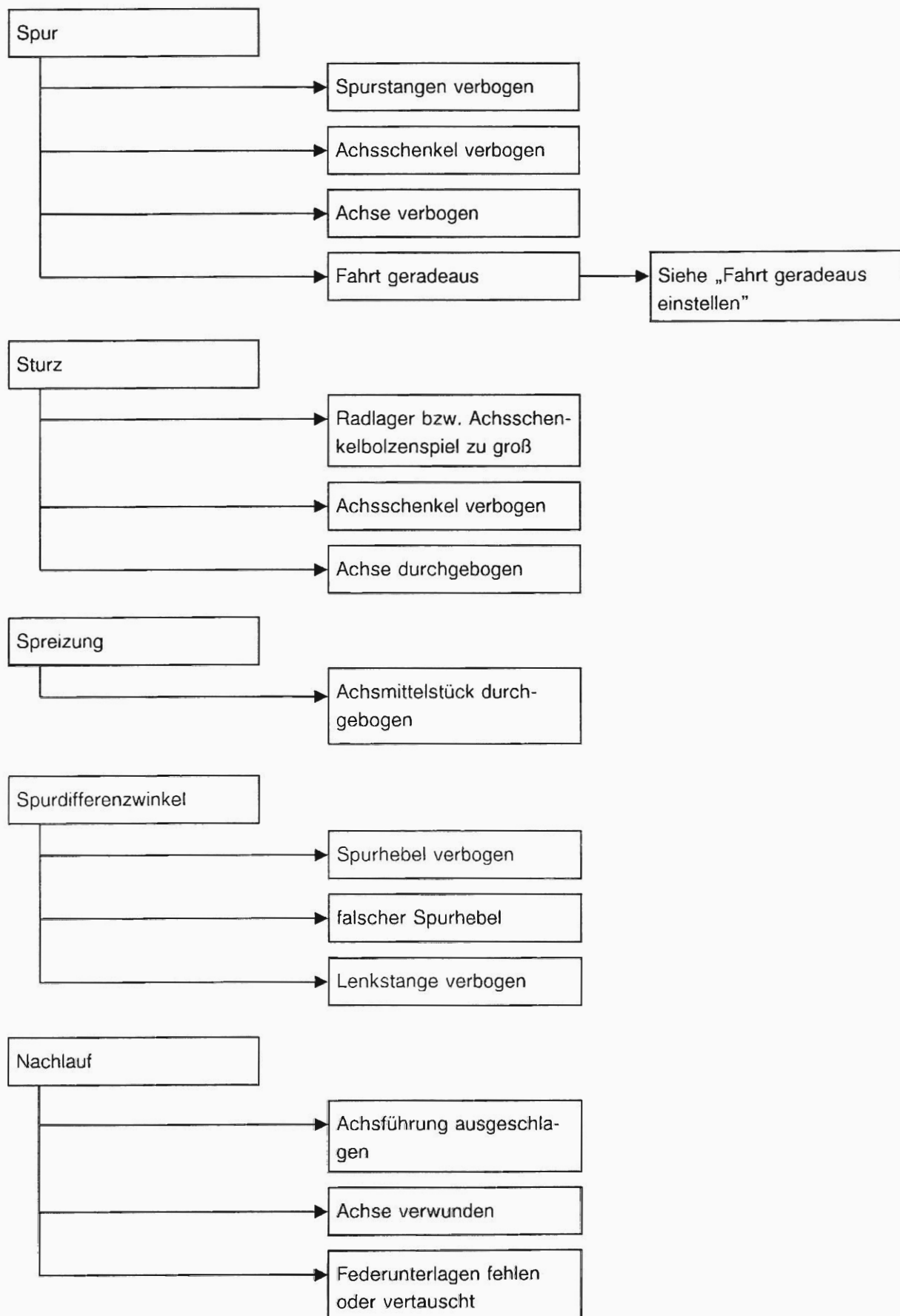


Fehler im Verschleißbild eines Reifens (Lenkachsposition)





Fehler in den Achsmeßwerten



Vorprüfungen

Die Fahrzeugvermessung muß auf waagrechttem, ebenem, und sauberem Untergrund durchgeführt werden (evtl. mit Schlauchwasserwaage überprüfen). Ein mit einer Werkstattgrube ausgestatteter Meßplatz ist von erheblichem Vorteil (siehe zulässige Höhenabweichung in der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“).

Die Meßwerte müssen in ein Meßblatt eingetragen werden (siehe Anhang).

Die Vorprüfungen dienen dem Ausschluß von Fehlerquellen für die Achsvermessung.

Vorbereitung

- 1 Reifenfabrikat, -nummer und Profiltyp (z. B. G 291 / M + S 2) notieren.
- 2 Reifendruck prüfen und falls erforderlich richtigstellen.
- 3 Zustand der Bereifung prüfen.

Hinweis

Der Zustand der Bereifung kann bereits einen Hinweis auf eine fehlerhafte Einstellung der Lenkgeometrie und Radführung geben. Siehe dazu die im Abschnitt „Fehlersuche“ gegebenen Hinweise.

- 4 Erforderlichen Beladungszustand des Fahrzeugs herstellen:

80 - 90 % der Nutzlast

Hinweis

Bei Voll-Luftfederung hat der Beladungszustand keinen Einfluß auf die Fahrzeugvermessung.

Lenkung überprüfen

1 Am Lenkrad drehen. Ein zweiter Mann unterzieht die Schubstangen- und Spurstangen-gelenke einer Sichtprüfung.

Hinweis

Zu dieser Prüfung muß das Fahrzeug am Boden stehen (belastete Gelenke)

2 Bei ausgeschlagenen Gelenken das entsprechende Teil lt. Werkstattliteratur austauschen.

Federung überprüfen

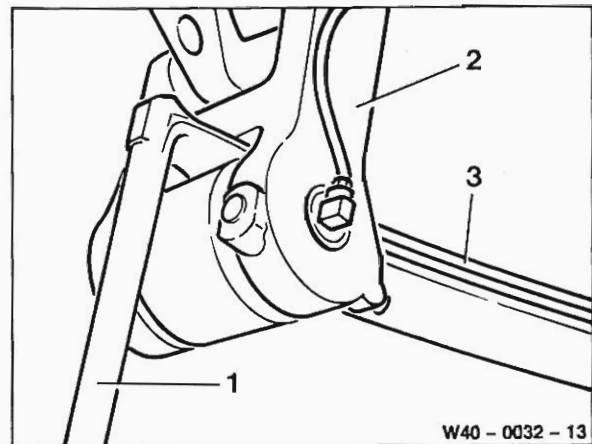
1 Federauge mit Montiereisen auf Spiel prüfen:

1.1 Montiereisen (1) in die Federaufhängung (2) einhängen und Spiel des Bolzens prüfen. Ein gewisses Spiel der Blattfedern (3) muß vorhanden sein (Erfahrungswert).

1.2 Bei übermäßigem Spiel ist der Bolzen bzw. die Lagerung zu erneuern.

Hinweis

Übermäßiges Bolzenspiel hat einen Einfluß auf die Fahrzeugvermessung.



W40 - 0032 - 13

2 Herzbolzen prüfen (Sichtprüfung der Federpaketbefestigung auf der Achse):

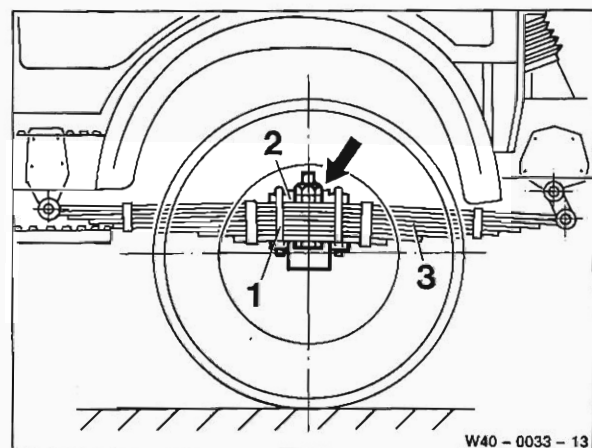
Hinweis

Der Herzbolzen (Pfeil) selbst kann nicht gesehen werden, da er im Innern der Federpaketbefestigung liegt.

2.1 Federbügel (1) und Platte (2) müssen auf beiden Fahrzeugseiten gerade und symmetrisch montiert sein. Dann ist der Herzbolzen in Ordnung.

Bei verbogenem Herzbolzen sitzen diese Teile schräg verschoben auf den Blattfedern (3).

2.2 Falls erforderlich, Herzbolzen erneuern.



W40 - 0033 - 13

Radlager prüfen

1 Fahrzeug vorne anheben, bis sich die Räder frei drehen lassen.

2 Montiereisen (1) in einen Durchbruch des Rades stecken.

3 Durch Anheben des Montiereisens Spiel prüfen.

3.1 Ist Spiel vorhanden: Bremse blockieren und erneut prüfen.

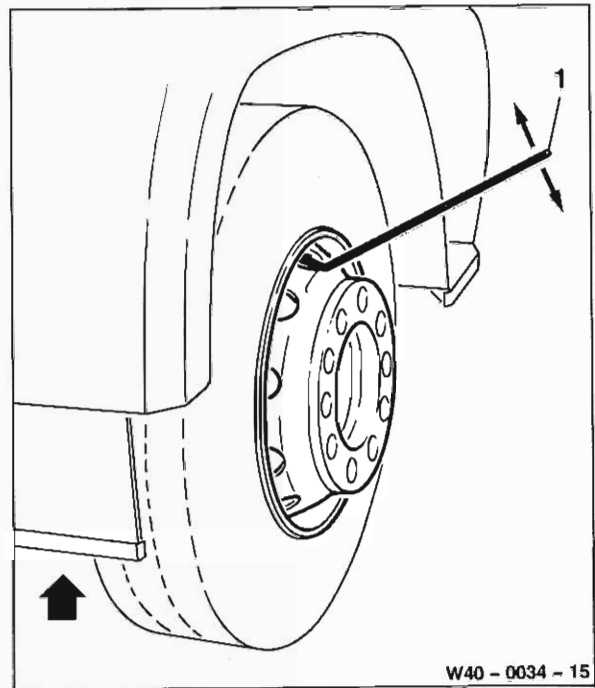
3.2 Ist weiterhin ein Spiel festzustellen, liegt ein Fehler in der Radaufhängung vor (Achsschenkelbolzenspiel zu groß).

Hinweis

Falls das Spiel nicht übermäßig groß ist (Erfahrungswert), muß nichts getauscht werden.

3.3 Wird bei blockierter Bremse kein Spiel festgestellt, so handelt es sich um das Radlagerspiel.

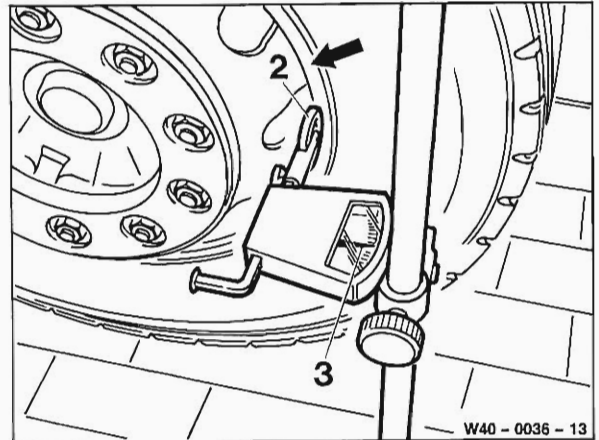
3.4 Radlagerspiel lt. Werkstattliteratur einstellen.



Seitenschlag der Felge und des Reifens kontrollieren

Beissbarth Meßuhr P 22

- 1 Meßrad (2) seitlich am Felgenhorn (Pfeil) anlegen. Dabei darauf achten, daß der Meßzeiger (3) in der Skalenmitte steht.
- 2 Reifen von Hand drehen. Der Ausschlag des Zeigers zeigt den Seitenschlag an (1 Teilstrich = 1 mm).
- 3 Seitenschlag des Reifens an einer Stelle ohne Beschriftung am Umfang messen (analog Schritt 1 und 2 vorgehen).



Hinweis

Zu großer Seitenschlag an Felge oder Reifen entspricht einer dynamischen Unwucht, was eine Verfälschung der eingestellten Spur- und Sturzwerte bewirkt. Negative Folgen sind instabiles Fahrverhalten und übermäßige Reifenabnutzung.

- 4 Bei zu großem Seitenschlag des Reifens oder der Felge entsprechende Teile austauschen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle "Zulässige Toleranzwerte" entnehmen.

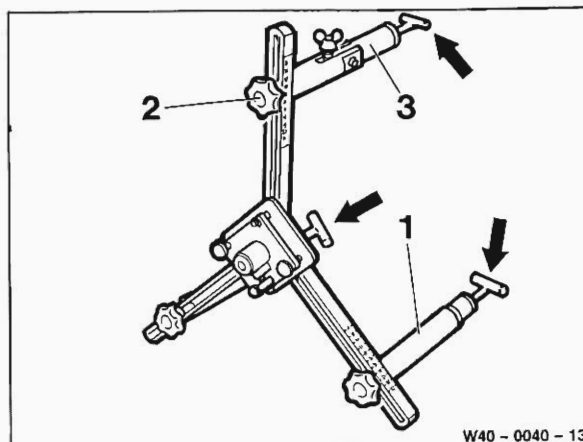
Meßvorbereitungen

Projektorenhalter anbauen

Projektorenhalter mit Hornaufnahme

1 Haltearme (1) und Spannarm (3) des Projektorenhalters auf den Felgendurchmesser in inch einstellen (an allen drei Schenkeln auf gleichen Skalenwert) und Sterngriffe (2) festziehen.

2 Projektorenhalter unten in das Felgenhorn einsetzen, so daß der Spannarm (3) nach oben zeigt.



Hinweis

Anstelle der im oberen Bild dargestellten Druckstücke (Pfeile) werden neuerdings Gewindestifte M12x40 verwendet.

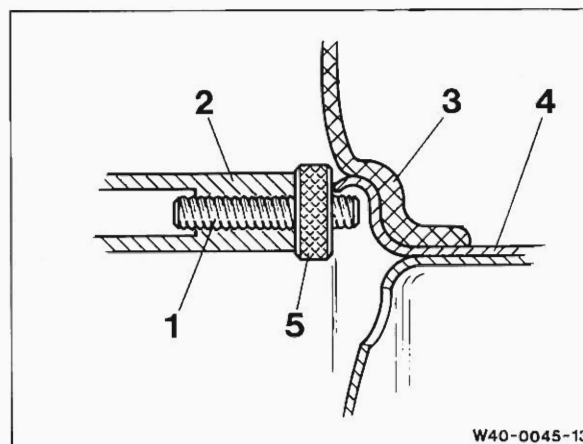
1 Gewindestift M12x40

2 Projektorenhalter

3 Reifen

4 Felge

5 Kontermutter



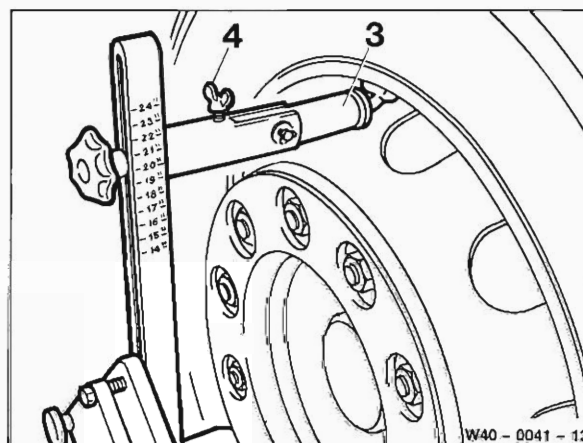
3 Flügelschraube (4) des Spannarms so weit wie möglich herausschrauben.

Hinweis

Wenn nötig, Zierkappen abnehmen.

4 Spannarm (3) an das Felgenhorn anlegen und den Projektorenhalter durch Eindrehen der Flügelschraube (4) festspannen.

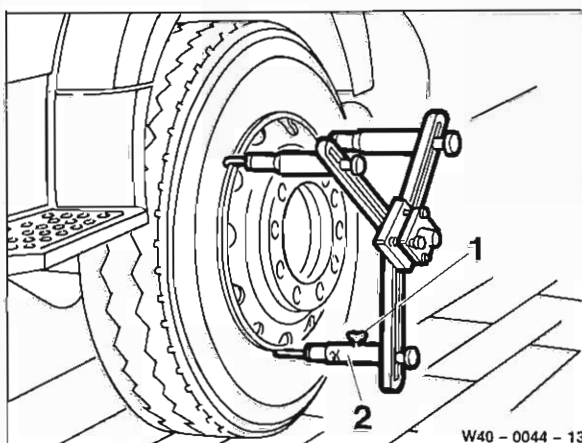
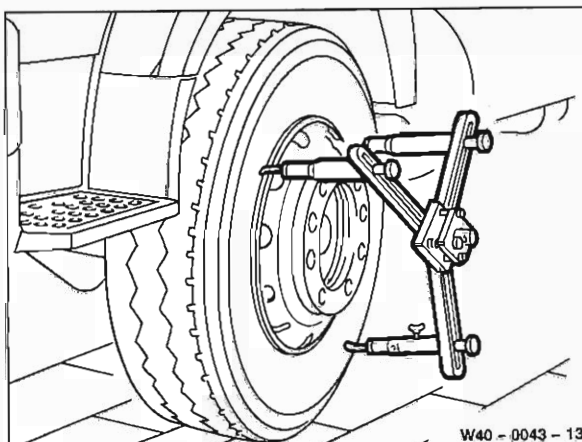
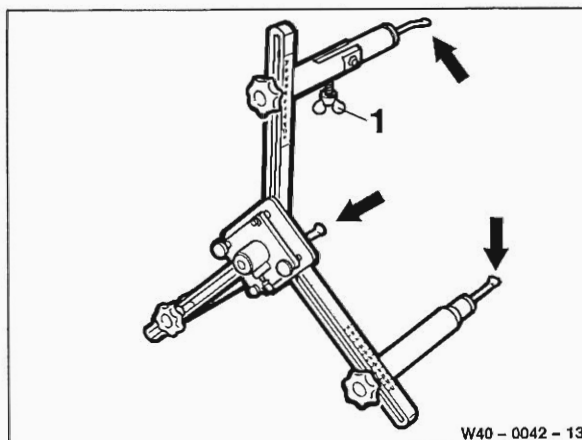
5 Projektorenhalter auf festen Sitz prüfen.



Projektorenhalter mit Klauenaufnahme

Ist die Anbringung am Felgenhorn nicht möglich, sind Projektorenhalter mit Klauenaufnahme zu verwenden.

- 1 Klauen (Pfeile) der Haltearme und des Spannarms einfetten.
- 2 Haltearme und Spannarm auf den Felgendurchmesser plus 2 inch einstellen (an allen drei Schenkeln auf gleichen Skalenwert) und Sterngriffe festziehen.
- 3 Flügelschraube (1) des Spannarms so weit wie möglich herausschrauben.
- 4 Projektorenhalter mit beiden Haltearmen an der Felge oben einhängen und die Klauen zwischen Felge und Reifen drücken.
- 5 Spannarm (2) mit der Klaue zwischen Felge und Reifen drücken. Den Projektorenhalter durch Eindrehen der Flügelschraube (1) festspannen.
- 6 Projektorenhalter auf festen Sitz prüfen.



Projektorenhalter zentrieren

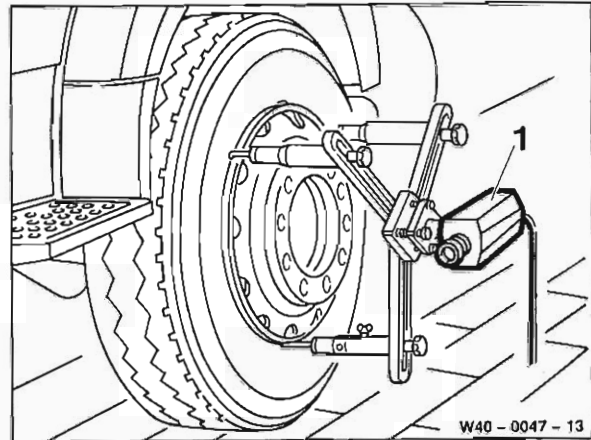
Dabei wird die Projektorenaufnahme senkrecht zur Radachse eingestellt.
Ein Abweichen von der Senkrechten bewirkt eine Verfälschung der nachfolgenden Meßwerte.

1 Den Projektor (1) mit dem Steckbolzen bis zum Anschlag in die Buchse der Projektorenaufnahme stecken.

Hinweis

Beim Beissbarth Achsmeßgerät P5-B23 sind Projektor und Achsmeßgerät in einem Gerät integriert.

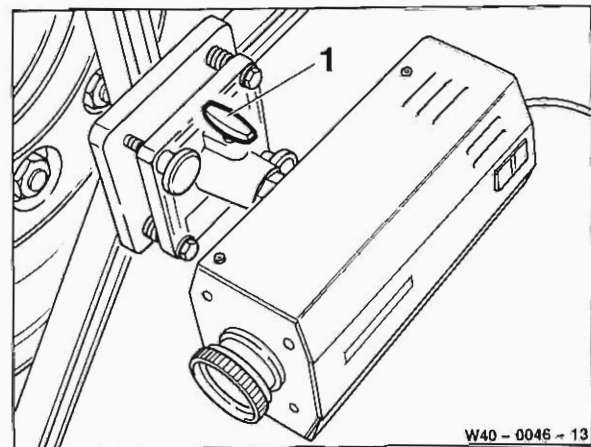
In den nachfolgenden Arbeitsschritten ist der Projektor der alten Version dargestellt (Meßgerät und Projektor getrennt).



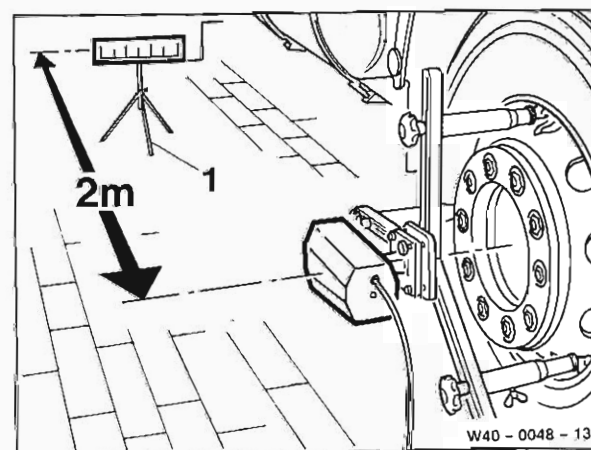
2 Flügelschraube (1) so weit eindrehen, daß sich der Projektor nicht mehr abziehen läßt, aber drehbar bleibt.

Hinweis

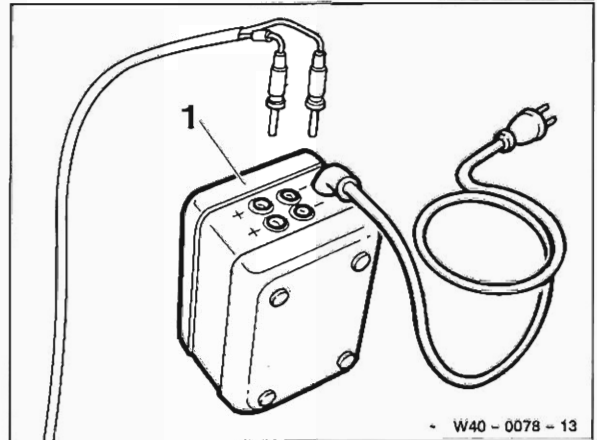
Vor der Montage sind der Steckbolzen und die Buchse zu reinigen und der Steckbolzen leicht einzufetten.



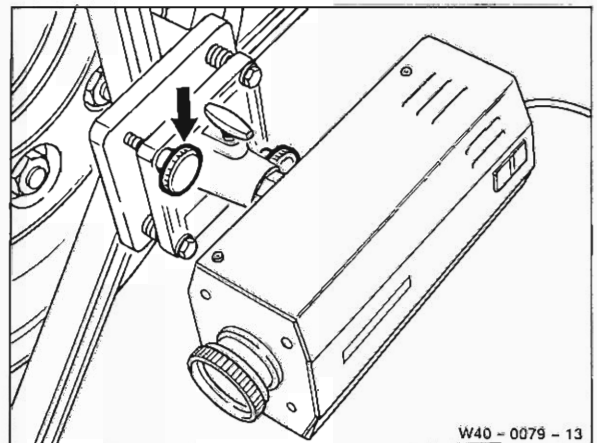
3 Meßbock (1) im Abstand von ca. 2 m zum Projektor aufstellen.



- 4 Projektoren an das Netzgerät (1) anschließen (12 V Niederspannung) und Trafo an 220 V ~ Netz anschließen.

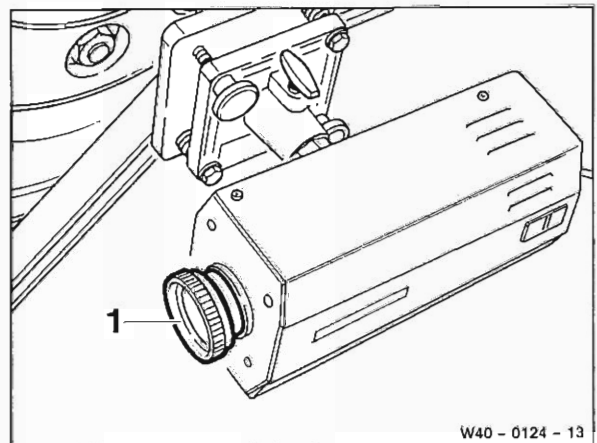


- 5 Rändelschrauben (Pfeil) an der Projektoraufnahme lösen.

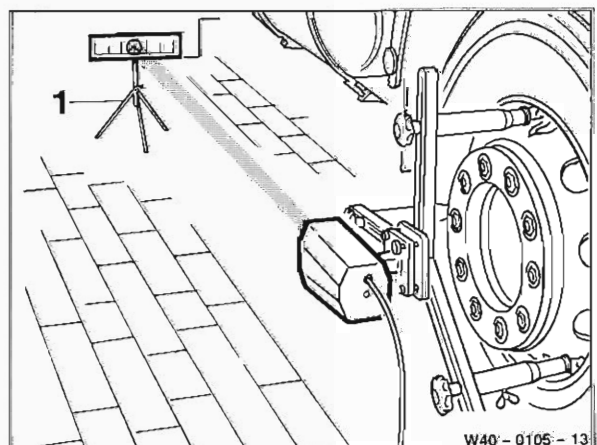


- 6 Projektor einschalten und auf die Skala des Meßbockes richten.

- 7 Die durch den Lichtstrahl des Projektors erzeugte Lichtmarke durch Herausziehen oder Hineinschieben des Objektives (1) scharf stellen.



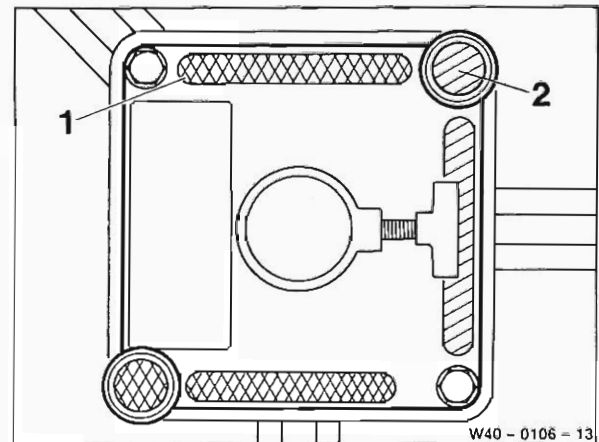
- 8 Meßbock (1) seitlich so verschieben, daß die Lichtmarke des Projektors etwa auf Skalenmitte liegt.



Die Projektorenaufnahme ist mit unterschiedlichen Farbkennzeichnungen versehen.

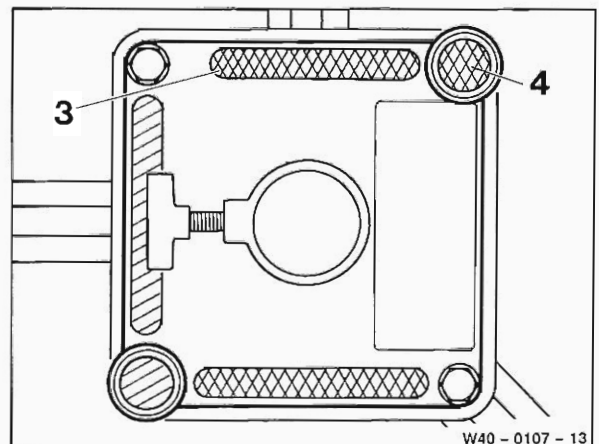
9 Durch Drehen des Rades den blauen Strich (1) und die gelbe Rändelschraube (2) waagrecht nach oben stellen.

Dabei die Lichtmarke auf die Skala des Meßbockes richten, den angezeigten Wert ablesen und festhalten (z. B. 10).

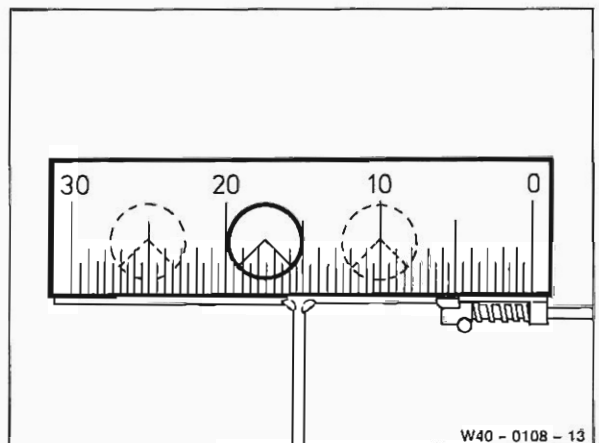


10 Rad um 180° weiterdrehen, bis der 2. blaue Strich (3) und die blaue Rändelschraube (4) waagrecht oben stehen.

Lichtmarke auf die Skala des Meßbockes richten und den angezeigten Wert ablesen und festhalten (z. B. 25).

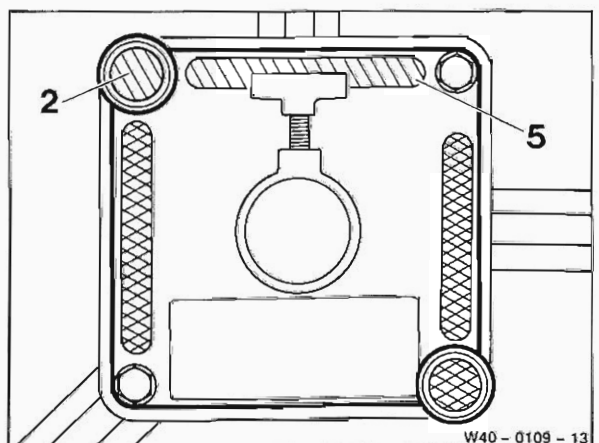


11 Lichtstrahl durch Verdrehen der blauen Rändelschraube auf den Mittelwert beider festgehaltenen Werte einstellen (hier: 17,5)



12 Rad um 90° weiterdrehen, bis der gelbe Strich (5) und die gelbe Rändelschraube (2) waagrecht oben stehen.

13 Skalenwert durch Verdrehen der gelben Rändelschraube auf den vorher bestimmten Mittelwert einstellen.

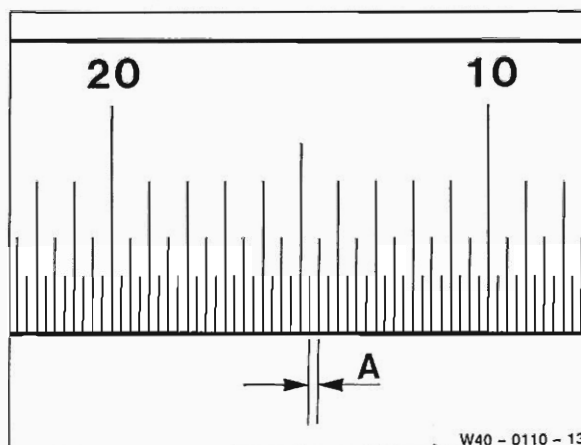


14 Den Projektor festhalten und das Rad drehen.

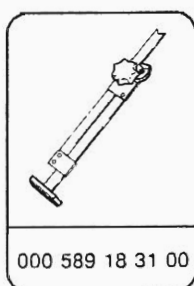
Die Lichtmarke darf sich dabei max. um einen Teilstrichabstand (A) bewegen.

Bei Abweichung muß der Justiervorgang (Punkt 9 bis 13) wiederholt werden.

15 Die Projektorenhalter an allen Rädern in gleicher Weise justieren.



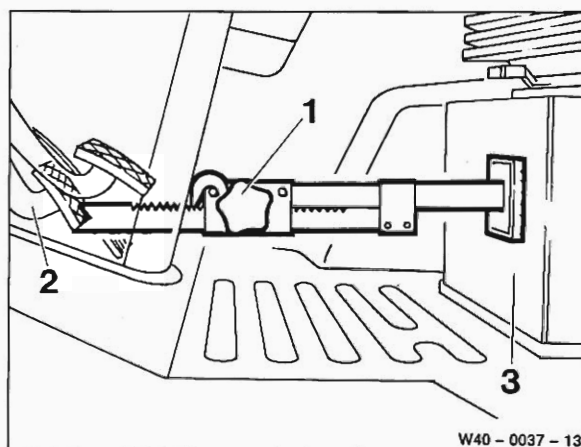
Sonderwerkzeuge



Bremse blockieren

1 Bremspedal (2) blockieren.

1 Bremsspanner 000 589 18 31 00



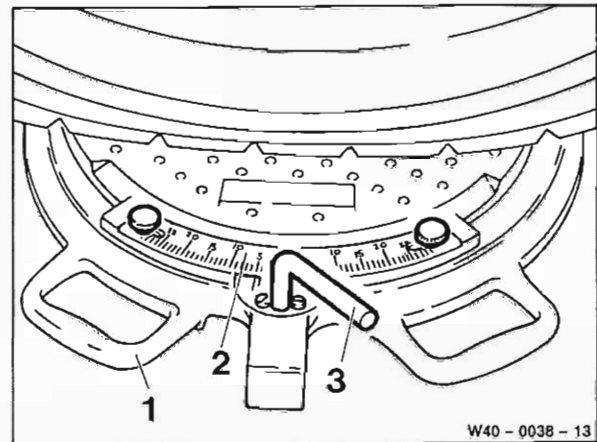
Vorderräder auf Drehplatten stellen

1 Drehplatten (1) unter die Vorderräder schieben und das Fahrzeug mittig auf den Drehplatten abstellen. Bei 2 gelenkten Vorderachsen alle 4 Räder auf Drehplatten abstellen.

Hinweis

Vorderräder müssen geradeaus stehen.
Die Skala (2) der Drehplatte muß nach außen zeigen und abgestiftet sein.

2 Sicherungsstifte (3) an den Drehplatten (1) herausziehen.



W40 - 0038 - 13

Hinterräder auf Ausgleichsbrücken stellen

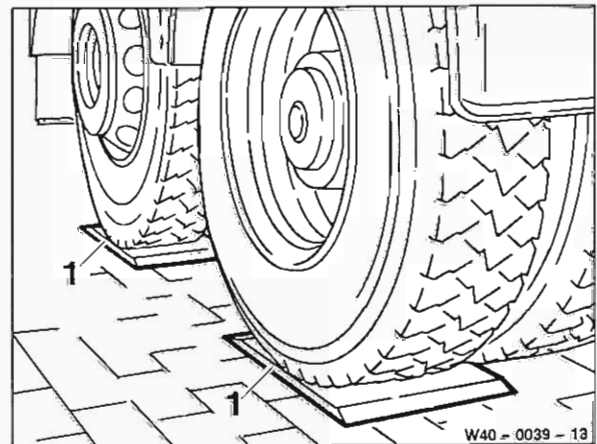
Nach Möglichkeit sollten alle Räder unterlegt werden. Bei Zwillingsbereifung müssen beide Reifen auf den Unterlagen stehen!

1 Fahrzeug hinten anheben.

2 Ausgleichsbrücken (1) unter die Räder schieben und Fahrzeug absetzen.

Hinweis

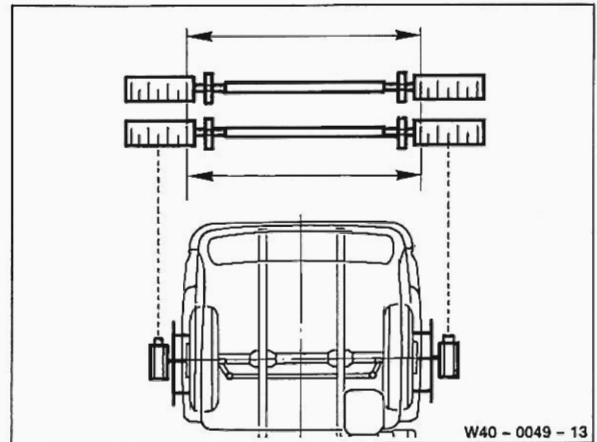
Zulässige Höhenabweichung der Raduntersätze aus der Tabelle "Zulässige Toleranzwerte" entnehmen.



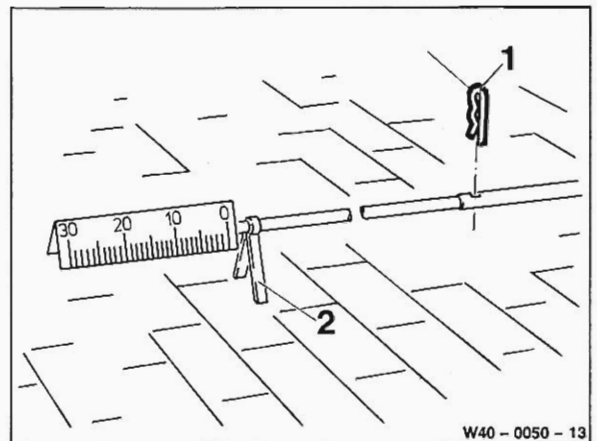
W40 - 0039 - 13

Meßlineale vorbereiten

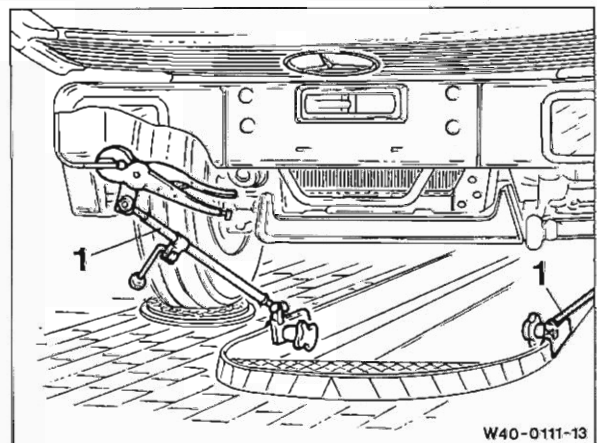
1 Zwei Meßlineale auf genau gleiche Länge einstellen. Hierbei müssen die beiden Nullmarkierungen genau übereinstimmen. Die Länge muß so eingestellt sein, daß der linke und der rechte Projektor ca. mittig auf die Skala treffen.



2 Länge der Meßlineale mit den Federsteckern (1) fixieren und Böcke (2) anbringen, damit ein Wegrollen der Lineale auf dem Grubenrand (Radabweiser) verhindert wird.



3 Feststellstangen (1) zwischen Fahrzeug und Grubenrand einsetzen, damit sich das Fahrzeug bei der Spureinstellung bzw. bei Messungen über Einschlag nicht seitlich verändern kann.



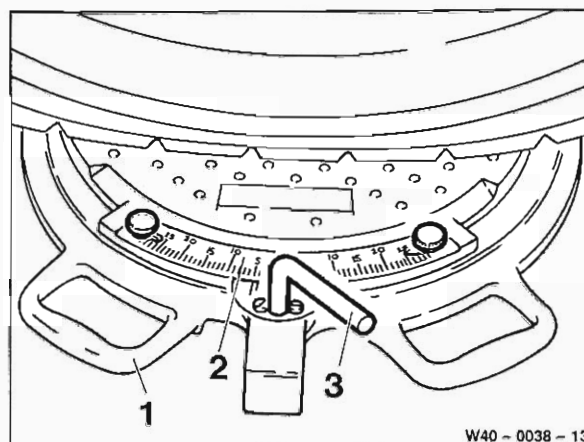
Vorderräder auf Drehplatten stellen

1 Drehplatten (1) unter die Vorderräder schieben und das Fahrzeug mittig auf den Drehplatten abstellen. Bei 2 gelenkten Vorderachsen alle 4 Räder auf Drehplatten abstellen.

Hinweis

Vorderräder müssen geradeaus stehen.

Die Skala (2) der Drehplatte muß nach außen zeigen und abgestiftet sein.



W40 - 0038 - 13

2 Sicherungsstifte (3) an den Drehplatten (1) herausziehen.

Hinterräder auf Ausgleichsbrücken stellen

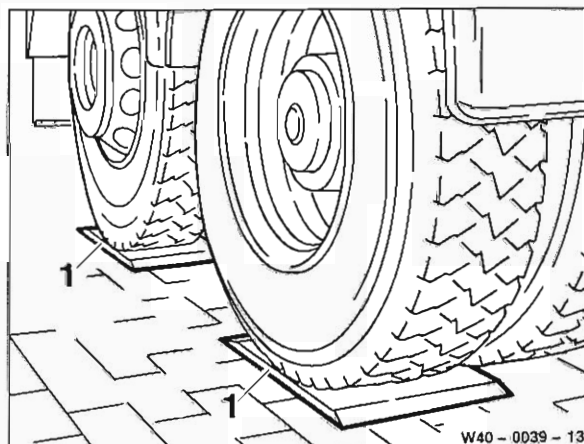
Nach Möglichkeit sollten alle Räder unterlegt werden. Bei Zwillingsbereifung müssen beide Reifen auf den Unterlagen stehen!

1 Fahrzeug hinten anheben.

2 Ausgleichsbrücken (1) unter die Räder schieben und Fahrzeug absetzen.

Hinweis

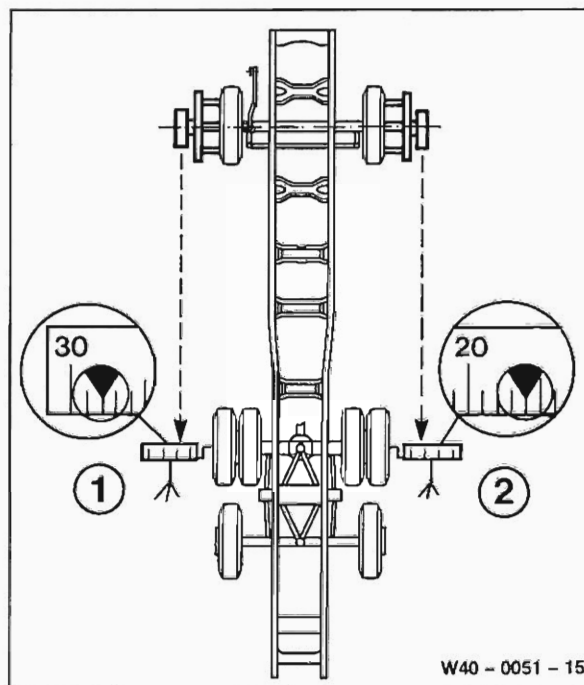
Zulässige Höhenabweichung der Raduntersätze aus der Tabelle "Zulässige Toleranzwerte" entnehmen.



W40 - 0039 - 13

„Fahrt geradeaus“ einstellen

- 1 Projektoren in die Projektorenhalter der 1. Vorderachse einstecken.
- 2 Zwei Skalenböcke links und rechts an die 1. Hinterachse anlegen und im rechten Winkel zum Fahrzeug ausrichten.
- 3 Lichtstrahl des Projektors auf den linken Skalenbock richten ①. Den angezeigten Wert merken (z. B. 28).
- 4 Lichtstrahl auf den rechten Skalenbock richten ② und den Wert ebenfalls merken (z. B. 24).
- 5 Lenkrad des Fahrzeugs so verdrehen, daß auf beiden Seiten der gleiche Wert (Mittelwert, z. B. 26) angezeigt wird.



W40 - 0051 - 15

Hinweis für zwei gelenkte Vorderachsen

Die Prüfung der „Fahrt geradeaus“ ist bei der zweiten Vorderachse sinngemäß wie bei der ersten Vorderachse durchzuführen.

Bei eventuellen Korrekturen siehe unter „Gesamtspur der Vorderachse“ und „Lenkmittelstellung“.

Gesamtspur der Vorderachse messen

Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Hinweis

Die Ergebnisse der Fahrzeugvermessung müssen in einem Meßblatt festgehalten werden. Ein Muster des Meßblattes ist im Anhang enthalten.

Gesamtspur messen

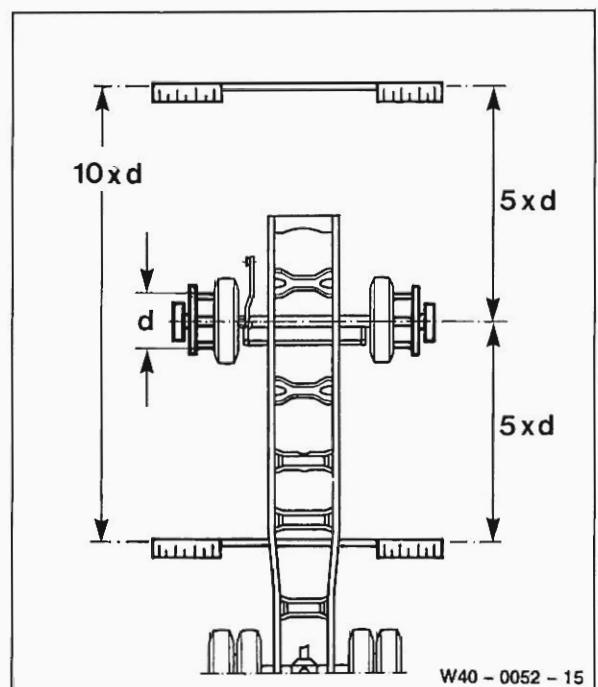
- 1 Meßlineale im Abstand $5 \times$ Felgenhorndurchmesser d vor und hinter der Vorderachse aufstellen. Die Lage der Meßlineale mit Kreide auf dem Fußboden markieren.

Beispiel

$d = 600 \text{ mm}$, Abstand = 3 m vor und 3 m hinter der Achse

Hinweis

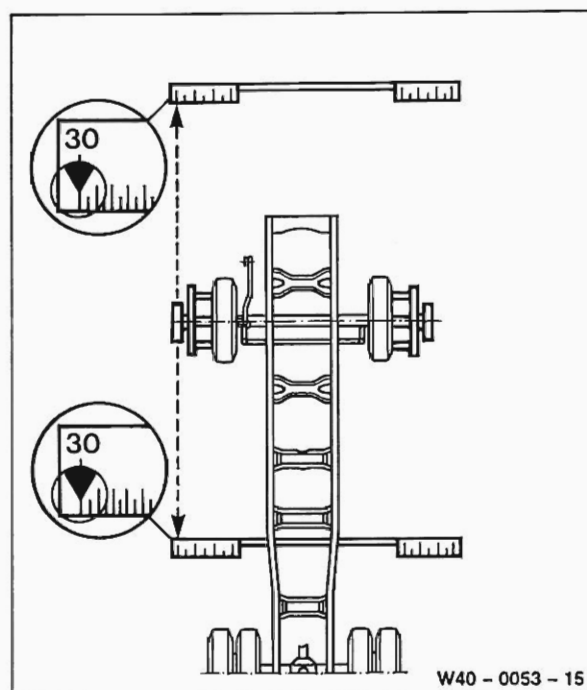
Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß die Achse in der Mitte liegt (z. B. aus Platzgründen). Der Abstand der Meßlineale zueinander muß jedoch immer den 10-fachen Wert des Felgenhorndurchmessers betragen. Dadurch kann die Spur auf den Skalen der Meßlineale direkt in mm abgelesen werden. Die Spur in Grad läßt sich aus der Umrechnungstabelle der Spur von mm in Grad entnehmen (siehe „Technische Daten“).



2 Lineale auf der linken Fahrzeugseite ausrichten:

2.1 Lichtstrahl auf die vordere und hintere Skala projizieren.

2.2 Beide Lineale auf den gleichen Wert ausrichten (z. B. 30).



3 Auf der rechten Fahrzeugseite nach vorne und anschließend nach hinten auf die Skala leuchten und Werte ablesen (1 Teilstrich am Skalenbock entspricht 1 mm Spur). Die Differenz beider Werte ist die Gesamtspur in mm.

Hinweis

Wert vorne kleiner = Vorspur (+).

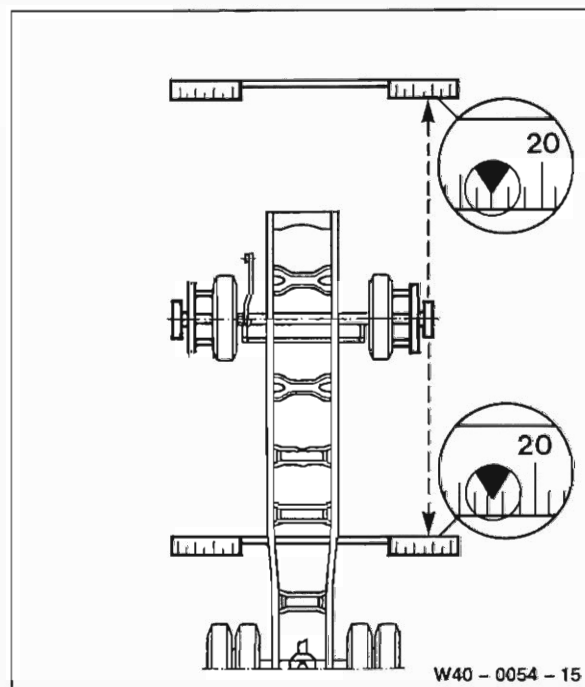
Beispiel

vorne: 17

hinten: 17,25

Das heißt, das Fahrzeug hat eine Vorspur von 0,25 mm.

4 Falls Spur außer Toleranz (siehe Tabelle für "Einstellwerte der Vorderräder"): Spur lt. Werkstattliteratur richtig einstellen.



Hinweis

Die richtige Spureinstellung ist eine wichtige Voraussetzung für die Kontrolle der Lenkmittelstellung bei „Fahrt geradeaus“.

5 Falls die Spur richtiggestellt werden muß, ist anschließend erneut die Stellung „Fahrt geradeaus“ einzustellen und mit der „Lenkmittelstellung“ zu überprüfen (siehe „Fahrt geradeaus einstellen“ und „Lenkmittelstellung kontrollieren“).

Hinweis bei zwei gelenkten Vorderachsen

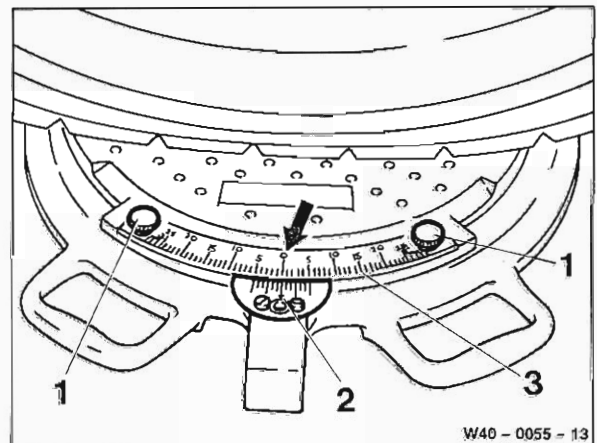
Bei zwei gelenkten Vorderachsen sind die Arbeitsvorgänge 1 bis 5 auch für die 2. Vorderachse zu wiederholen. Dazu darf die Stellung der Räder der 1. Vorderachse nicht verändert werden.

Falls die Spur verändert werden muß, ist die Parallelität der 2. Vorderachse zur 1. Vorderachse nicht mehr gegeben. Daher muß nach der Spureinstellung nochmals die Parallelität bzw. die „Fahrt geradeaus“-Stellung der 2. Vorderachse eingestellt werden.

6 Rändelschrauben (1) an den Winkelskalen (3) der Drehteller lösen. Die Skalen so weit verschieben, daß jeweils der 0° -Strich (Pfeil) mit dem Mittelstrich der Noniussskala (2) übereinstimmt.

Hinweis

Diese Einstellung muß bei richtig eingestellter Spur und exakter Stellung „Fahrt geradeaus“ erfolgen.



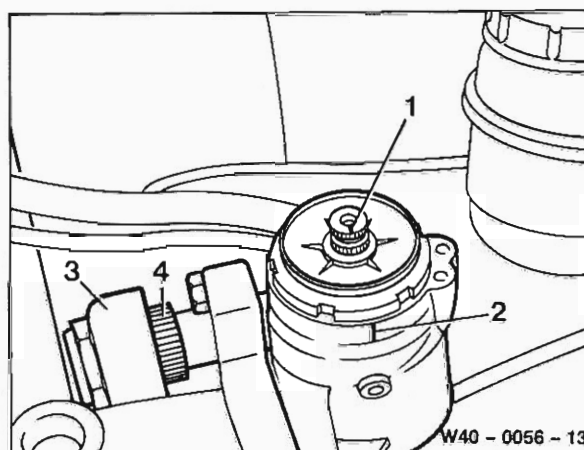
Lenkmittelstellung kontrollieren

Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Gesamtspur der Vorderachse vermessen (siehe „Gesamtspur der Vorderachse messen“).
- 2 „Fahrt geradeaus“ einstellen (siehe „Fahrt geradeaus einstellen“)
- 3 Falls erforderlich, Fahrerhaus kippen.

Bei einer gelenkten Vorderachse

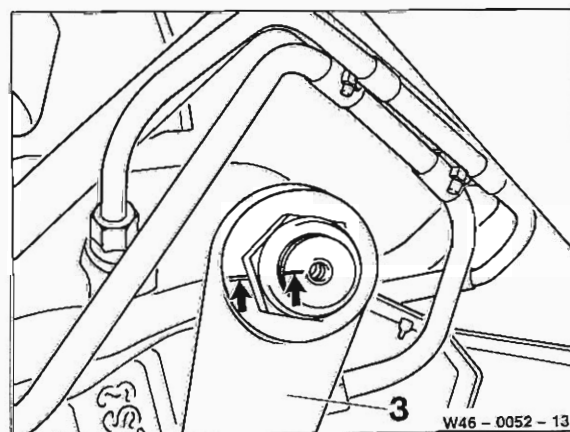
- 1 Die Markierungen an der Lenkspindel (1) und am Lenkgehäuse (2) müssen bei Geradeausstellung übereinstimmen.
- 2 Ist dies nicht der Fall, muß die Länge der Lenkschubstange laut Werkstattliteratur so verändert werden, daß die Markierungen übereinstimmen.
Die Geradeausstellung der Vorderräder darf dabei nicht verändert werden.



Hinweis

Voraussetzung ist die richtige Stellung des Lenkstockhebels (3) auf der Verzahnung der Lenkgetriebewelle (4). Auch hier ist jeweils eine Markierung vorhanden, die man aber bei eingebautem Lenkgetriebe nicht sehen kann.

- 3 Falls die Lenkmittelstellung korrigiert werden mußte, sind auch die Endbegrenzungsventile der Servolenkung lt. Werkstattliteratur neu einzustellen.



Bei zwei gelenkten Vorderachsen

1 Die Arbeitsvorgänge 1 bis 3 bei einer gelenkten Vorderachse auch für die zweite Vorderachse wiederholen.

2 Gegebenenfalls eine Korrektur über die Lenkstange zur zweiten Vorderachse vornehmen.

Hinweis

Nach der Korrektur müssen die Räder der ersten und zweiten Vorderachse auf „Fahrt geradeaus“ und die Lenkung in Mittelstellung stehen.

Sturz der Vorderräder messen

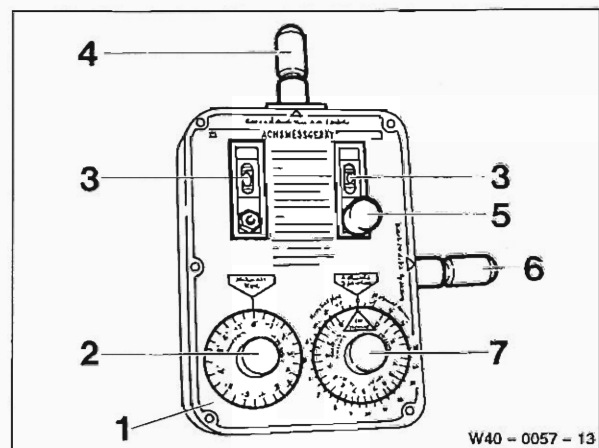
Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Sturz messen

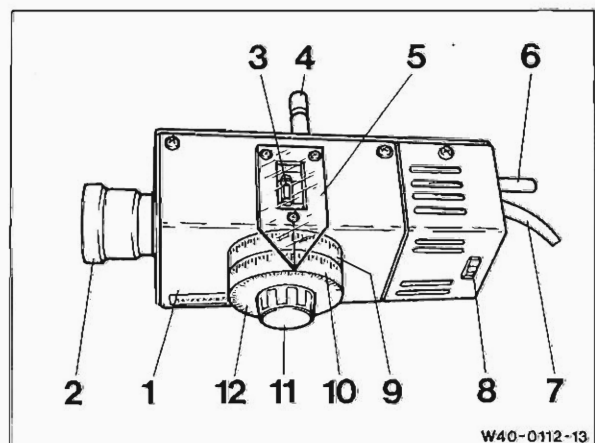
Beissbarth Achsmeßgerät P 5 (alte Version)

- 1 Achsmeßgerät
- 2 Skalenscheibe Sturzmessung
- 3 Libelle
- 4 Steckbolzen für Sturz- und Nachlaufmessung
- 5 Drehknopf
- 6 Steckbolzen für Spreizungsmessung
- 7 Skalenscheibe Nachlauf- und Spreizungsmessung



Beissbarth Achsmeßgerät P 5-B23 (neue Version)

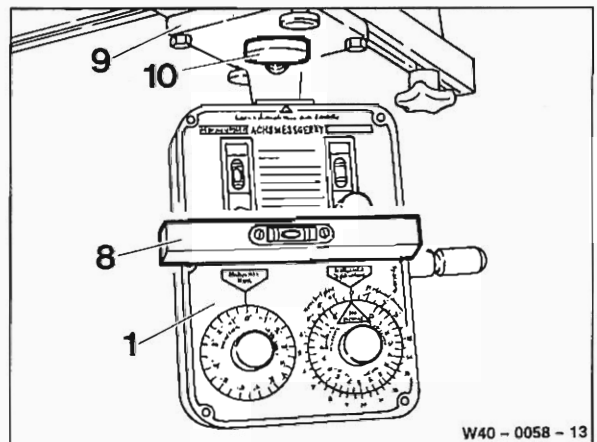
- 1 Projektor
- 2 Objektiv
- 3 Libelle
- 4 Steckbolzen für Sturz- und Nachlaufmessung
- 5 Meßlinie
- 6 Steckbolzen für Spreizungsmessung
- 7 Kabel
- 8 Ein- und Ausschalter
- 9 Skalenscheibe Sturzmessung
- 10 Skalenscheibe Nachlaufmessung
- 11 Drehknopf
- 12 Skalenscheibe Spreizungsmessung



1.1 Achsmeßgerät (1) wie im Bild dargestellt in den Projektorenhalter (9) einstecken.

2.1 Meßgerät mit Wasserwaage (8) in Fahrzeuglängsrichtung waagrecht stellen und Flügelschraube (10) festziehen.

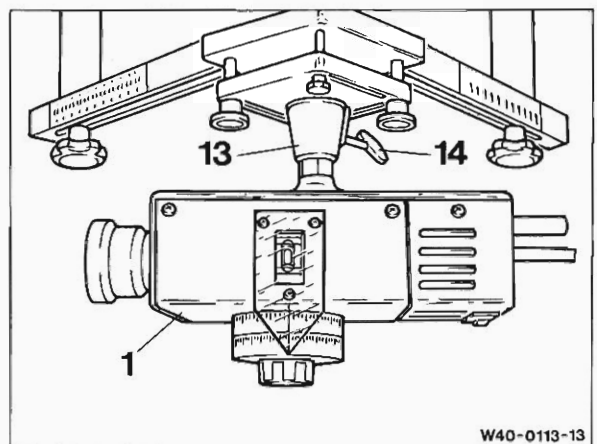
Meßgerät P 5



1.2 Projektor (1) wie im Bild dargestellt in den Projektorenhalter (13) einstecken.

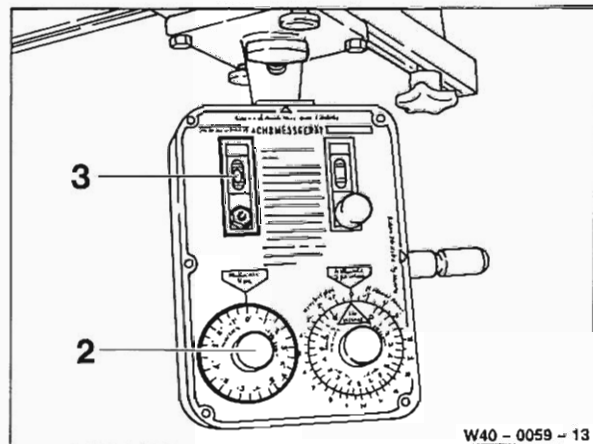
2.2 Projektor waagrecht stellen und Flügelschraube (14) anziehen.

Meßgerät P 5-B23



3.1 Am Drehknopf „Sturz“ (2) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

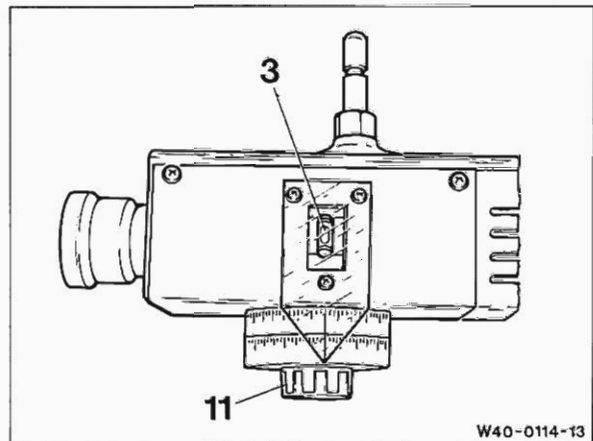
Meßgerät P 5



W40-0059-13

3.2 Am Drehknopf (11) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

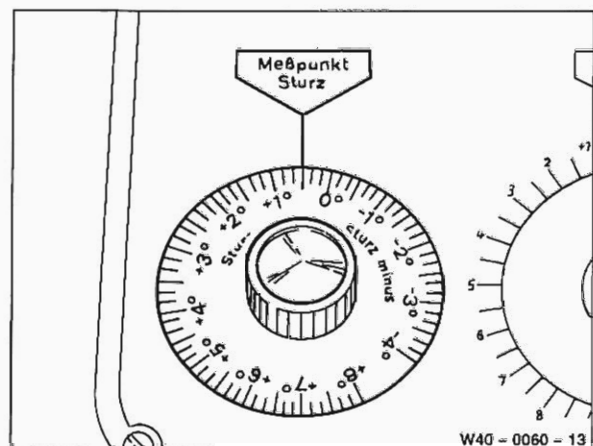
Meßgerät P 5-B23



W40-0114-13

4.1 Auf der Skalenscheibe für Sturzmessung am Meßpunkt Sturz den Wert ablesen (z. B.: 30').

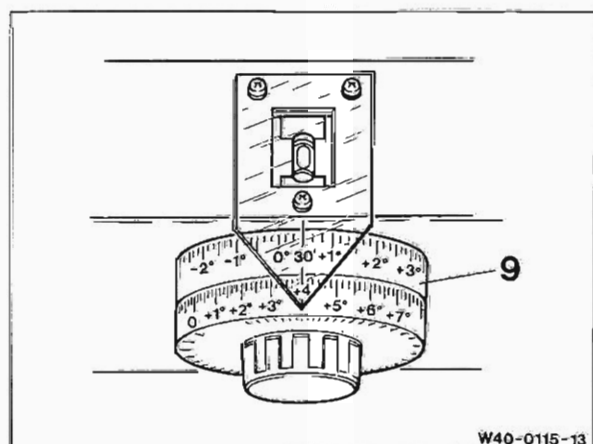
Meßgerät P 5



W40-0060-13

4.2 Auf der Skalenscheibe für Sturzmessung (9) den Wert ablesen (z. B.: 30').

Meßgerät P 5-B23



W40-0115-13

Hinweis

Die Skalenscheibe für die Sturzmessung ist eingeteilt in die Meßbereiche „Sturz plus“ und „Sturz minus“. Der Meßbereich „Sturz plus“ reicht von 0° bis $+8^\circ$. Der Meßbereich „Sturz minus“ reicht von 0° bis -4° . Ein Teilstrich auf der Skalenscheibe entspricht $10'$.

5 Meßwert in das Meßblatt eintragen.

Die zulässigen Toleranzwerte des Sturzes aus der Tabelle „Einstellwerte der Vorderräder“ entnehmen.

Hinweis

Der Sturz ist konstruktiv gegeben und kann nicht eingestellt werden.

6 Die Sturzmessung an den anderen Rädern des Fahrzeugs in der gleichen Weise durchführen.

Nachlauf der Vorderräder messen

Vorausgegangene Arbeiten

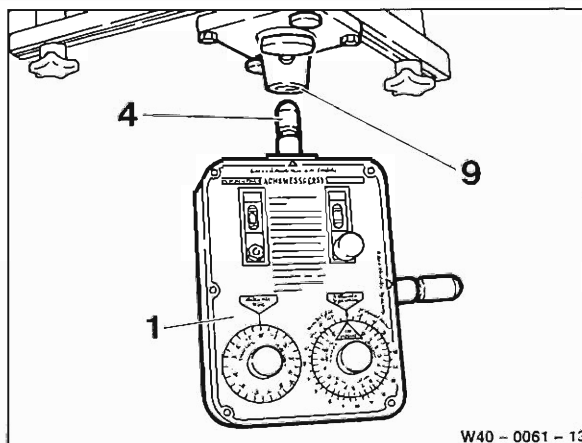
- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Nachlauf messen

- 1 Achsmeßgerät (1) mit Steckbolzen für Sturz- und Nachlaufmessung (4) in den Projektorenhalter (9) des linken Vorderrades einstecken (nur erforderlich, falls vorher nicht der Sturz gemessen wurde).

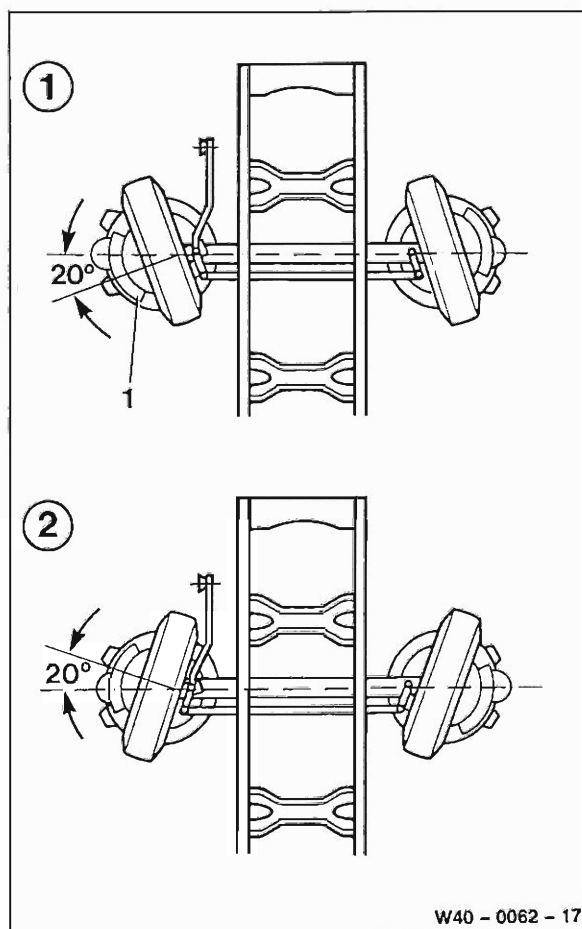
Hinweis

Beim Achsmeßgerät P 5-B23 sinngemäß vorgehen.



W40 - 0061 - 13

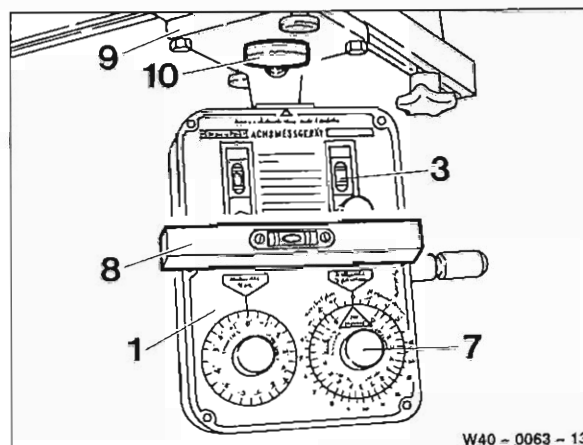
- 2 Radvorderseite 20° nach außen einschlagen (Skala der Drehplatte (1) beobachten) ①.



W40 - 0062 - 17

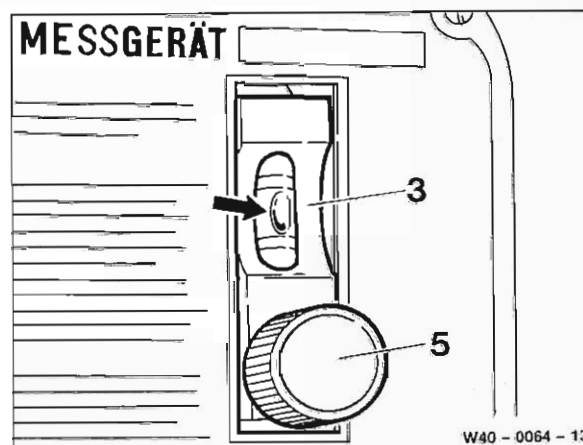
3 Achsmeßgerät (1) mit Wasserwaage (8) in Fahrzeuglängsrichtung waagrecht ausrichten und mit der Flügelschraube (10) im Projektorenhalter (9) festklemmen.

4 Meßpunkt „Nachlauf“ (7) auf 0 stellen.



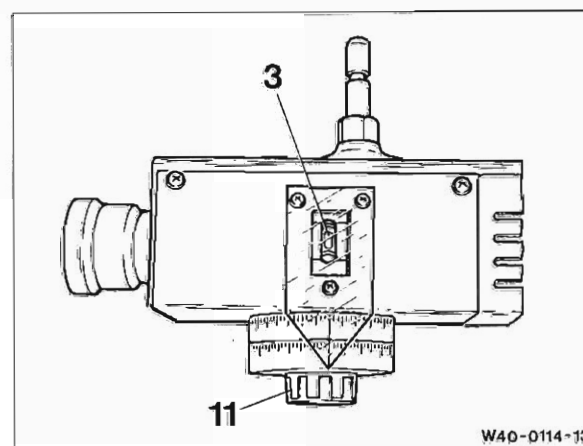
5.1 Drehknopf (5) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

Meßgerät P 5



5.2 Drehknopf (11) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

Meßgerät P 5-B23



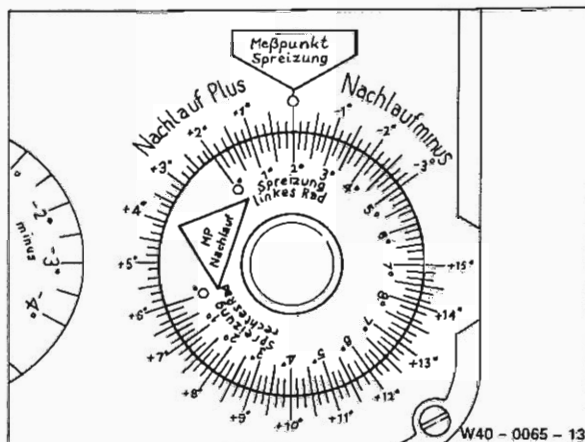
6 Radvorderseite 20° nach innen einschlagen
②,

7 Meßgerät mit Wasserwaage (8) wieder waagrecht stellen.

8 Drehknopf „Nachlauf“ (7) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

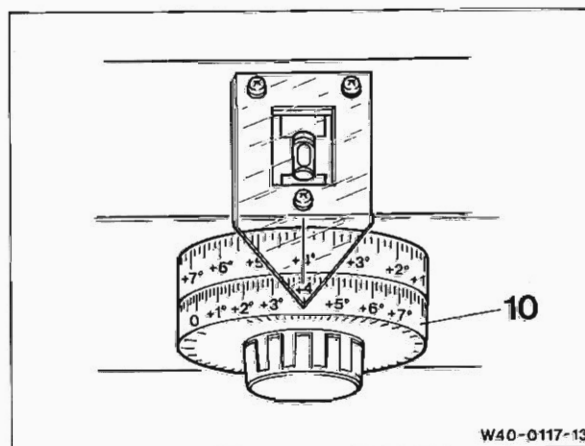
9.1 Auf der Skalenscheibe für Nachlaufmessung am Meßpunkt Nachlauf den Wert ablesen (z. B.: 4°).

Meßgerät P 5



9.2 Auf der Skalenscheibe für Nachlaufmessung (10) den Wert ablesen (z. B.: 4°).

Meßgerät P 5-B23



10 Meßwert in das Meßblatt eintragen.

Die zulässigen Toleranzwerte des Nachlaufs aus der Tabelle „Einstellwerte der Vorderräder“ entnehmen.

Hinweis

Die Skalenscheibe für die Nachlaufmessung ist eingeteilt in die Meßbereiche „Nachlauf plus“ und „Nachlauf minus“. Der Meßbereich „Nachlauf plus“ reicht von 0° bis $+15^\circ$. Der Meßbereich „Nachlauf minus“ reicht von 0° bis -3° . Ein Teilstrich auf der Skalenscheibe entspricht $10'$.

11 Die Nachlaufmessung an den anderen Vorderrädern des Fahrzeugs in der gleichen Weise durchführen.

Hinweis bei zwei gelenkten Vorderachsen

Die Nachlaufmessung über 20° Grad Radeinschlag ist nur bei der 1. Vorderachse möglich. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Messung des Nachlaufs der 2. Vorderachse:

- Bei 10° Radeinschlag der 2. Vorderachse messen und anschließend Wert mit 2 multiplizieren.
- Lenkschubstange zur 2. Vorderachse aushängen und die Räder der 2. Vorderachse von Hand auf 20° stellen.

12 Der Nachlauf kann mit Hilfe von Unterlagen zwischen Blattfedern und Achse beidseitig eingestellt werden (Verdrehen der Achse).

Spreizung der Vorderräder messen

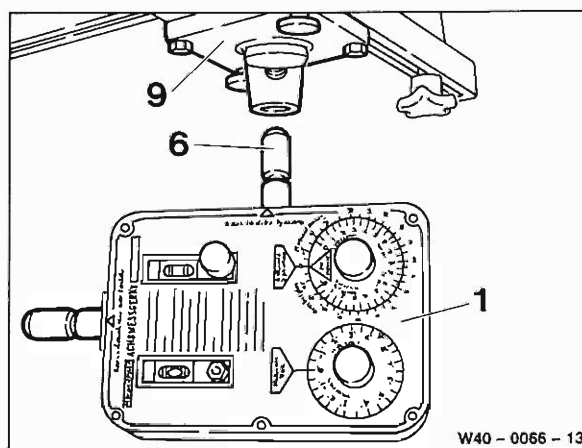
Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

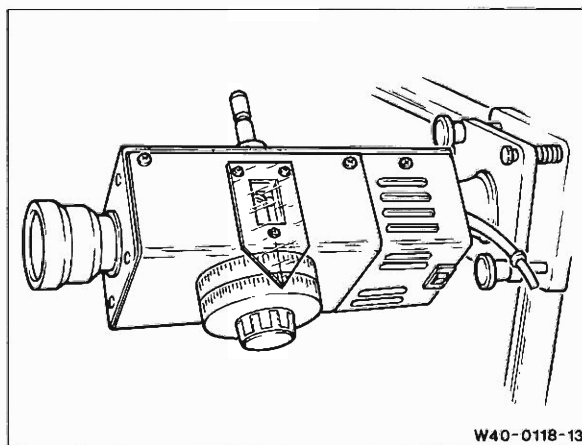
Spreizung messen

- 1 Achsmeßgerät (1) mit Steckbolzen für Spreizungsmessung (6) in den Projektorenhalter (9) des zu messenden Vorderrades einstecken.

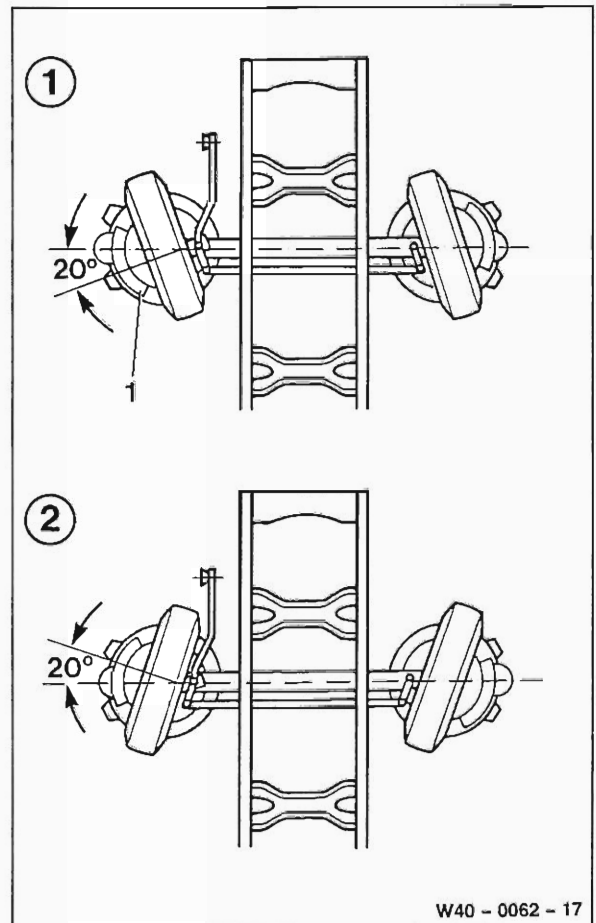
Meßgerät P 5



Meßgerät P 5-B23



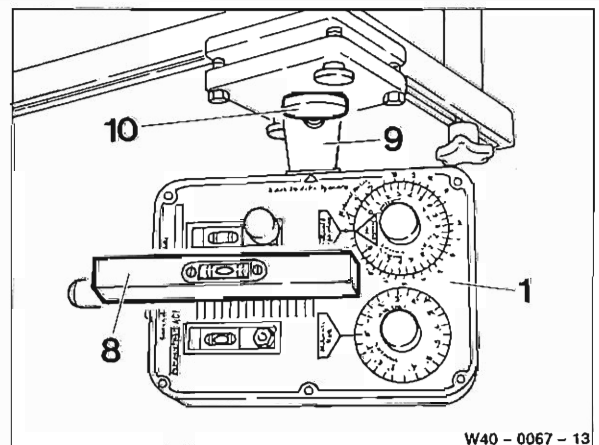
- 2 Radvorderseite 20° nach außen einschlagen
(Skala der Drehplatte (1) beobachten) ①.



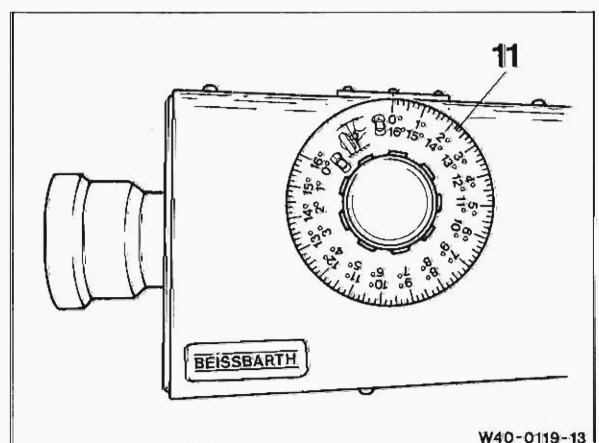
- 3 Meßgerät (1) mit Wasserwaage (8) waagrecht ausrichten und mit der Flügelschraube (10) in den Projektorenhalter (9) festklemmen.

- 4 Meßpunkt „Spreizung“ auf der Skala des zu messenden Rades auf 0 stellen.

Meßgerät P 5

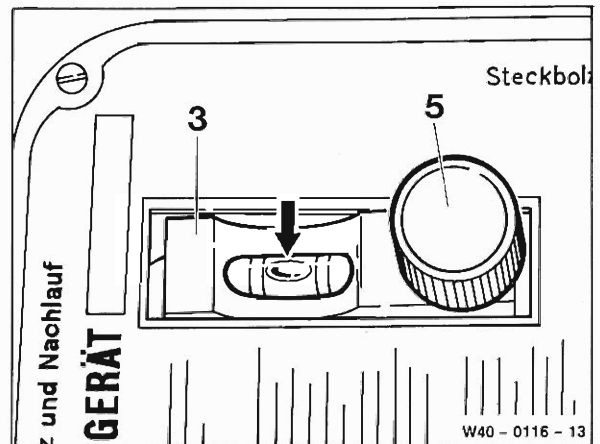


Meßgerät P 5-B23

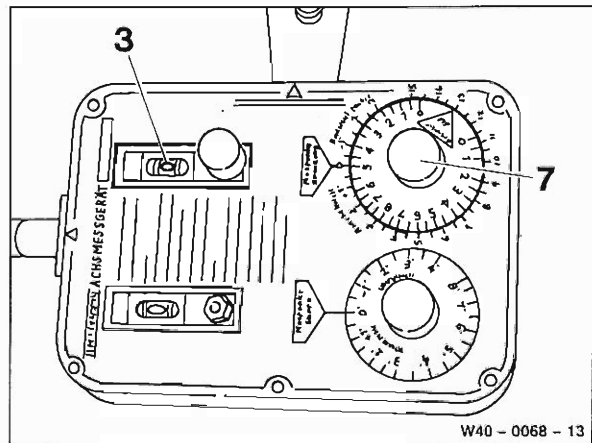


5 Drehknopf (5) drehen, bis die Libelle (3) mittig liegt.

6 Radvorderseite 20° nach innen einschlagen
②.

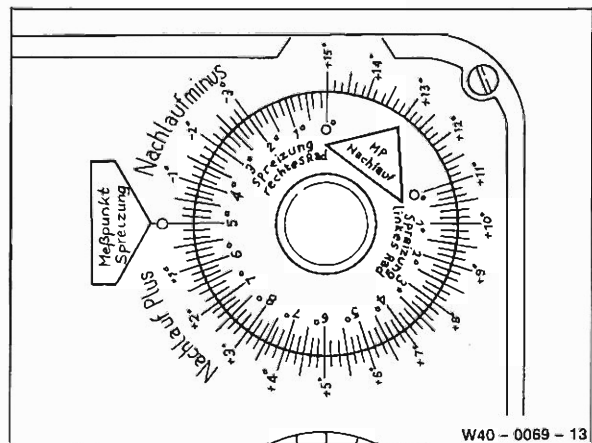


7 Drehknopf „Spreizung“ (7) drehen, bis die Libelle (3) wieder mittig liegt.

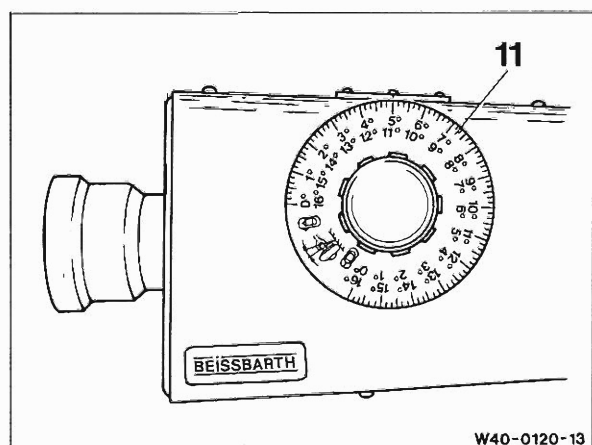


8 Größe der Spreizung an der Skalenscheibe ablesen (z. B.: „Spreizung rechtes Rad“ 5°).

Meßgerät P 5



Meßgerät P 5-B23



9 Meßwert in das Meßblatt eintragen.

Die zulässigen Toleranzwerte der Spreizung aus der Tabelle „Einstellwerte der Vorderräder“ entnehmen.

Hinweis

Die Spreizung ist konstruktiv gegeben und kann nicht eingestellt werden.

10 Die Spreizungsmessung an den anderen Vorderrädern des Fahrzeugs in der gleichen Weise durchführen.

Hinweis bei zwei gelenkten Vorderachsen

Die Spreizungsmessung über 20° Grad Radeinschlag ist nur bei der 1. Vorderachse möglich. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Messung der Spreizung der 2. Vorderachse:

- Bei 10° Radeinschlag der 2. Vorderachse messen und anschließend Wert mit 2 multiplizieren.
- Lenkschubstange zur 2. Vorderachse aushängen und die Räder der 2. Vorderachse von Hand auf 20° stellen.

Spurdifferenzwinkel messen

Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Spurdifferenzwinkel bei Fahrzeugen mit einer gelenkten Vorderachse

- 1 Vorderseite des linken Rades 20° nach außen einschlagen (Skala der Drehplatte (1) beobachten).
- 2 An der Skala der Drehplatte (2) den Einschlagwinkel des rechten Rades ablesen.

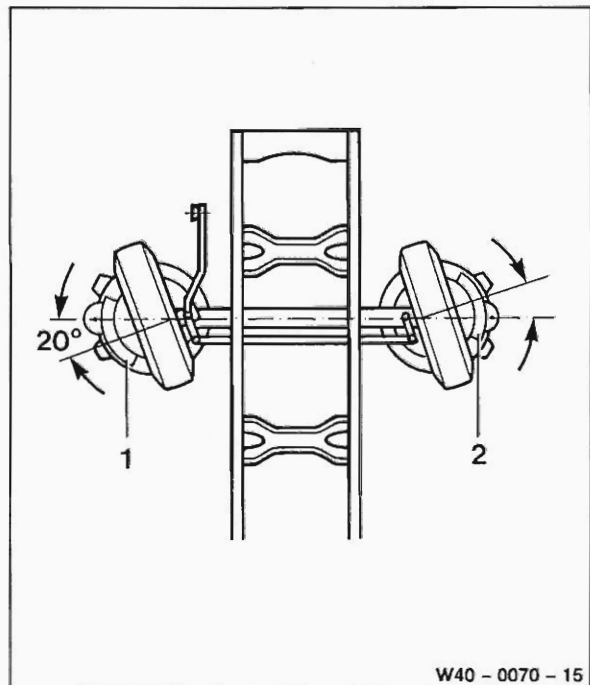
Hinweis zum Ablesen des Nonius

Durch den Nonius wird eine Ablesegenauigkeit von 10 Winkelminuten erreicht, wobei Zwischenwerte von 5' gut abzulesen sind (1 Grad = 60 Winkelminuten). Die Mittelmarke des Nonius gibt die Zahl der vollen Graden, mit Hilfe des Nonius wird der Minutenwert abgelesen.

Hierbei gilt: rechte Noniushälfte für die rechte Skalenhälfte, linke Noniushälfte für die linke Skalenhälfte.

Beispiel

kurveninneres Rad	20°
kurvenäußeres Rad	$17^\circ 30'$
Spurdifferenzwinkel	$= 2,5^\circ$



Spurdifferenzwinkel bei Fahrzeugen mit zwei gelenkten Vorderachsen

1 Vorderseite des linken Rades der 1. VA 20° nach außen einschlagen (Linkseinschlag).

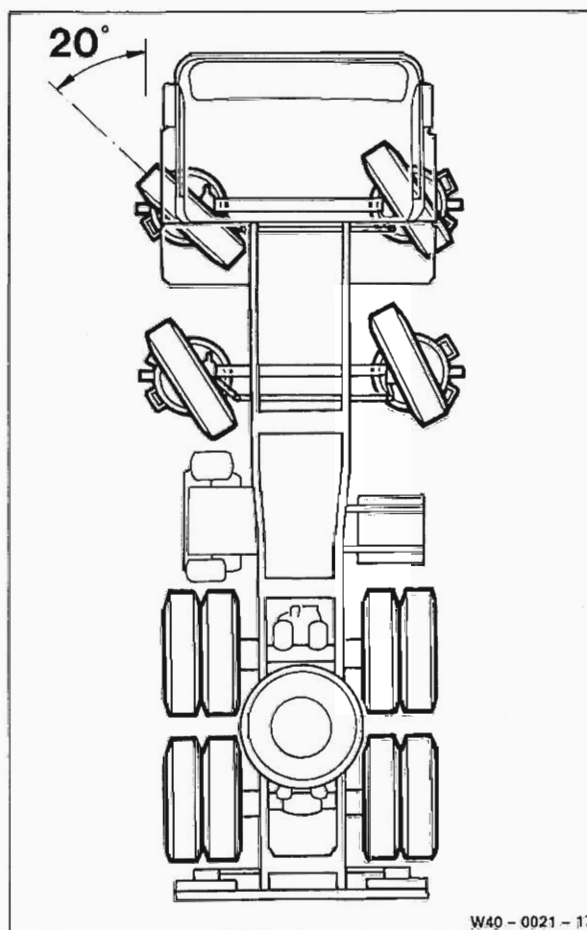
2 An den Skalen der Drehplatten die Einschlagwinkel der anderen drei Räder ablesen.

3 Vorderseite des rechten Rades der 1. VA 20° nach außen einschlagen (Rechtseinschlag) und ebenfalls die Einschlagwinkel der anderen Räder ablesen.

4 Werte in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Die zulässigen Toleranzwerte der Spurdifferenzwinkel aus der Tabelle „Spurdifferenzwinkel bei zwei gelenkten Vorderachsen“ entnehmen.



Spur der Hinterachsen messen

Vorausgegangene Arbeiten

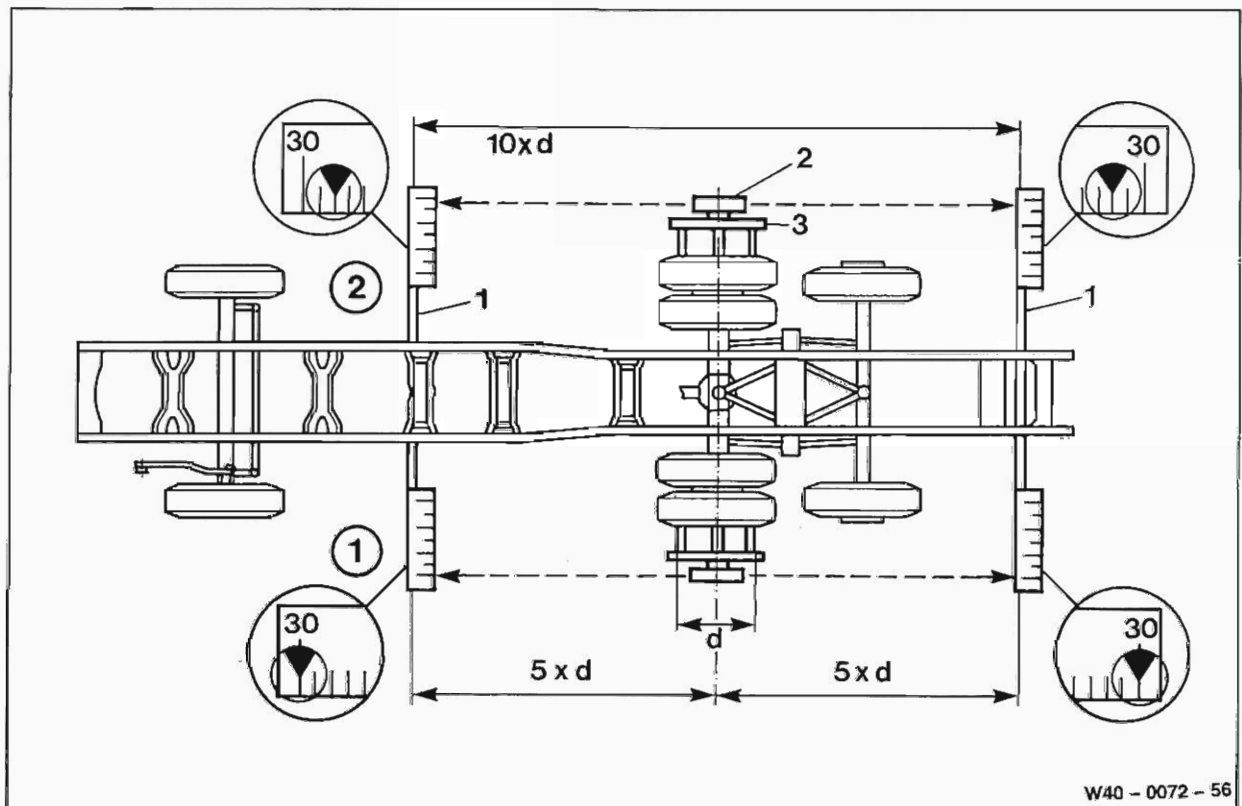
- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Spur messen

- 1 Meßlineale (1) im Abstand $5 \times$ Felgenhorn-durchmesser d vor und hinter der 1. Hinterachse aufstellen. Die Lage der Lineale mit Kreide auf dem Fußboden markieren.

Hinweis

Der Abstand der Meßlineale zueinander muß auf alle Fälle den 10-fachen Wert des Felgenhorn-durchmessers betragen, siehe auch „Gesamtspur der Vorderräder messen“.



Beispiel:

$d = 60 \text{ cm}$, Abstand = 3 m vor und 3 m hinter der Achse

2 Projektoren (2) in die Projektorenhalter (3) an der 1. Hinterachse einstecken.

3 Lineale auf der linken Fahrzeugseite ausrichten ①.

3.1 Lichtstrahl auf die vordere und hintere Skala projizieren.

3.2 Beide Lineale auf gleichen Wert ausrichten (z. B. 30).

4 Lichtstrahl auf der rechten Fahrzeugseite nach vorne und anschließend nach hinten auf die Skalen projizieren und Werte ablesen ②. Die Differenz der beiden Werte ist die Spur in mm.

5 Meßwert in das Meßblatt eintragen.

6 Falls die Spur den zulässigen Wert überschreitet, ist der Achskörper verbogen.

7 Die Spur der 2. Hinterachse ebenso messen (Schritte 1 bis 5).

Hinweis

Sollten in der Werkstatt nicht 6 Projektorenhalter vorhanden sein, müssen vorher die Halterungen von der 1. Hinterachse ummontiert und zentriert werden. Siehe „Meßvorbereitungen“.

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.

Sturz der Hinterachsen messen

Die Sturzmessung an den Rädern der Hinterachse erfolgt in gleicher Weise wie die Sturzmessung der Vorderräder.

Seitenversatz der Achsen messen (optisch)

Der Seitenversatz der Achsen kann auch mechanisch gemessen werden. Siehe dazu „Seitenversatz der Achsen messen (Überschlagsmessung)“.

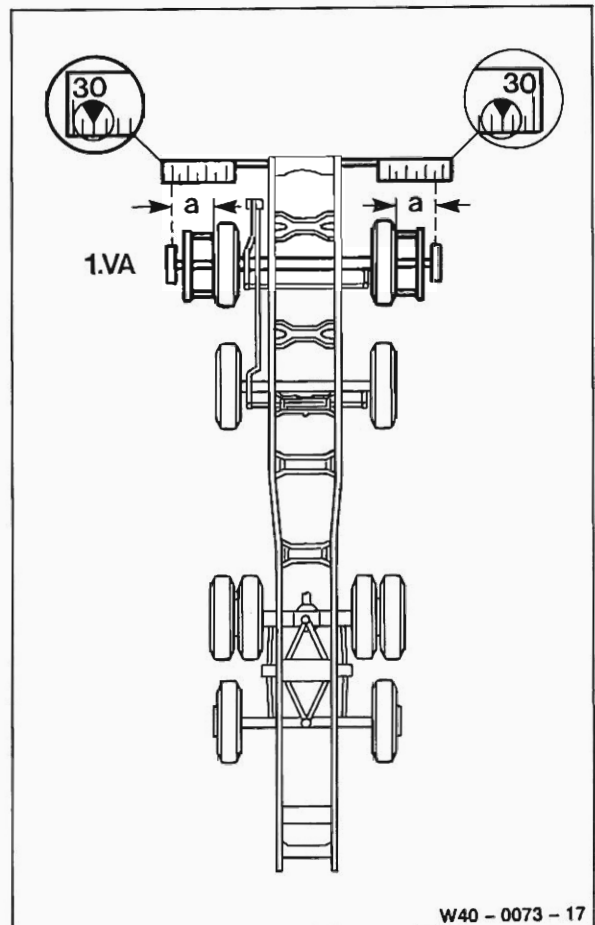
Seitenversatz der 1. Vorderachse

Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen. Der Abstand (a) muß auf beiden Seiten gleich sein.

- 1 Halbes Meßlineal jeweils an der gleichen Stelle links und rechts vom Rahmen vor die 1. Vorderachse halten.
- 2 Projektoren in die Projektorenhalterungen an der Vorderachse stecken.
- 3 Lichtstrahl auf die Skalen projizieren und Werte ablesen.
1 Teilstrich am Skalenbock entspricht 1 cm (10 mm).
- 4 Die halbierte Differenz der beiden Werte ist der Seitenversatz der 1. Vorderachse zum Rahmen.
- 5 Meßwerte in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



W40 - 0073 - 17

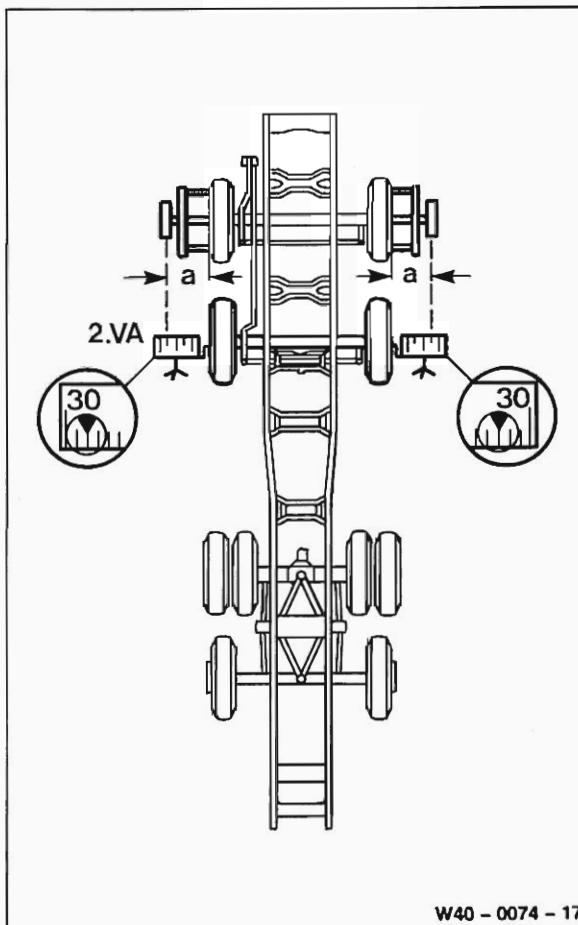
Seitenversatz der 2. Vorderachse

Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen. Der Abstand (a) muß auf beiden Seiten gleich sein.

- 1 Skalenböcke links und rechts an die 2. Vorderachse jeweils unten mittig an die Achsnaben anlegen.
- 2 Projektoren in die Projektorenhalter an der 1. Vorderachse stecken.
- 3 Lichtstrahl auf die Skalen projizieren und Werte ablesen.
1 Teilstrich am Skalenbock entspricht 1 cm (10 mm).
- 4 Die halbierte Differenz der beiden Werte ist der Seitenversatz der 2. Vorderachse zur 1. Vorderachse.
- 5 Meßwerte in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



W40 - 0074 - 17

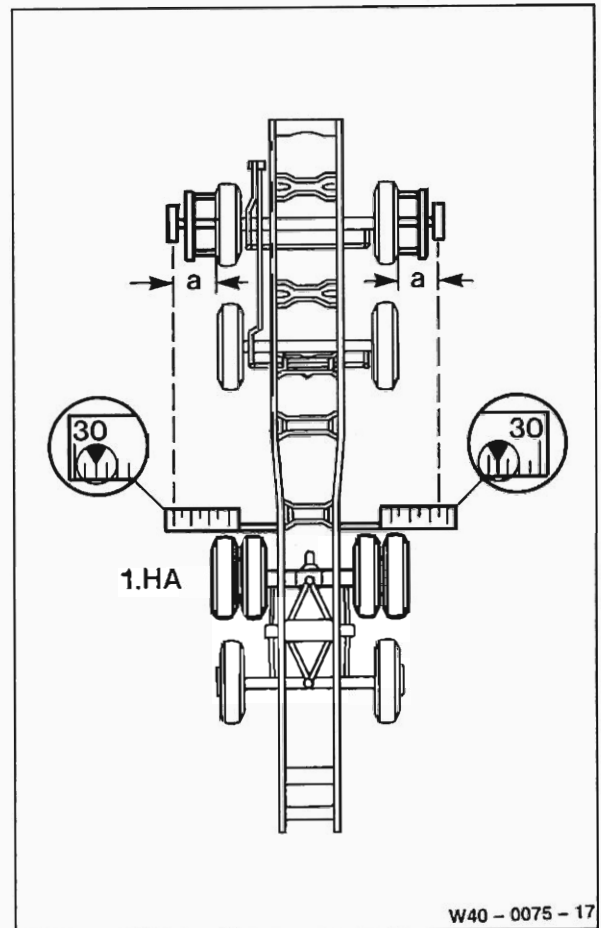
Seitenversatz der 1. Hinterachse

Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen. Der Abstand (a) muß auf beiden Seiten gleich sein.

- 1 Halbes Meßlineal jeweils links und rechts an der gleichen Stelle vom Rahmen vor die 1. Hinterachse halten.
- 2 Projektoren in die Projektorenhalter an der Vorderachse stecken.
- 3 Lichtstrahl auf die Skalen projizieren und Werte ablesen.
1 Teilstrich am Skalenbock entspricht 1 cm (10 mm).
- 4 Die halbierte Differenz der beiden Werte ist der Seitenversatz der 1. Hinterachse zum Rahmen.
- 5 Meßwerte in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



W40 – 0075 – 17

Seitenversatz der 2. Hinterachse

Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen. Der Abstand (a) muß auf beiden Seiten gleich sein.

1 Skalenböcke links und rechts an die 2. Hinterachse jeweils unten mittig an die Achsnaben anlegen.

2 Projektoren in die Projektorenhalter an der Vorderachse stecken.

3 Lichtstrahl auf die Skalen projizieren und Werte ablesen.

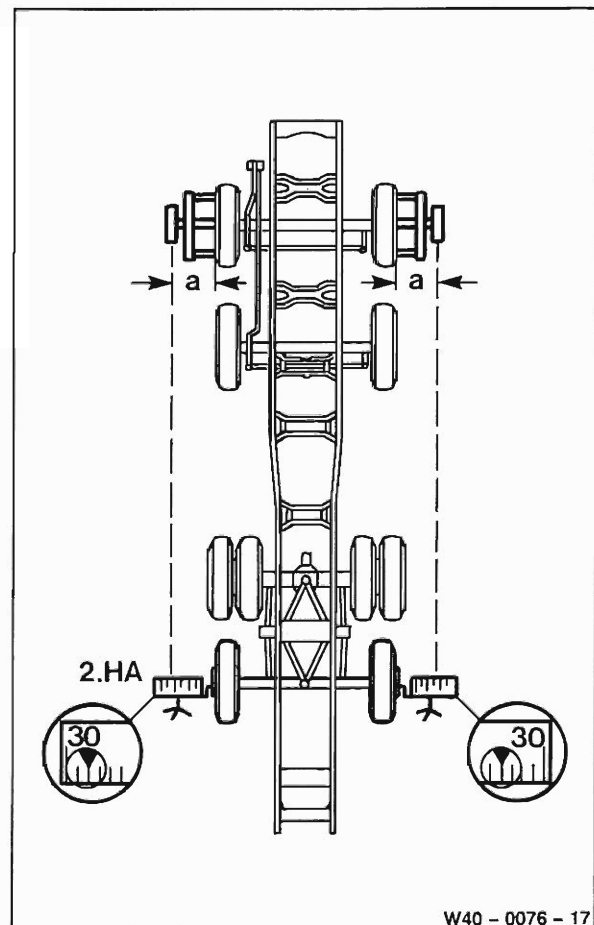
1 Teilstrich am Skalenbock entspricht 1 cm (10 mm).

4 Die halbierte Differenz der beiden Werte ist der Seitenversatz der 2. Hinterachse zur 1. Hinterachse.

5 Meßwerte in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



W40 - 0076 - 17

Seitenversatz der Achsen zum Rahmen messen (mechanische Überslagsmessung)

Seitenversatz der Vorderachse

Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen.

1 Führerhaus hochstellen.

2 Lot (1) so am Rahmen befestigen, daß die Schnur (2) parallel am Rahmensteg anliegt und an einer gut zugänglichen Stelle dem Felgenhorn (4) gegenüberliegt.

3 Maß zwischen Schnur und Felgenhorn mit Meterstab (3) messen.

Hinweis

Das Felgenhorn darf an der Meßstelle keine Beschädigungen aufweisen. Der Seitenschlag der Felge muß im Toleranzwert liegen.

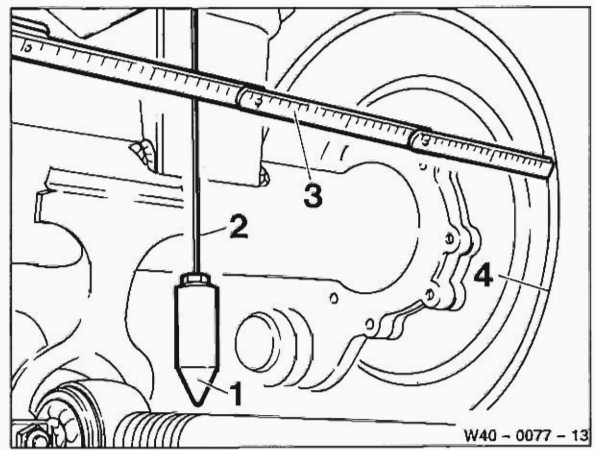
4 Auf der anderen Fahrzeugseite an der gleichen Stelle zwischen Rahmen und Felgenhorn messen.

Die halbierte Differenz zwischen linker und rechter Messung ist der Seitenversatz.

5 Meßwert des Seitenversatzes in das Meßblatt eintragen.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



Seitenversatz der 1. und 2. Hinterachse

1 Den Seitenversatz der 1. und 2. Hinterachse wie vorstehend beschrieben (Schritte 2 bis 5) bestimmen. Es gelten dieselben Kriterien wie bei der Vorderachse.

Hinweis

Bei zu großen Abweichungen des Seitenversatzes der Achsen bei Stahlfederung liegt ein Fehler in der Achsführung bzw. am Rahmen vor. Bei Fahrzeugen mit Luftfederung kann der Seitenversatz an den Schräglenkern der Hinterachse eingestellt werden.

Schrägstand der Hinterachsen messen (optisch)

Vorausgegangene Arbeiten

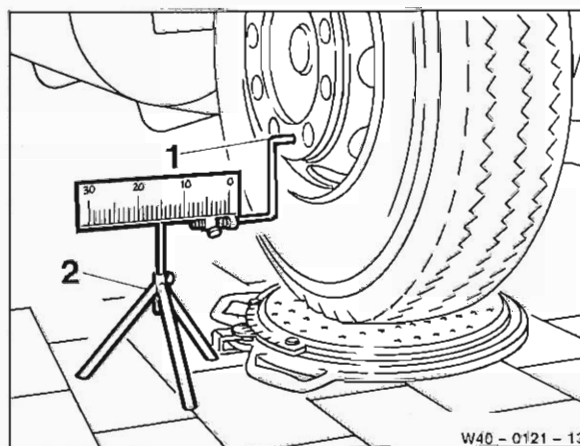
- 1 Vorprüfungen durchgeführt (siehe „Vorprüfungen“).
- 2 Meßvorbereitungen durchgeführt (siehe „Meßvorbereitungen“).

Schrägstand messen

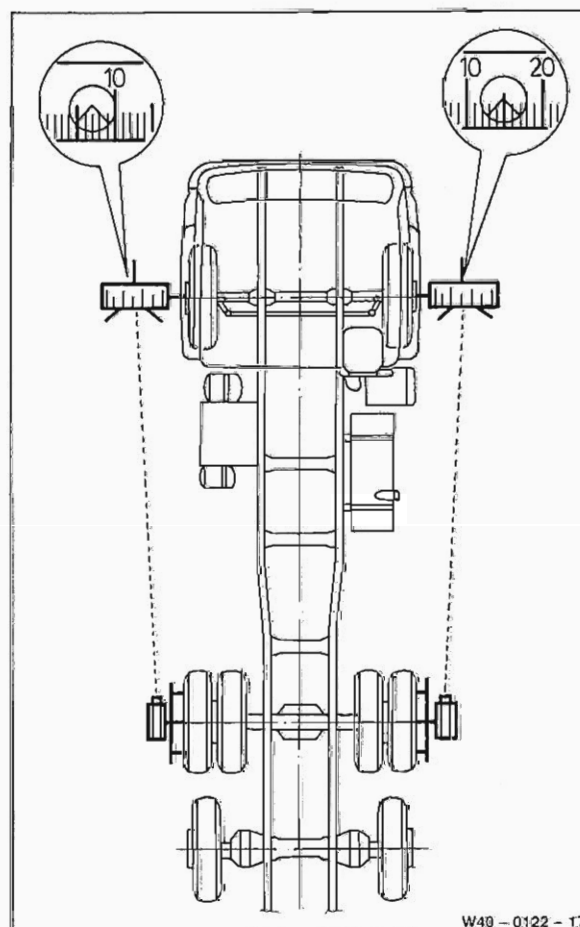
- 1 Taststäbe (1) der Meßböcke (2) an die Planflächen der Felgen beidseitig so ansetzen, daß sie jeweils unter dem Radmittelpunkt stehen.

Hinweis

Die Taststäbe der beiden Meßböcke müssen auf gleiche Länge und gleiche Höhe eingestellt sein.



- 2 Rechten Projektor auf die Skala des Meßbocks richten (Lichtmarke zeigt z. B. 15).
- 3 Linken Projektor auf die Skala des Meßbocks richten (Lichtmarke zeigt z. B. 13)
- 4 Beide Meßwerte vergleichen.
- 5 Zuerst den Einzelspurwert durch Halbieren der Differenz beider Meßwerte ermitteln. Mit dem Einzelspurwert und dem zugehörigen Radstand des Fahrzeugs (z. B. 4,5 m) kann im „Spur-Schrägstandsdiagramm“ der Schrägstand der Hinterachse in Winkelminuten abgelesen werden.



Beispiel

angezeigter Wert rechts	15
angezeigter Wert links	13
Differenz	2
Einzelspurwert	1

Abgelesener Wert im „Spur-Schrägstandsdiagramm“: 7,5'

Hinweis I

Wird eine Differenz festgestellt so kann es sich sowohl um einen Schrägstand der Hinterachse als auch um einen Seitenversatz der Hinterachse, verursacht durch eine Seitenverschiebung des Rahmens, handeln.

Hinweis II

Bei Fahrzeugen mit zwei Hinterachsen an der zweiten Hinterachse sinngemäß die gleiche Messung wie an der ersten Hinterachse beschrieben (Schritte 1 – 5) durchführen.

Hinweis III

Der Schrägstand der Vorderachse ist nur über eine mechanische Vermessung oder über den Radstand zu ermitteln, wenn sichergestellt ist, daß der Schrägstand der Hinterachse stimmt.

Schrägstand der Achsen messen (mechanische Überschlagsmessung)

1 Beladungszustand des Fahrzeugs kontrollieren und falls erforderlich korrigieren:

1.1 Fahrzeug mit Stahlfederung:
gleichmäßige Beladung.

1.2 Fahrzeug mit Luftfederung:
Beladung ohne Einfluß, vorausgesetzt die Luftfederung ist mit Druckluft gefüllt.

Hinweis

Zur Prüfung muß sich der Rahmen des Fahrzeugs in waagrechter Lage befinden.

2 Je einen Fixpunkt am Fahrzeugrahmen (z. B. Mitte Federbolzen am Federbock (1)) und am Achskörper (2) ermitteln. Diese Meßpunkte müssen möglichst waagrecht zueinander liegen.

Hinweis

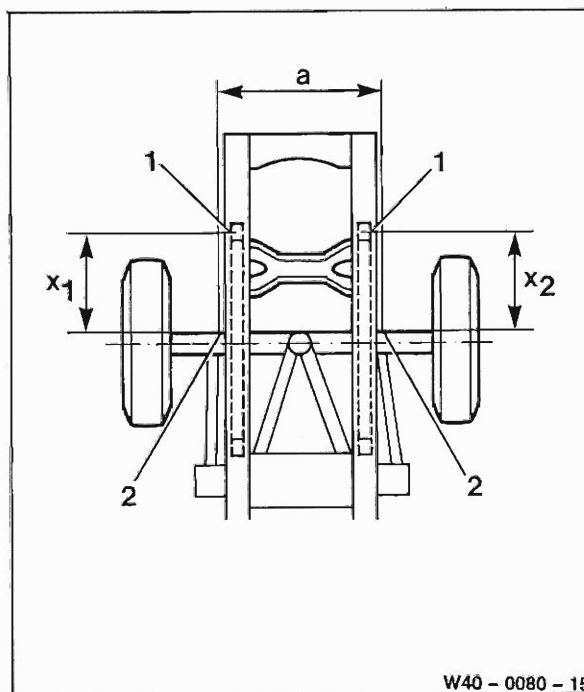
Der gewählte Meßpunkt muß auf der linken **und** rechten Rahmenseite vorhanden sein.

3 Maße x_1 und x_2 (in mm) messen und Differenz $d = x_1 - x_2$ (in mm) berechnen.

4 Maß a (in mm) ermitteln (Abstand der Meßpunkte auf dem Achskörper).

5 Wert d' (bei $a' = 1 \text{ m}$) ermitteln:

$$d' = \frac{d \text{ (mm)}}{a \text{ (mm)}} \cdot 1000 \text{ mm}$$



6 Bei Überschreiten der zulässigen Toleranz von 15 Winkelminuten, optische Vermessung durchführen (siehe „Schrägstand der Achsen messen (optisch)“).

Vergleiche nebenstehende Tabelle.

7 Schrägstand der zweiten Hinterachse in gleicher Weise bestimmen (Schritt 2 bis 6).

d' in mm (bei $a' = 1$ m)	Winkel α in Grad und Minuten
2,0	07'
3,0	10'
4,0	14'
4,4	15'
5,0	17'
10,0	34'
15,0	52'
20,0	1° 09'

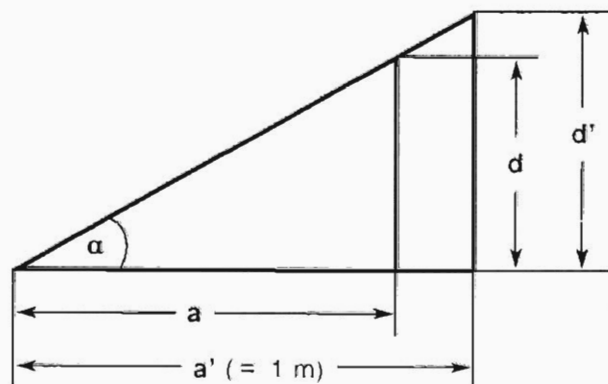
Umrechnungstabelle Schrägstand in
mm $\rightarrow$ Winkelminuten und Grad

Beispiel

$a = 910$ mm, $x_1 = 863$ mm, $x_2 = 860$ mm
 $d = 863 - 860 = 3$ mm

$$d' = \frac{3 \text{ mm}}{910 \text{ mm}} \cdot 1000 \text{ mm} = 3,3 \text{ mm}$$

d. h. Winkel α lt. Tabelle $< 15'$.



Hinweis zum Ausrichten der Achse:

- bei Luftfederung:
Differenz mit Beilagscheiben zwischen Längslenker und Fahrzeugrahmen ausgleichen.
- bei Stahlfederung:
Federbügel lösen und Achse entsprechend versetzen (lt. Werkstattliteratur) und Federschraube (Herzbolzen) prüfen.

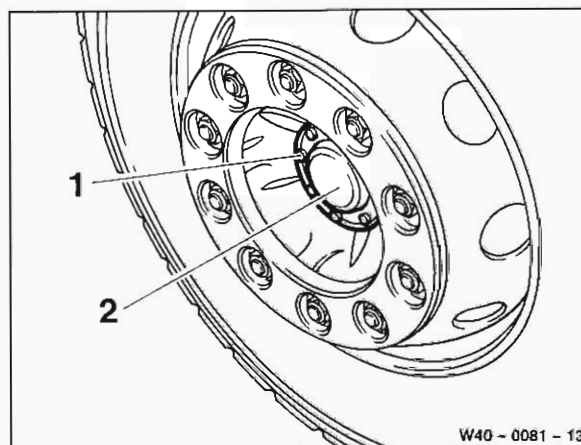
Radstandsmessung

Vorausgegangene Arbeiten

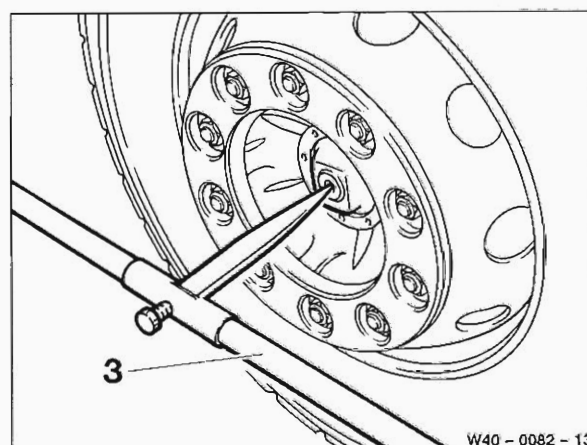
Die Vorderachse muß exakt in Stellung „Fahrt geradeaus“ stehen.

Radstände messen

1 An den Radnaben Sechskantschrauben (1) heraus-schrauben und Abdeckung (2) abnehmen.



2 Meßspitzen der Radstandlehre (3) an die Radnabenmittelpunkte ansetzen.



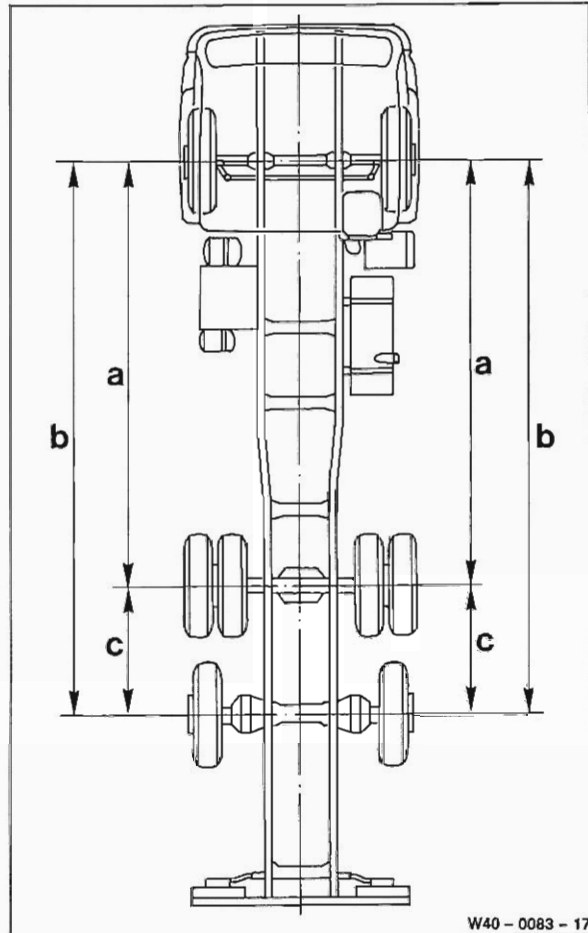
3 Der Vergleich der Radstände erfolgt zwischen:

- 1. Vorderachse und 2. Vorderachse links und rechts
- Vorderachse und 1. Hinterachse links und rechts
- Vorderachse und 2. Hinterachse links und rechts
- 1. Hinterachse und 2. Hinterachse links und rechts

Hinweis

Werden Unterschiede bei den einzelnen Vergleichen festgestellt, ist die Differenz zwischen linker und rechter Seite zu ermitteln.

Die zulässige Radstandsdifferenz der Achsen aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



W40 - 0083 - 17

4 Liegt der Radstand außerhalb der Toleranz:

4.1 Schrägstand der einzelnen Achsen ermitteln (siehe „Schrägstand der Achsen messen (optisch bzw. Überslagsmessung)“).

4.2 Eventuell schräg stehende Achsen lt. Werkstattdokumentation ausrichten.

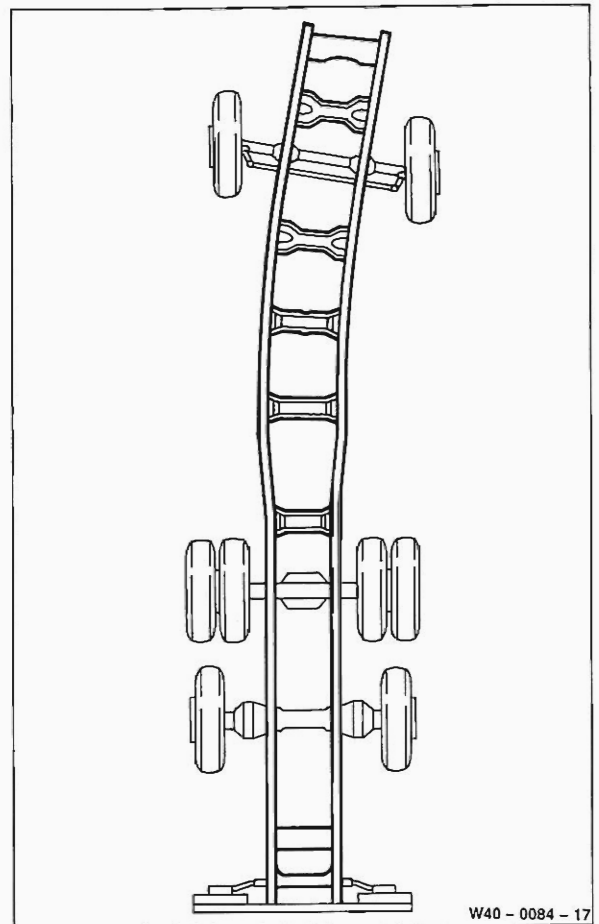
Hinweis

Wenn die Vorderachse ausgerichtet werden muß, ist anschließend unbedingt die Stellung „Fahrt geradeaus“ und die „Lenkmittelstellung“ einzustellen (siehe „Fahrt geradeaus einstellen“ und „Lenkmittelstellung kontrollieren“).

Allgemeines

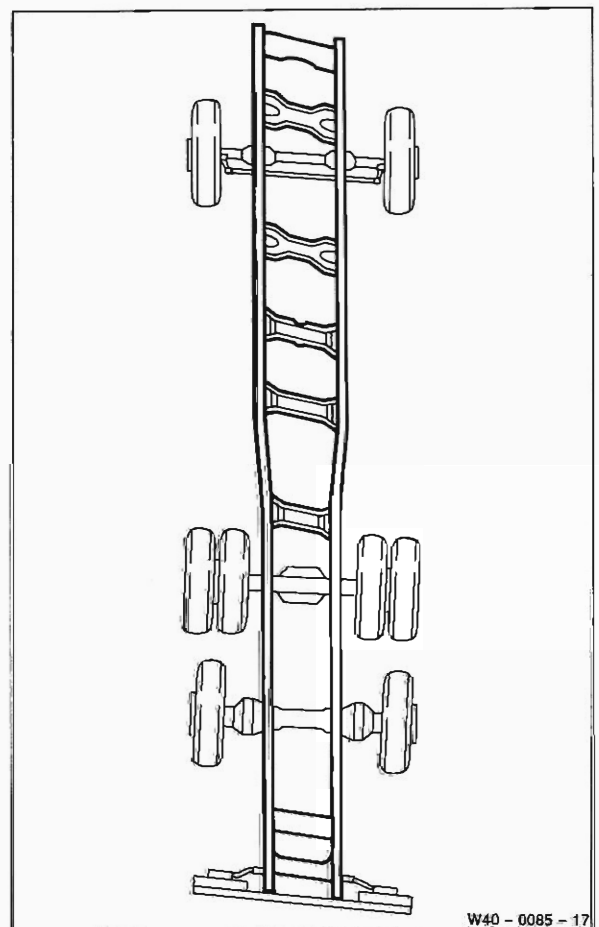
Seitenverbiegung des Rahmens

Seitliche Abweichung der Rahmenlängsträger von der konstruierten Form.



Diagonalverschiebung des Rahmens

Gegenläufige Verschiebung der Rahmenlängsträger in Längsrichtung.



Fahrzeugrahmen vermessen (mit Rahmenmeßblehren)

Vor und nach der Reparatur eines Rahmens auf einer Rahmenrichtanlage muß dieser exakt vermessen werden. Das Vermessen des Fahrzeugrahmens kann mit selbstzentrierenden Rahmenmeßblehren oder mit einfachen Hilfsmitteln durchgeführt werden.

Hinweis

Vermessen mit einfachen Hilfsmittel siehe „Fahrzeugrahmen vermessen (mit Hilfsmittel)“.

Die Rahmenmeßblehren (1) übertragen die Rahmenmitte auf die Meßspitzen (2) neben das Fahrzeug und stellen so ein schnelles und einfaches Hilfsmittel bei der Rahmenschaden Diagnose dar.

Folgende vier Kriterien werden geprüft:

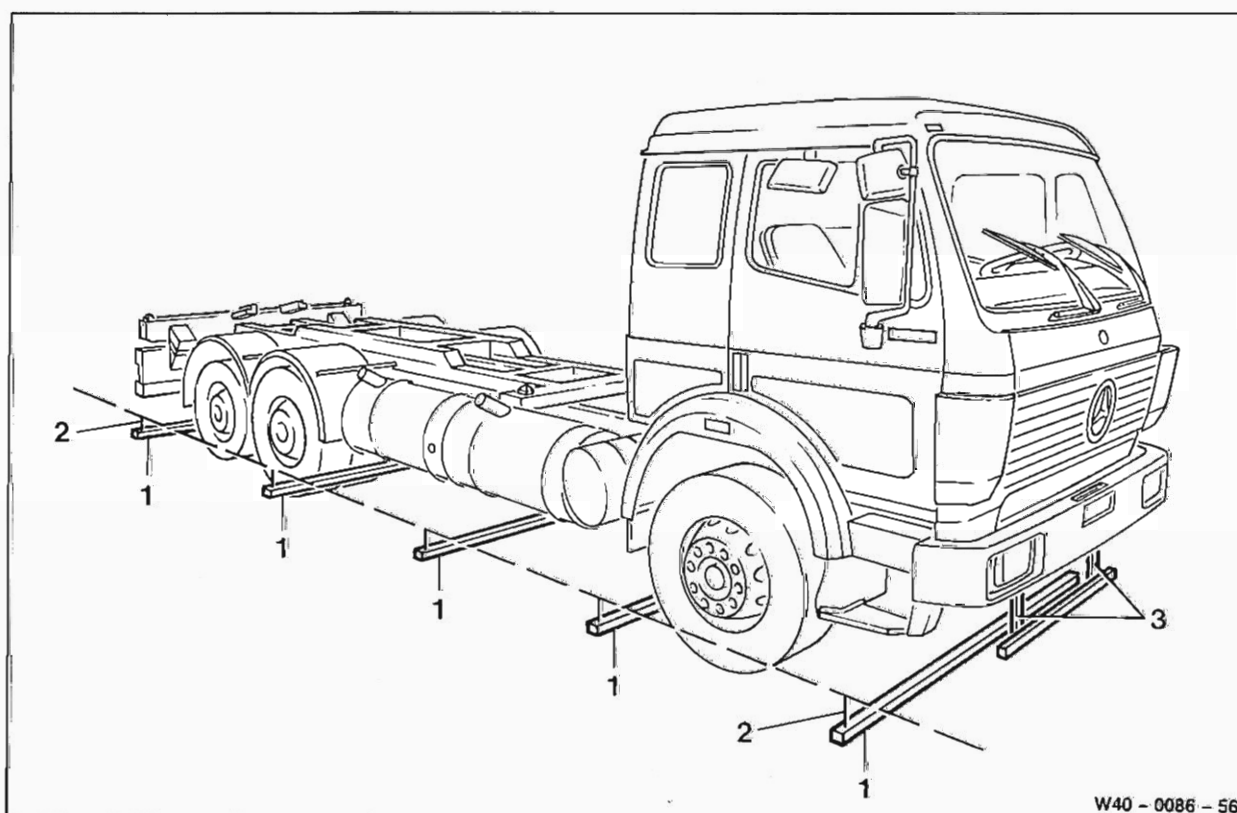
- Seitenverbiegung
- Durchbiegung
- Verwindung
- Diagonalverschiebung

Die Meßblehren werden an den Hängelinealen (3) am Rahmenuntergurt eingehängt und auf Anschlag an das Rahmenprofil geschoben. Die Anpassung der Lehre an die Rahmenbreite erfolgt selbstzentrierend. Die Meßblehren sind in der Höhe verstellbar, um alle Meßspitzen höhen- gleich einstellen zu können.

Die Hängelineale sind 600 mm lang und besitzen eine Skala zur Höheneinstellung. Die Lehren sind für Rahmenbreiten von 400 bis 1350 mm einsetzbar.

Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Sichtprüfung durchgeführt.
- 2 Optische Achsvermessung durchgeführt (siehe „Optische Achsvermessung“).



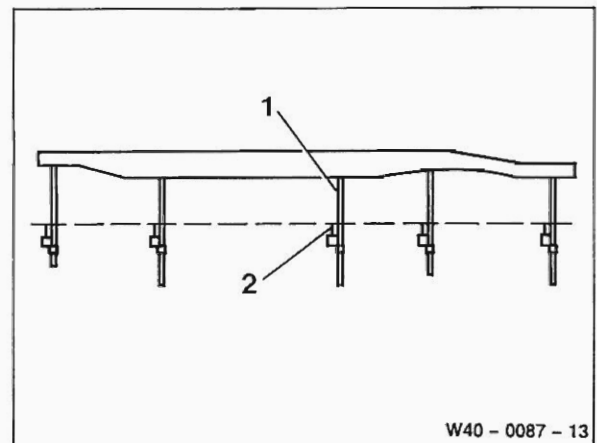
W40 - 0086 - 56

Vorbereitungen

- 1 Der Standplatz des Fahrzeugs (Meßplatz) für die Rahmenvermessung muß waagrecht sein und sollte mit einer Grube ausgerüstet sein. Beim Abstellen des Fahrzeugs auf dem Meßplatz darauf achten, daß der Fahrzeugrahmen nicht infolge enger Kurvenfahrt zum Standplatz verzogen ist.
- 2 Reifendruck überprüfen und gegebenenfalls richtigstellen.
- 3 Federn und Stoßdämpfer kontrollieren. Die Federn müssen gleich hoch sein.

Montage der Meßblehen

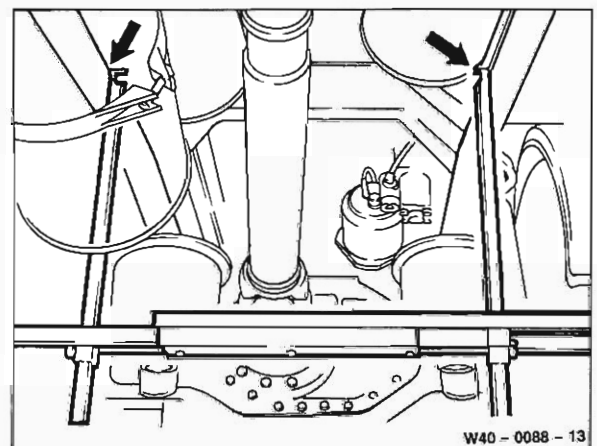
- 1 Die Länge der Hängelineale (1) der fünf Meßblehen so einstellen, daß alle Meßspitzen (2) auf gleichem Niveau liegen. Dazu die Maße des Rahmenuntergurt aus der Konstruktionszeichnung des Fahrzeugrahmens entnehmen.



- 2 Auflagepunkte der Meßblehen am Rahmenuntergurt (1) reinigen und auf Verformung prüfen (Ebenheit).
- 3 Fünf Meßblehen mit den Hängelinealen (2) am Rahmenuntergurt (1) einhängen und auf Anschlag an das Rahmenprofil schieben (Pfeil).

Hinweis

Zur Anordnung der fünf Meßblehen siehe Bild auf Seite „Fahrzeugrahmen vermessen (mit Rahmenmeßblehen)“.

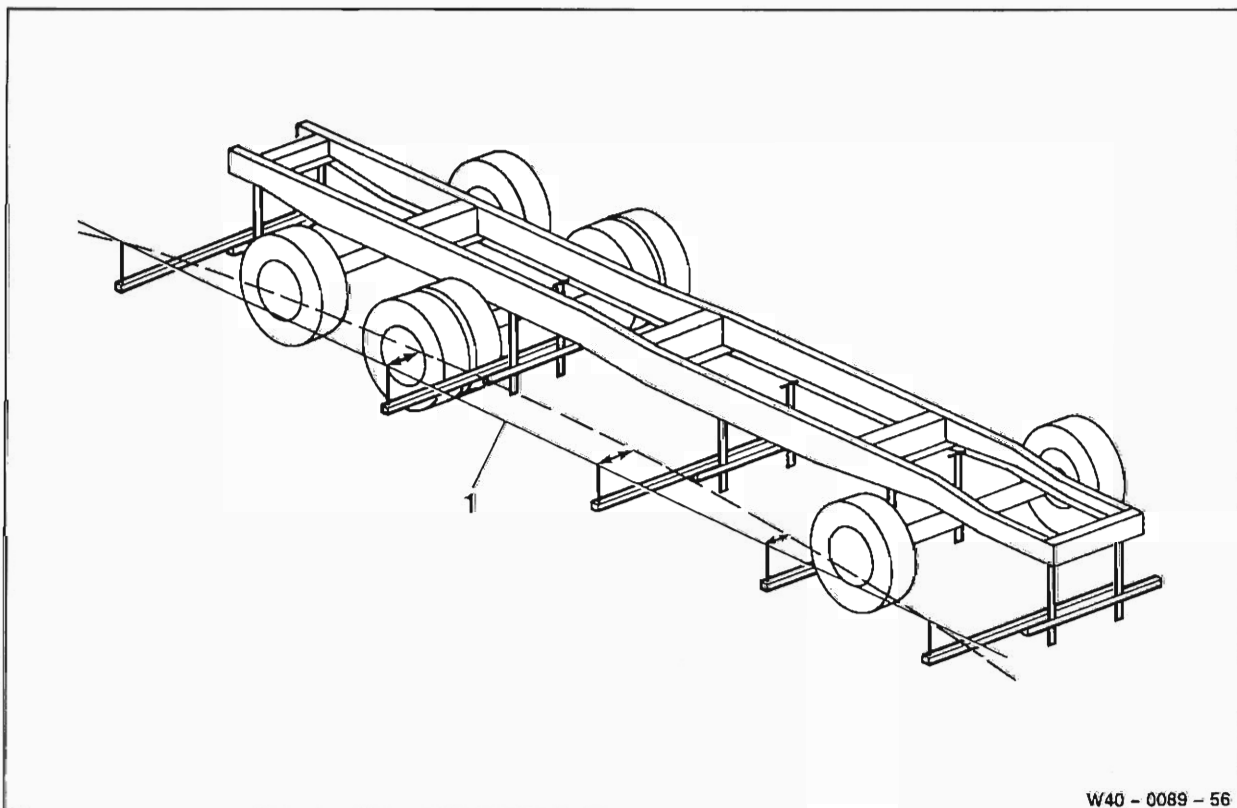


Seitenverbiegung des Rahmens messen

- 1 Richtschnur (1) von der ersten zur fünften Meßspitze spannen.
Die dazwischenliegenden drei Meßspitzen sollten in horizontaler Richtung ebenfalls an der Schnur anliegen.
- 2 Die Größe der Seitenverbiegung durch Messen des horizontalen Abstandes zwischen Schnur und Meßspitzen ermitteln.
- 3 Liegt die Seitenverbiegung außerhalb der Toleranz: Fahrzeugrahmen auf der Rahmenrichtanlage ausrichten.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



Durchbiegung und Verwindung des Rahmens messen

1 Richtschnur (1) von der ersten zur fünften Meßspitze spannen.
Die dazwischenliegenden drei Meßspitzen sollten in vertikaler Richtung ebenfalls an der Schnur anliegen.

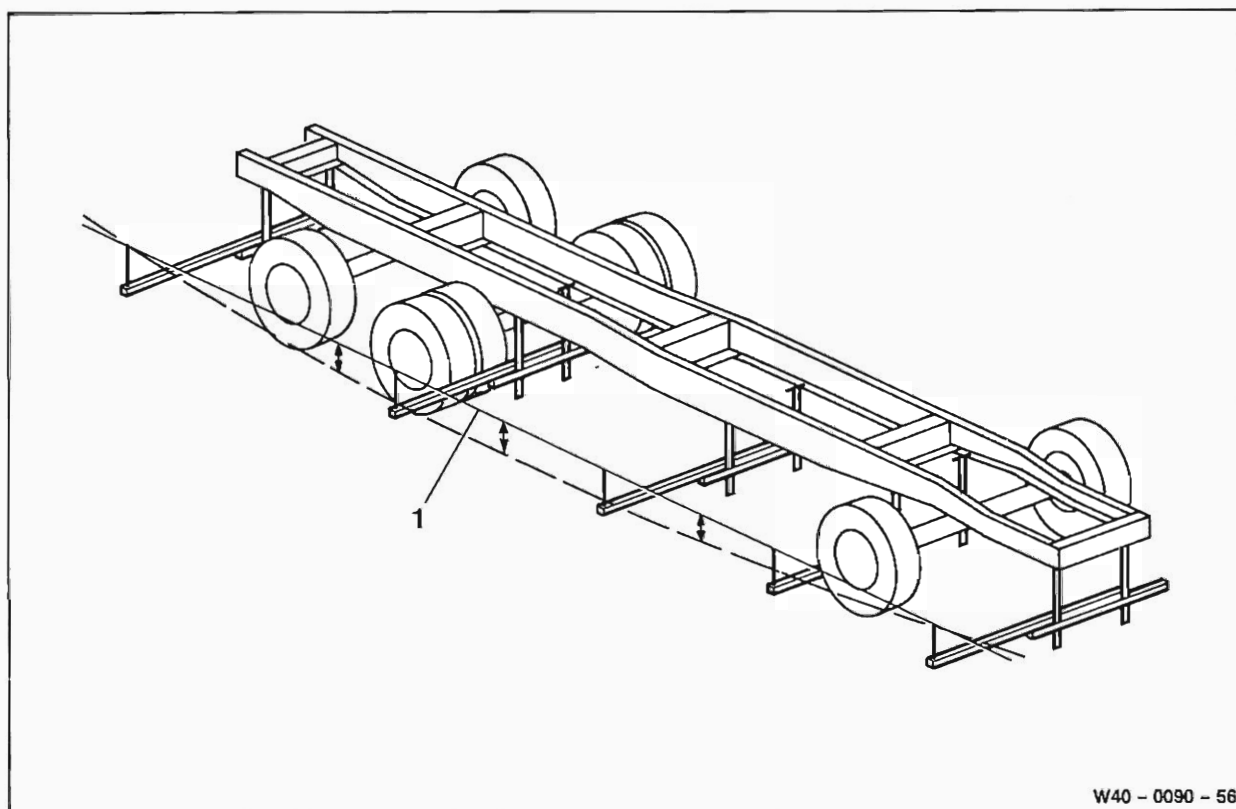
2 Größe der Durchbiegung durch Messen des vertikalen Abstandes zwischen Schnur und Meßspitzen ermitteln.

Hinweis

Auf eine Länge von 5 m darf der Abstand zum Obergurt max. 2 mm pro 1 m betragen.

3 Meßwerte in das Meßblatt „Rahmenvermessung – Durchbiegung, Verwindung“ eintragen (Fußnoten auf dem Meßblatt beachten).

4 Eingetragene Maße auf das Meßdiagramm übertragen.



W40 – 0090 – 56

- 5 Stehen einzelne Meßlehren schräg nach unten, liegt eine Verwindung des Rahmens vor.
- 6 Liegen Durchbiegung und Verwindung außerhalb der Toleranz: Fahrzeugrahmen auf der Rahmenrichtanlage ausrichten.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.

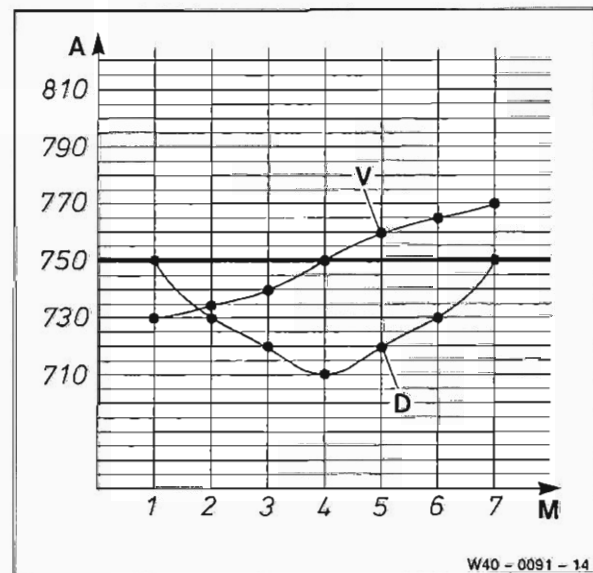
Beispiel für Meßdiagramm

Durch das Übertragen der Maße in das Meßdiagramm wird der vorliegende Schaden ersichtlich.

Beurteilung des Meßdiagramms:

- Rahmenverwindung liegt vor, bei Vorzeichenwechsel von vorne nach hinten.
- Durchbiegung liegt vor, bei parabelförmiger Kurve.

- A Abstand (in mm)
 M Meßpunkt
 V Rahmenverwindung
 D Rahmendurchbiegung

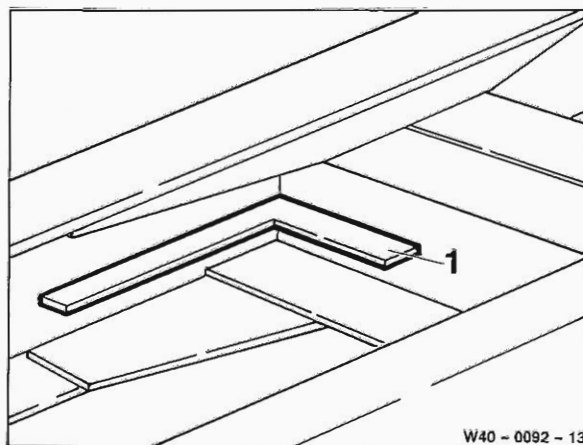


Diagonalverschiebung ermitteln

1 Rechten Winkel der Rahmenlängsträger zu den Rahmenquerträgern mit Winkel (1) prüfen.

Hinweis

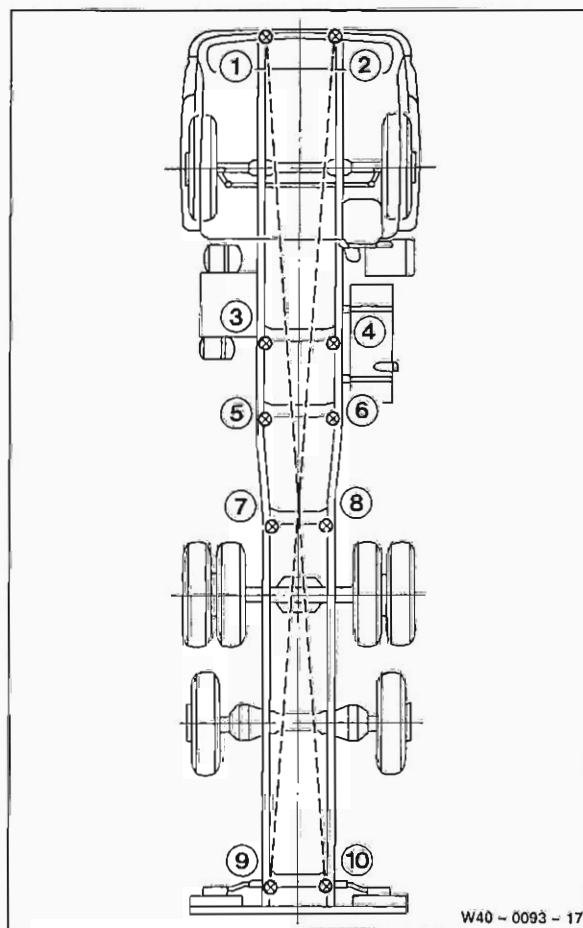
Der Rahmensteg muß zu beiden Rahmengurten rechtwinklig stehen.



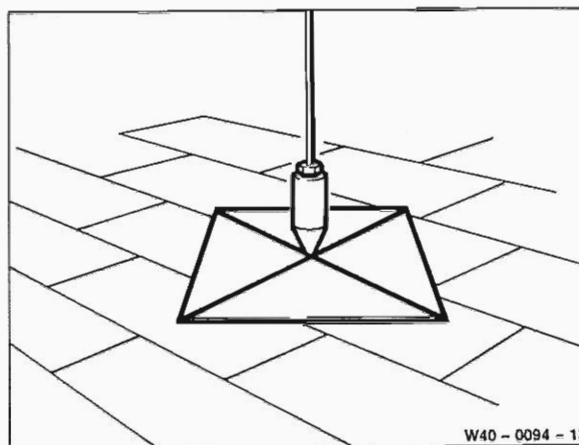
2 Lotschnur in den Ecken, gebildet durch die Rahmenlängsträger und den Rahmenquerträger, anlegen und zur Standfläche loten (Meßpunkte 1 bis 10).

Hinweis

Lot nur an identischen Rahmenpunkten der linken und rechten Fahrzeugseite anlegen.



- 3 Lot auf der Standfläche markieren.
- 4 Fahrzeug vom Meßplatz fahren.



5 Länge der Diagonalen zwischen den Meßpunkten gemäß „Meßblatt Rahmenvermessung – Diagonalverschiebung“ mit einem dehnungsfreien Maßband vermessen.

6 Ermittelte Längen in das Meßblatt eintragen. Der Längenvergleich zwischen den Diagonalen der einzelnen Meßschritte gibt Hinweise auf den Grad der Rahmenverschiebung.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.

7 Liegt eine Diagonalverschiebung vor, kann nicht ausgerichtet werden. Der Fahrzeugrahmen muß ausgesondert werden.

Fahrzeugrahmen vermessen (mit Hilfsmitteln)

Vor und nach der Reparatur eines Rahmens auf einer Rahmenrichtanlage muß dieser exakt vermessen werden. Das Vermessen des Fahrzeugrahmens kann mit einfachen Hilfsmitteln oder mit selbstzentrierenden Rahmenmeßlehren durchgeführt werden.

Hinweis

Vermessen mit Rahmenmeßlehren siehe Seite „Fahrzeugrahmen vermessen (mit Rahmenmeßlehren)“.

Die Messung mit Hilfsmitteln muß in Werkstätten durchgeführt werden, die nicht mit Rahmenmeßlehren ausgerüstet sind.

Folgende vier Kriterien werden geprüft:

- Seitenverbiegung
- Durchbiegung
- Verwindung
- Diagonalverschiebung

Vorausgegangene Arbeiten

- 1 Sichtprüfung durchgeführt.
- 2 Optische Achsvermessung durchgeführt (siehe „Optische Achsvermessung“).

Vorbereitungen

- 1 Der Standplatz des Fahrzeugs (Meßplatz) für die Rahmenvermessung muß waagrecht sein und sollte mit einer Grube ausgerüstet sein. Beim Abstellen des Fahrzeugs auf dem Meßplatz darauf achten, daß der Fahrzeugrahmen nicht infolge enger Kurvenfahrt zum Standplatz verzogen ist.
- 2 Reifendruck überprüfen und gegebenenfalls richtigstellen.
- 3 Federn und Stoßdämpfer kontrollieren. Die Federn müssen gleich hoch sein.

4 Hilfsmittel vorbereiten bzw. bereitstellen:

- 2 Meßplatten (Holz), Länge ca. 1100 mm
- 2 Schraubzwingen
- lange Schnur (ca. 10 m)
- langes Meßlineal
- Wasserwaage
- Meterstab
- Winkel
- Lot

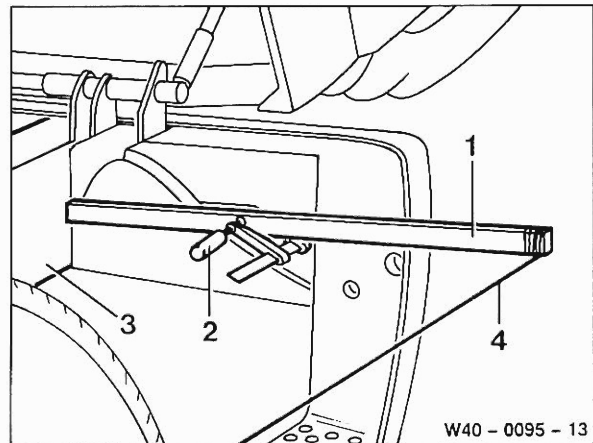
Seitenverbiegung des Rahmens messen

1 Schnurgerüst aufbauen:

Hinweis

Wenn genügend Personal zur Verfügung steht, kann auf das Anbringen der Meßplatten mit den Schraubzwingen verzichtet werden. In diesem Fall müssen zwei Personen die Meßplatten während der Messung an das Fahrzeug halten.

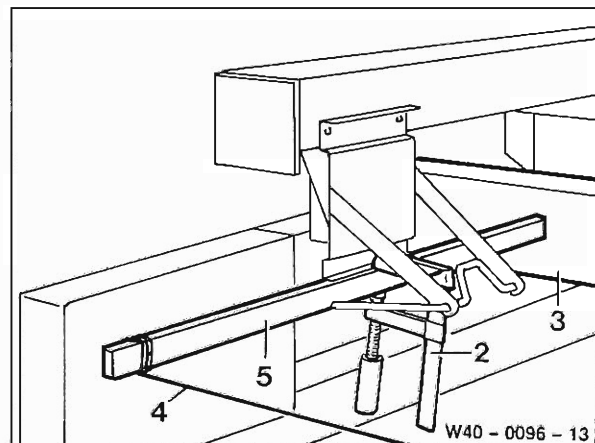
1.1 Vordere Meßplatte (1) mit Schraubzwinge (2) am Fahrzeug anbringen (am Rahmen (3) anlegen).



1.2 Hintere Meßplatte (5) mit Schraubzwinge (2) am Fahrzeug anbringen (am Rahmen (3) anlegen).

1.3 Schnur (4) zwischen den Meßplatten spannen. Abstand der Schnur zum Fahrzeugrahmen wie folgt einrichten:

- bei geradem Rahmen: vorne und hinten 1000 mm
- bei gekröpftem Rahmen: vorne 1000 mm, hinten 1070 mm.



2 Seitenverbiegung ermitteln:

2.1 Abstand der Schnur (4) zum Rahmen an mehreren Stellen mit Meterstab messen.

Hinweis

Die Meßpunkte (siehe „Rahmenmeßblatt – Seitenverbiegung“) sollten möglichst an den Befestigungspunkten der Rahmenquerträger liegen.

Nicht in Traversen- oder Knotenblechbereichen messen, da Rahmenverformungen möglich sind.

2.2 Werte in das Rahmenmeßblatt eintragen.

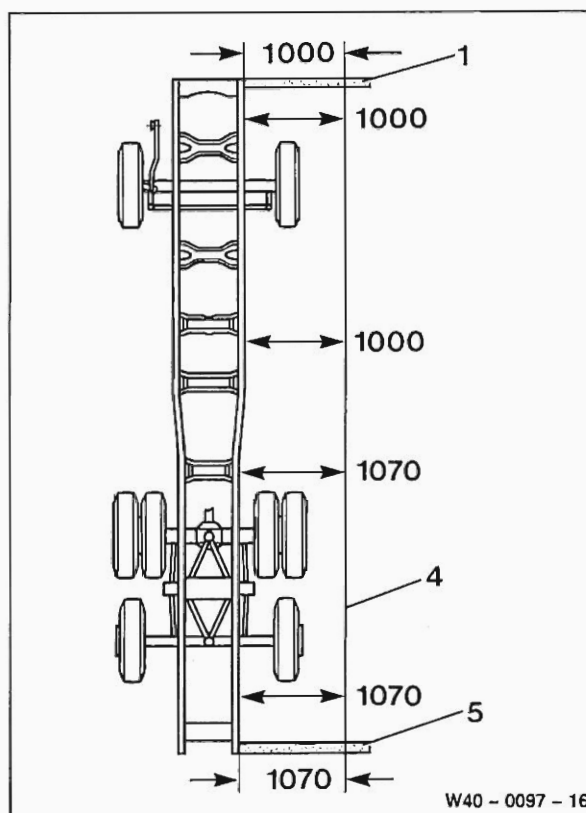
2.3 Schnurgerüst (1, 4, 5) auf die andere Fahrzeugseite ummontieren.

2.4 Werte auf der zweiten Fahrzeugseite messen und in das Meßblatt eintragen.

3 Liegt die Seitenverbiegung außerhalb der Toleranz: Fahrzeugrahmen auf der Rahmenrichtanlage ausrichten.

Hinweis

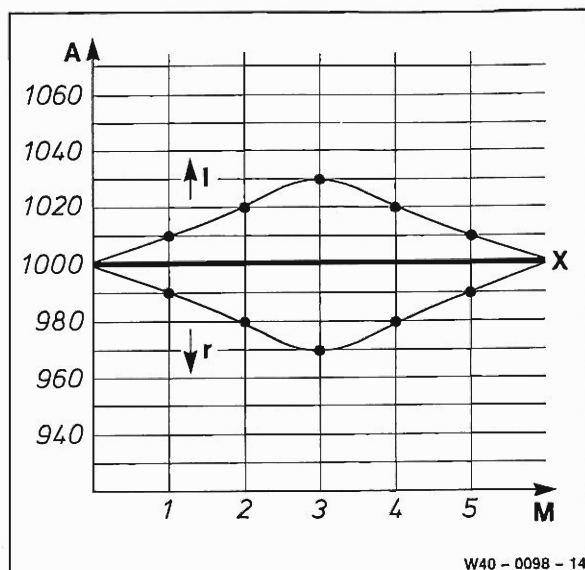
Zul. Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



Beispiel für Meßdiagramm

Durch das Übertragen der Meßwerte in das „Meßdiagramm – Seitenverbiegung“ wird die Form der Seitenverbiegung verdeutlicht. Diese Form im Diagramm ergibt sich durch die Verbindung der Schnittpunkte.

- A Abstand (in mm)
- M Meßpunkt
- l linke Seite
- r rechte Seite
- X Länge der Latte



Durchbiegung und Verwindung (Verdrehung) des Rahmens messen

Voraussetzung für diese Messung ist, daß der Grubenrand absolut eben und waagrecht ist. Ansonsten Meßlineal quer unter das Fahrzeug legen und mit Wasserwaage ausrichten.

Die Messung erfolgt an beiden Rahmenseiten von der Rahmenunterkante aus zur horizontal liegenden Standfläche.

1 Meterstab am äußeren Rahmenlängsträger in Höhe der Rahmenquerträger anlegen und Abstände (Meßpunkte 1 - 7) gemäß Meßblatt „Rahmenvermessung – Durchbiegung, Verwindung“ messen.

Hinweis

Die unterschiedlichen Profilhöhen und -formen des Rahmenlängsträgers sind dabei zu berücksichtigen.

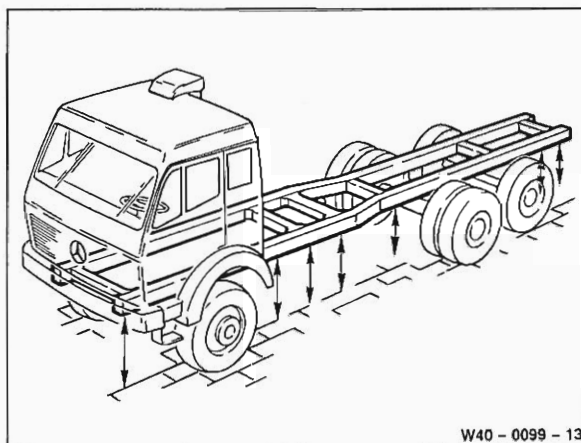
2 Abstände in das Meßblatt „Rahmenvermessung – Durchbiegung, Verwindung“ eintragen.

3 Eingetragene Maße auf das Meßdiagramm übertragen.

4 Ist eine Verwindung vorhanden (Vorzeichenwechsel von vorne nach hinten) und liegt diese außerhalb der Toleranz: Fahrzeugrahmen auf der Rahmenrichtanlage ausrichten.

Hinweis

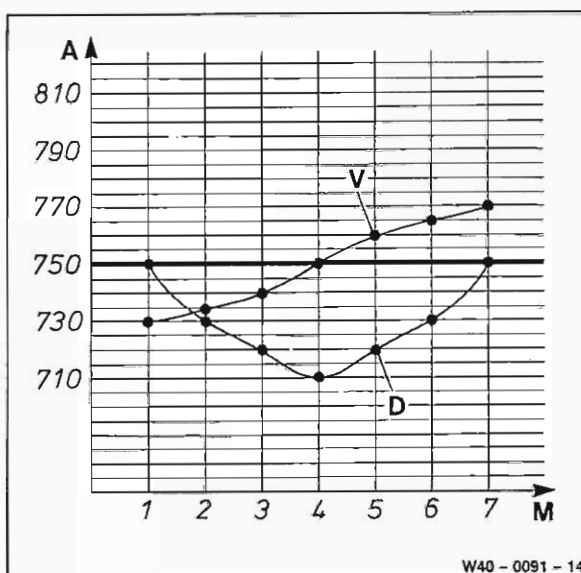
Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.



Beispiel für Meßdiagramm

Durch das Übertragen der Maße in das Meßdiagramm wird der vorliegende Schaden ersichtlich.

- A Abstand (in mm)
- M Meßpunkt
- V Rahmenverwindung
- D Rahmendurchbiegung



Beurteilung des Meßdiagramms

- Rahmenverwindung liegt vor, bei Vorzeichenwechsel von vorne nach hinten.
- Durchbiegung liegt vor, bei parabelförmiger Kurve.
- Hängt der Rahmen auf seiner gesamten Länge nach links oder rechts, ist keine Verwindung bzw. Durchbiegung vorhanden. In diesem Fall liegt die Ursache in falschem Reifendruck, defekter Federung oder ungleichmäßigem Beladungszustand.

Andere Möglichkeiten zur Überprüfung der Rahmendurchbiegung

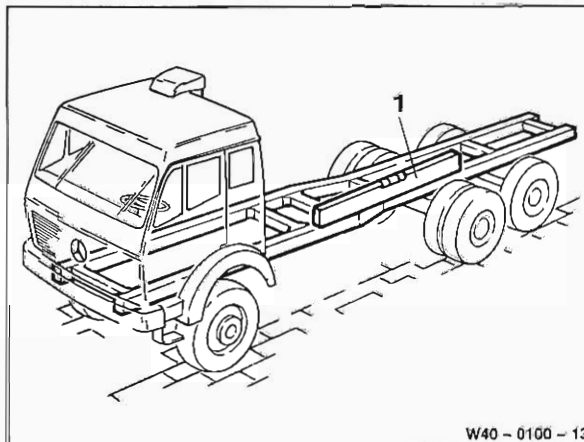
1 Eventuell vorhandene Rahmenaufbauten demontieren (Hilfsrahmen).

2 Kontrolle mit einer Wasserwaage:

2.1. Große Wasserwaage (1) auf den Längsträger auflegen und Durchbiegung feststellen.

2.2 Schauckelt die Wasserwaage, ist der Rahmen nach oben durchgebogen.

2.3 Tritt zwischen Wasserwaage und Rahmenmitte ein Spalt auf, ist der Rahmen nach unten durchgebogen.



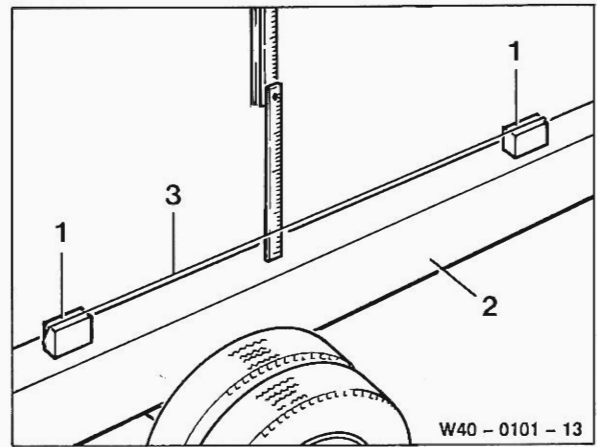
W40 - 0100 - 13

3 Kontrolle mit einer Richtschnur:

3.1 Zwei gleiche Abstandsklötzchen (1) auf die Längsträger (2) aufsetzen und Schnur (3) spannen.

3.2 An mehreren Stellen mit Meßstab messen. Unterschiedlicher Schnurabstand zeigt Lage und Größe einer bestehenden Durchbiegung an.

4 Rahmenaufbauten wieder montieren.

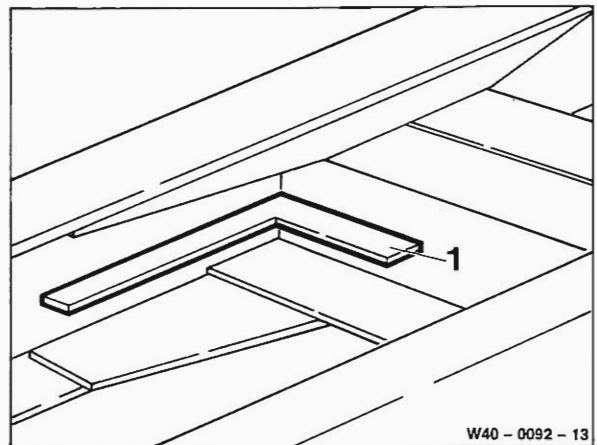


Diagonalverschiebung ermitteln

1 Rechten Winkel der Rahmenlängsträger zu den Rahmenquerträgern mit Winkel (1) prüfen.

Hinweis

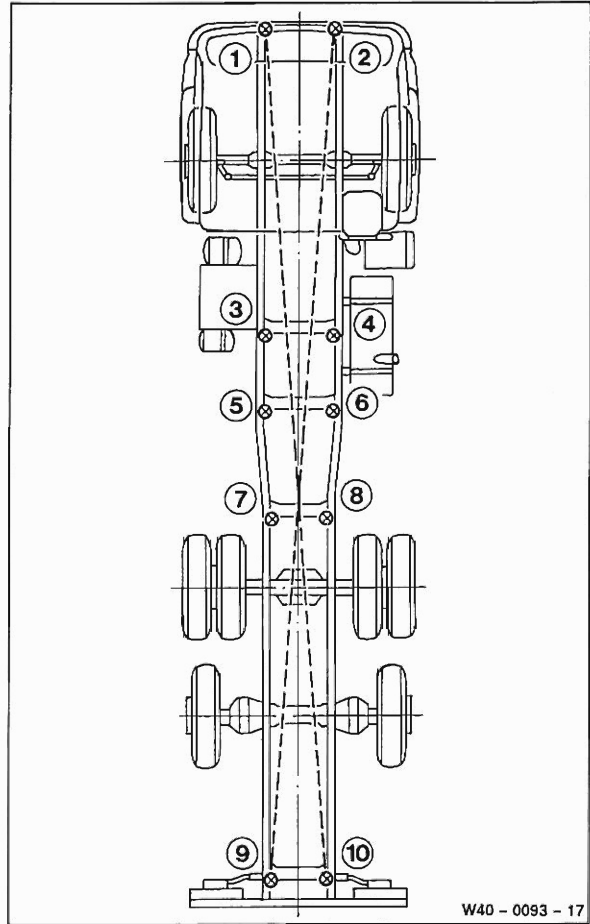
Der Rahmensteg muß zu beiden Rahmengurten rechtwinklig stehen.



2 Lotschnur in den Ecken, gebildet durch die Rahmenlängsträger und den Rahmenquerträger, anlegen und zur Standfläche loten (Meßpunkte 1 bis 10).

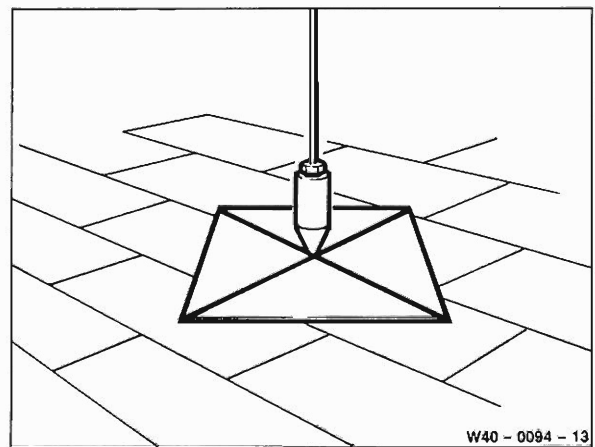
Hinweis

Lot nur an identischen Rahmenpunkten der linken und rechten Fahrzeugseite anlegen.



3 Lot auf der Standfläche markieren.

4 Fahrzeug vom Meßplatz fahren.



5 Länge der Diagonalen zwischen den Meßpunkten gemäß „Meßblatt Rahmenvermessung – Diagonalverschiebung“ mit einem dehnungsfreien Maßband vermessen.

6 Ermittelte Längen in das Meßblatt eintragen. Der Längenvergleich zwischen den Diagonalen der einzelnen Meßschritte gibt Hinweise auf den Grad der Rahmenverschiebung.

Hinweis

Zulässige Toleranz aus der Tabelle „Zulässige Toleranzwerte“ entnehmen.

7 Liegt eine Diagonalverschiebung vor, kann nicht ausgerichtet werden. Der Fahrzeugrahmen muß ausgesondert werden.



Meßblatt für Fahrzeugvermessung



Niederlassung / Vertretung

Kunde

Fahrzeug-Ident.-Nr.

Rep.-Auftrag-Nr.

Messung ausgeführt: Datum / Name

Tag

Betriebs-Nr.

Amtliches Kennzeichen

Erstzulassung

Typ

Tachometerstand: km / Meilen

Beanstandung bzw. Grund der Vermessung

Fahrzeugausrüstung

Reifen: Fabrikat

Bezeichnung

Größe

Laufstrecke km / Meilen

Reifenprüfung

Vor Beginn des Meßvorganges: Spiel der Radlager und Lenkorgane kontrollieren, Reifendruck richtig stellen, Fahrzeug in fahrbereiten Zustand bringen.

		1. VA		2. VA		1. HA		2. HA	
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Gemessen. Reifend. (kalte Rf.) bar/psi									
Gemess. Profiltiefe mm	außen								
	Mitte								
	innen								
Reifenhöhlenschlag	mm								
Felgenseitenschlag	mm								

Vorderräder

		vor der Korrektur				nach der Korrektur			
		1. VA		2. VA		1. VA		2. VA	
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Gesamtpur (+/-)	Grad / mm								
Laufrichtung zur Lenkmitte	Grad / mm								
Sturz (+/-)	Grad								
Nachlauf	Grad								
Spreizung	Grad								
Spurdifferenzwinkel (Linkseinschlag)	Grad	20°				20°			
Spurdifferenzwinkel (Rechteseinschlag)	Grad		20°				20°		
Lenkeinschlag max.	Grad								

Hinterräder

		vor der Korrektur				nach der Korrektur			
		1. HA		2. HA		1. HA		2. HA	
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Gesamtpur (+/-)	Grad / mm								
Sturz (+/-)	Grad								

Hinweise zur Fahrzeugvermessung siehe Reparatur-Anleitung, Tabellenbucher und aktuelle Fehlersuche
Für zusätzliche Messungen, z. B. an Unfall- bzw. unfallverdächtigen Fahrzeugen Rückseite beachten!

Zusätzliche Fahrzeugvermessung bei Unfall- bzw. unfallverdächtigen Fahrzeugen: Achsstandmessungen

Hinterachse

	1. Achse	2. Achse
Seitenversatz	mm nach ☐ links ☐ rechts	mm nach ☐ links ☐ rechts
Schrägstand	' nach ☐ links ☐ rechts	' nach ☐ links ☐ rechts

Vorderachse

	1. Achse	2. Achse
Seitenversatz	mm nach ☐ links ☐ rechts	mm nach ☐ links ☐ rechts
Schrägstand	' nach ☐ links ☐ rechts	' nach ☐ links ☐ rechts

Radstand-Differenz

Hinter- zur Vorderachse	mm links ☐ kürzer ☐ länger
Zwischen den Hinterachsen	mm links ☐ kürzer ☐ länger
Zwischen den Vorderachsen	mm links ☐ kürzer ☐ länger

Parallelität der Achsen

Hinterachsparallelität	Schrägstand der 1. HA Schrägstand der 2. HA	} Gesamt- winkel =
Parallelität Vorder- zur Hinterachse	Schrägstand VA Schrägstand HA	} Gesamt- winkel =

Anmerkungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Meßblatt für Rahmenvermessung



Niederlassung / Vertretung

Kunde

Fahrzeug-Ident.-Nr.

Rep.-Auftrag-Nr.

Messung ausgeführt: Datum / Name

Tag

Betriebs-Nr.

Ämtliches Kennzeichen

Erstzulassung

Typ

Tachometerstand km / Meilen

Beanstandung bzw. Grund der Vermessung

Fahrzeugausrüstung

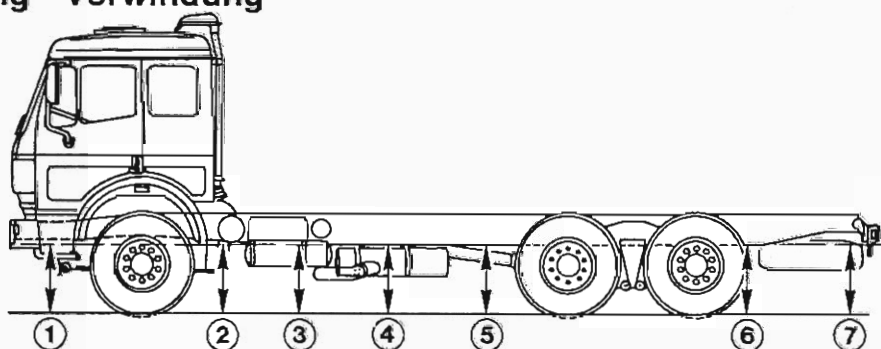
Reifen: Fabrikat

Bezeichnung

Größe

Laufstrecke km / Meilen

Durchbiegung - Verwindung

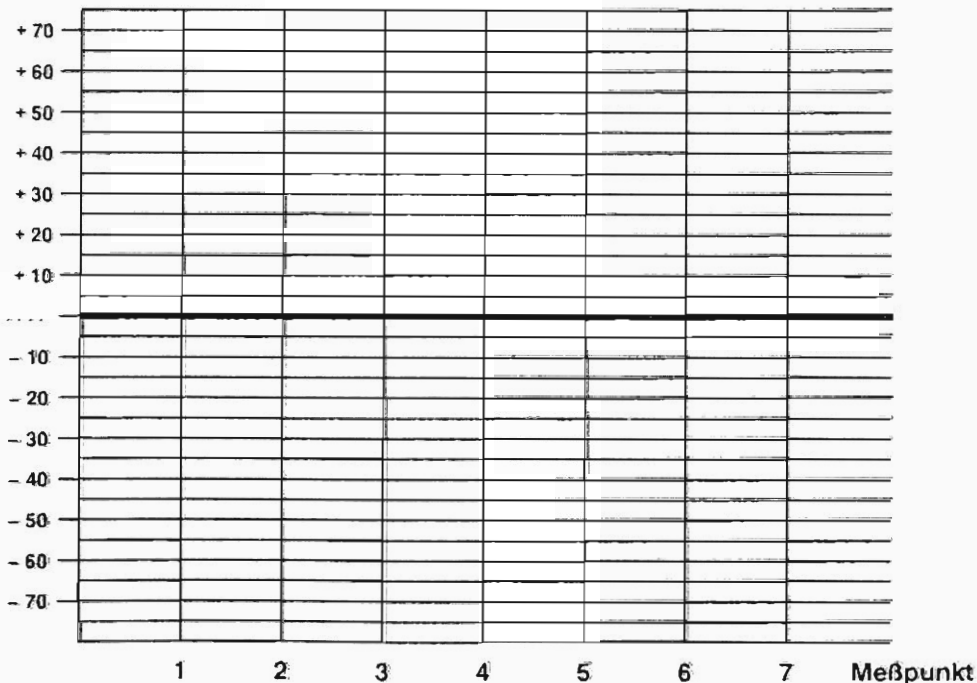


W40 - 0102

Meßpunkt	1	2	3	4	5	6	7
rechte Seite Abstand (mm)							
linke Seite Abstand (mm)							

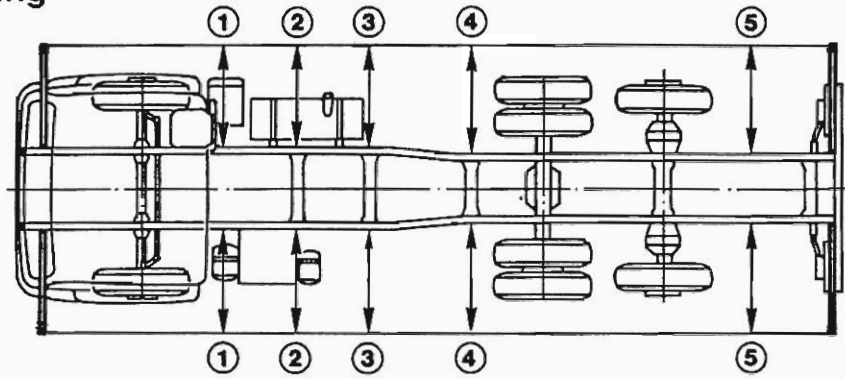
Abstand
(mm)

Meßpunkt 4



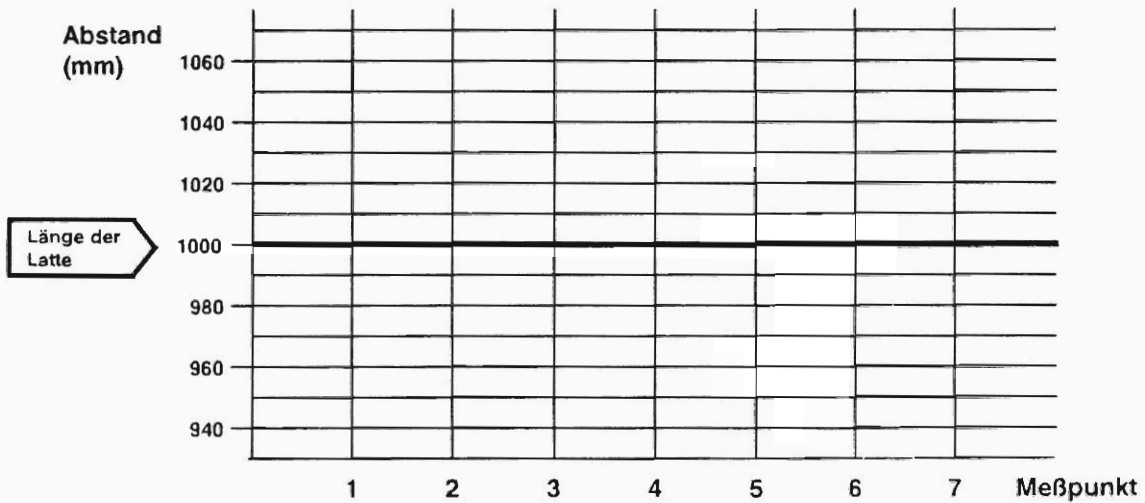
- Abstände Rahmen - Boden in obere Tabelle eintragen
- Abweichungen vom Bezugsmaß (Maß am Meßpunkt 4) in das Diagramm abtragen

Seitenverbiegung



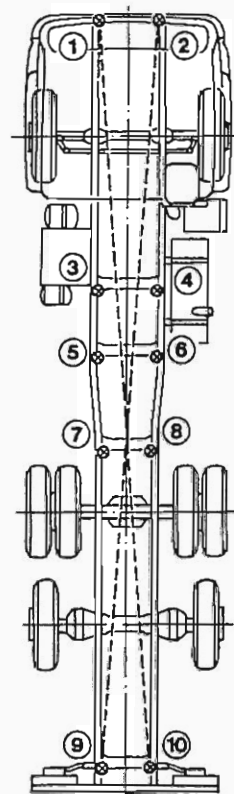
W40 - 0103

Meßpunkt	1	2	3	4	5
rechte Seite Abstand (mm)					
linke Seite Abstand (mm)					



Diagonalverschiebung

Meßschritt	Meßpunkt	Abstand (mm)
1	1 und 10	
	2 und 9	
2	1 und 8	
	2 und 7	
3	1 und 4	
	2 und 3	
4	3 und 6	
	4 und 5	
5	5 und 8	
	6 und 7	
6	7 und 10	
	8 und 9	



W40 - 0093 - 17

