



# TECHNISCHES GRUNDBUCH

OPEL

KUGELUMLAUFLENKUNG  
MIT VORDERRADEINSTELLUNG  
RÄDER UND REIFEN

ADAM OPEL AKTIENGESELLSCHAFT · RUSSELSHEIM AM MAIN



# Technisches Grundbuch

## Kugelumlauflenkung mit Vorderradeinstellung

### Räder und Reifen

Ausgabe Oktober 1962

**ADAM OPEL AKTIENGESELLSCHAFT · RÜSSELSHEIM AM MAIN**

Nachdruck oder Übersetzung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der Adam Opel Aktiengesellschaft nicht gestattet. Alle Rechte nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben der Adam Opel Aktiengesellschaft ausdrücklich vorbehalten.

KTA-704

# E I N F Ü H R U N G

Dieses Technische Grundbuch behandelt die Kugelumlauf Lenkung mit Vorderradeinstellung ab Beginn der P-Modelle. Es enthält alle Arbeiten, z. B. an Zusammenbauten oder Aggregaten, die nicht an einen bestimmten Fahrzeugtyp gebunden sind. Arbeiten, die nach Fahrzeugtyp unterschiedlich sind, z. B. Aus- und Einbau aus dem Fahrzeug – also typgebundene Arbeiten –, müssen dem Werkstatt-Handbuch „Fahrwerk und Triebwerk“ des jeweiligen Typs entnommen werden.

Nach den Anweisungen für die Kugelumlauf Lenkung mit Vorderradeinstellung sind noch diejenigen für Räder und Reifen in diesem Technischen Grundbuch aufgenommen.

Da die Einstell- und Einbauhinweise, Bezeichnung der Öle, Fette und Dichtungsmittel mit deren Verwendungszweck, Drehmomentrichtwerte sowie die Nummern der Spezial-Werkzeuge, die für den jeweiligen Arbeitsvorgang benötigt werden, Änderungen unterliegen, sind diese nur im typgebundenen Werkstatt-Handbuch enthalten.

Das Technische Grundbuch bietet den Vorteil, daß hierin Arbeitsanweisungen für bestimmte Zusammenbauten bzw. Aggregate als Grundarbeiten (Daueranweisungen) festgelegt sind, die unabhängig von dem Fahrzeugtyp sind, in welchem diese Zusammenbauten verwendet werden. Die Werkstatt-Handbücher enthalten nur Arbeiten, die typgebunden sind, so daß ihr Studium wesentlich vereinfacht und zeitsparend ist, da sich der Monteur nur mit den typgebundenen Arbeiten, Wertangaben und den Nummern der Spezial-Werkzeuge für den betreffenden Fahrzeugtyp neu vertraut machen muß.

Bei etwaigen Fragen, die sich beim Lesen des Technischen Grundbuches ergeben sollten, ist die erklärende Auskunft von der Kundendienst Technischen Abteilung der Adam Opel Aktiengesellschaft, Rüsselsheim am Main, einzuholen.

---

Die im Text vorhandenen, eingeklammerten Zahlen, die durch einen Schrägstrich getrennt sind, verweisen auf das jeweilige Bild. Die erste Zahl bedeutet die Bild-Nummer, die zweite Zahl die Hinweiszahl in dem betreffenden Bild, z. B. (27/3) bedeutet Bild 27, Position 3.

# INHALTSVERZEICHNIS

Arbeitstext	Seite
<b><u>Kugelumlauf Lenkung mit Vorderradeinstellung</u></b>	
<b>Lenkung nach- bzw. einstellen</b>	
Einstellung der Lenkung (Lenkung ausgebaut) . . . . .	9
Einstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschrauben- lagerung . . . . .	10
Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter . . .	13
Längsspiel der Lenkstockwelle mit Scheibe ausgleichen (Lenkung eingebaut) . . . . .	14
Nachstellung der Lenkung (Lenkung eingebaut) . . . . .	6
Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschrauben- lagerung . . . . .	7
Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter . . .	8
<b>Instandsetzungsarbeiten an der Lenkung</b>	
Blinker-Rückstellstifte in Lenkrad einpressen (Lenkrad ausgebaut) . . . . .	19
Buchsen für Lenkstockwelle im Lenkgehäuse ersetzen (Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut und Lenkgetriebe zerlegt) . . . . .	32
Kugellager für Lenkspindel im Blinkerschaltergehäuse bzw. im oberen Lagergehäuse ersetzen (Blinkerschalter bzw. oberes Lagergehäuse mit Blinkerschalter ausgebaut) . . .	20
Kugellagerring für Lenkspindel bzw. Lenkschraube im Lenk- gehäuse und in Lagerstellkappe ersetzen (Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut und Lenkgetriebe zerlegt) . . . . .	35
Lenkgetriebe zerlegen und zusammenbauen (Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut) . . . . .	22
Lenkmutter an Lenkspindel bzw. Lenkschraube ab- und an- bauen . . . . .	29
Lenkrad aus- und einbauen . . . . .	16
Öldichtring im Lenkgehäusehals ersetzen (Lenkung eingebaut) . . . . .	37
<b>Lenkgestänge</b>	
Lenkstockhebel aus- und einbauen . . . . .	45
Lenkzwischenhebel-Zusammenbau aus- und einbauen . . .	43
Linke oder rechte Spurstange aus- und einbauen . . . . .	40
Linke oder rechte Spurstange zerlegen und zusammen- bauen (Spurstange ausgebaut) . . . . .	41
Mittlere Spurstange aus- und einbauen . . . . .	39
<b>Vorderradeinstellung</b>	
Allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen	53
Lenkungsgeometrie . . . . .	46
Vorderradstellung . . . . .	47
Radsturz . . . . .	49
Vorspur . . . . .	50
Spreizung . . . . .	51
Nachlauf . . . . .	52

Arbeitstext	Seite
Nachlauf und Sturz der Vorderräder prüfen und einstellen	56
Vorderradeinschlag prüfen und einstellen . . . . .	59
Vorspur der Vorderräder prüfen und einstellen . . . . .	54
Vorspur auf Taktstand prüfen und einstellen . . . . .	56
<b><u>Räder und Reifen</u></b>	
Aufbau eines Reifens . . . . .	61
Aufgabe und Aufbau der Felgen . . . . .	65
Auswuchten der Räder . . . . .	65
Beurteilung der Verkehrssicherheit der Reifen . . . . .	62
Ersatz von Reifen . . . . .	63
Pflege eines Reifens . . . . .	62
Prüfen des Reifendruckes . . . . .	62
Rad mit Reifen wechseln . . . . .	63
Schlauchlosen Reifen auf- und abmontieren . . . . .	63
Ventil ersetzen . . . . .	64

# KUGELUMLAUFLENKUNG MIT VORDERRADEINSTELLUNG

Die Lenkung mit dem Lenkgestänge stellt eines der lebenswichtigsten Teile am Wagen dar. Deshalb ist bei allen Arbeiten an der Lenkung die größte Sorgfalt aufzuwenden, damit die erforderliche Betriebssicherheit gewährleistet ist. Besondere Beachtung ist dem Kapitel „Vorderradeinstellung“ zu widmen.

Die Drehbewegung des Lenkrades wird durch die Lenkspindel auf das am Vorderrahmenlängsträger befestigte Lenkgetriebe übertragen und mittels einer Schnecke mit Lenkmutter auf die Lenkstockwelle übersetzt. Die Lenkstockwelle ihrerseits versetzt den Lenkstockhebel in eine Schwenkbewegung, die über die einzelnen Spurstangen zu den mit den Achsschenkeln fest verbundenen Lenkhebeln und damit auf die gelenkten Räder als Lenkbewegung übertragen wird (Bild 3).

Das Lenkgetriebe der Lenkung dient zur Kraftübertragung vom Lenkrad zu den gelenkten Rädern und ist als **Kugelumlauf lenkung** ausgebildet (Bild 1). Es zeichnet sich besonders durch Leichtgängigkeit, sichere Führung und geringen Kraftaufwand bei der Bedienung am Lenkrad aus. Bei der Kugelumlauf lenkung sind in das Kugellaufgewinde der Lenkschnecke und der Lenkmutter 54 Kugeln eingelegt, die beim Drehen der Lenkspindel im geschlossenen System umlaufen. Die Reibung zwischen Lenkschnecke und Lenkmutter wird durch die umlaufenden Kugeln auf ein Minimum herabgesetzt, so daß die Lenkung in der Betätigung außerordentlich leichtgängig ist. In die Außenverzahnung der Lenkmutter greift das Segment der Lenkstockwelle ein, auf deren Riffelverzahnung der Lenkstockhebel sitzt. Wird nun die Lenkspindel durch das Lenkrad in Drehung versetzt, so bewegt sich die Lenkmutter durch die umlaufenden Kugeln im Laufgewinde auf der Lenkschnecke axial, so daß der Lenkstockhebel auf der Lenkstockwelle durch das in die Lenkmutter eingreifende Lenksegment eine Schwenkbewegung ausführt.

Das Laufgewinde sowie die Umlaufkugeln müssen stets in einwandfreiem Zustand sein, damit Klemmerscheinungen im Lenkgetriebe ausgeschlossen sind. Bei bereits kleinsten Beschädigungen dieser Teile sind sie unbedingt durch neue zu ersetzen. Die Lenkspindel bzw. Lenkschraube oder die Lenkmutter sind einzeln nicht austauschbar, so daß bei Beschädigung eines dieser Teile stets der komplette Zusammenbau Lenkspindel bzw. Lenkschraube mit Lenkmutter ausgewechselt werden muß. Schon bei Verlust oder Beschädigung auch nur einer einzigen Kugel müssen sämtliche restlichen Kugeln entfernt und durch einen neuen kompletten Kugelsatz ersetzt werden, da nur innerhalb eines

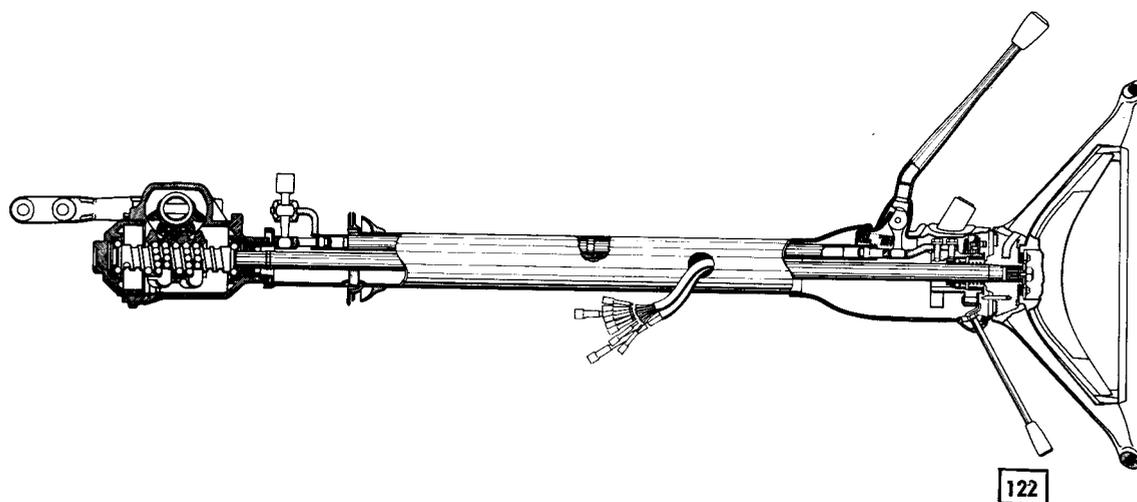


Bild 1 – Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr

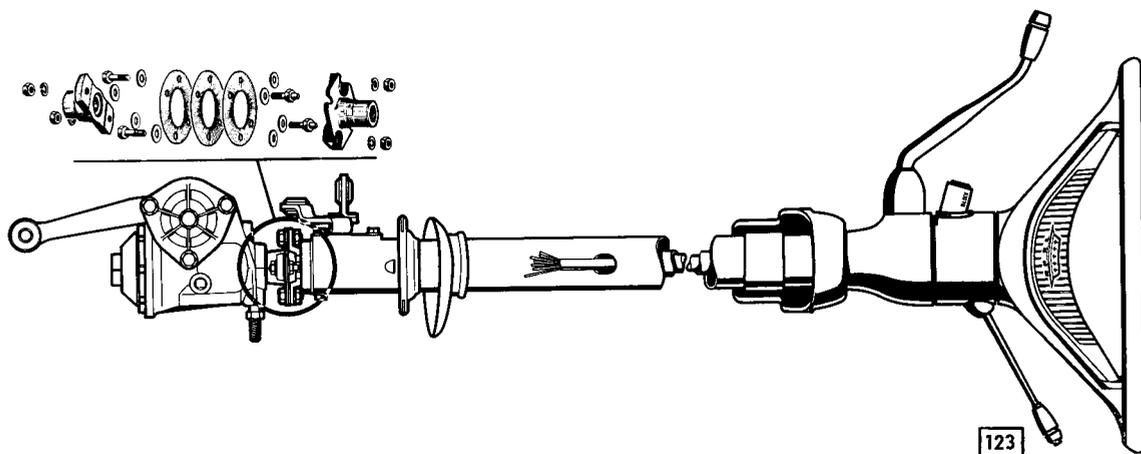


Bild 2 – Lenkungs Ausführung mit Stahlscheibengelenk

Kugelsatzes die Maßhaltigkeit der einzelnen Kugeln zueinander in dem geforderten Toleranzband liegt.

Das Lenkgetriebe ermöglicht durch eine geeignete Übersetzung für die Bedienung geringen Kraftaufwand bei kleinem Lenkradeinschlag und verhindert weitgehend eine Übertragung unerwünschter Erschütterungen. Die Lenkung ist so ausgebildet, daß ein selbsttätiger Rücklauf aus der Kurve jederzeit gewährleistet ist. Bei der Kugelumlauf lenkung werden zwei Lenkungs Ausführungen unterschieden, und zwar einmal die **Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr** (Bild 1) und zum anderen die **Lenkung mit Stahlscheibengelenk** (Bild 2), wobei das Lenkgetriebe beider Lenkungs Ausführungen im inneren Aufbau gleich ist. Dies bedeutet, daß bei der „Lenkungs Ausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr“ eine direkte Verbindung zwischen Lenkrad und Lenkgetriebe mit einer durchgehenden Lenkspindel erzielt ist, wogegen bei der „Lenkungs Ausführung mit Stahlscheibengelenk“ die Lenkspindel im Lenkstützrohr durch ein dazwischengeschaltetes Stahlscheibengelenk mit der Lenkschraube im Lenkgetriebe verbunden ist. Das Stahlscheibengelenk hat die Aufgabe, einen möglichst spannungsfreien Einbau der Lenkung zu gewährleisten und die Übertragung der Fahrbahnstöße auf das Lenkrad so weit wie möglich abzdämpfen.

Ein Nachstellen des Lenkgetriebes ist ohne Ausbau der Lenkung durchführbar, wobei der Lenkstockhebel von der Lenkstockwelle abgezogen werden muß. Die Lenkspindel bzw. Lenkschraube mit Lenkschnecke ist im Lenkgehäuse in Kugellagern gelagert, die mit der Zeit ein gewisses Spiel bekommen können, wodurch ein Axialspiel der Lenkspindel bzw. Lenkschraube entsteht. In diesem Fall ist eine Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung (Vorspannung der Lager) erforderlich. Auch sind die Lagerung der Lenkstockwelle und die Zahnflanken der im Eingriff befindlichen Zähne der Lenkmutter und des Lenksegmentes einem gewissen Verschleiß unterworfen, was sich durch ein Zahnflankenspiel zwischen beiden Teilen bemerkbar macht. Hier muß eine Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter (Zahnflankenspiel) vorgenommen werden. Die Beseitigung des Zahnflankenspiels geschieht in der Weise, daß die Verzahnungen von Lenkmutter und Segment durch eine axiale Verschiebung der Lenkstockwelle wieder tiefer in Eingriff gebracht werden. Die Vorzüge einer Lenkung kommen nur dann voll zu Geltung, wenn die Nach- bzw. Einstellung mit größter Sorgfalt ausgeführt wird.

Die Kugelumlauf lenkung hat nicht nur in Mittelstellung spielfreien Eingriff von Lenkmutter und Lenksegment, sondern der spielfreie Eingriff erstreckt sich über einen bestimmten Sektor nach links und rechts, bezogen auf die Mittelstellung des Lenkradausschlages.

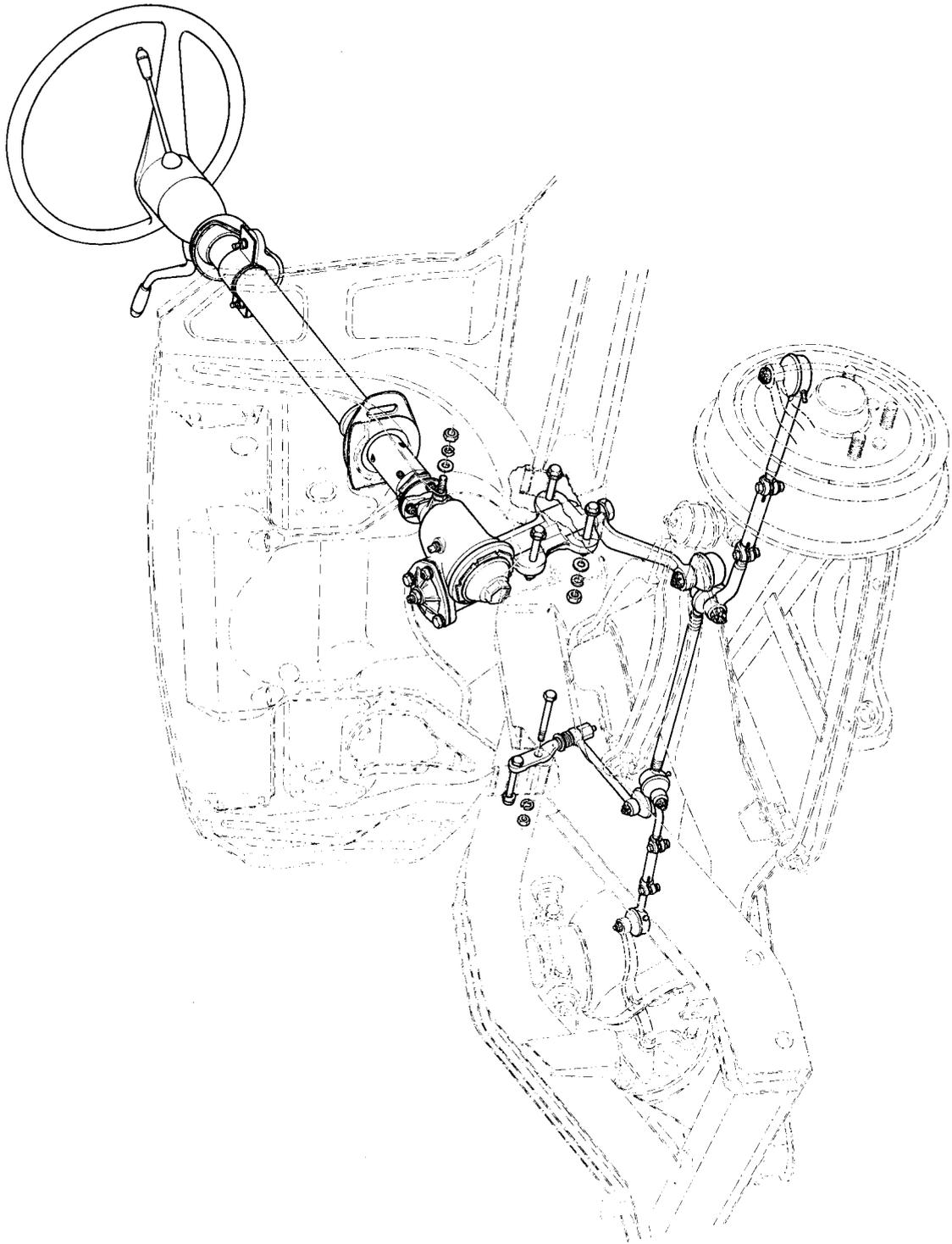


Bild 3 – Anordnung der Lenkung mit Lenkgestänge (Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk)

# LENKUNG NACH- BZW. EINSTELLEN

Unter „Nachstellen der Lenkung“ ist die Arbeit an einer im Wagen eingebauten Lenkung, die bereits im Fahrbetrieb eingesetzt war, zu verstehen im Gegensatz zum „Einstellen der Lenkung“, wobei sich die Arbeit auf eine Lenkung bezieht, die zerlegt und wieder zusammgebaut oder aus Einzelteilen zusammengestellt und deshalb außerhalb des Wagens neu eingestellt wird.

Bei der einen Lenkungsausführung (Bild 1) hat die **Lenkspindel** durch die mit ihr fest verbundenen Lenkschnecke direkten Eingriff im **Lenkgetriebe**, wogegen bei der anderen Ausführung (Bild 2) die **Lenkspindel** im Lenkstützrohr-Zusammenbau durch ein dazwischengeschaltetes Stahlscheibengelenk mit der **Lenkschraube im Lenkgetriebe** verbunden ist.

Für die **Nach- bzw. Einstellung der Lenkspindel- oder Lenkschraubenlagerung** (Vorspannung der Lager) ist am Lenkgehäuse eine Lagerstellkappe vorhanden, die durch eine Achtkantgegenmutter gesichert ist.

Die **Nach- bzw. Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter** (Zahnflankenspiel) erfolgt am Lenkgehäusedeckel durch eine durch Gegenmutter gesicherte Einstellschraube.

**Die Lenkung muß während der ersten Betriebszeit öfter überprüft werden.** Dies hat stets anlässlich der vorgeschriebenen Inspektionen zu erfolgen.

Bei Geradeausstellung der Vorderräder und Waagrechtlage der Kerbmarkierung auf Stirnseite der Lenkspindel bzw. senkrechtstehendem Lenktriebflansch (Mittelstellung des Lenkradausschlages) darf **keinerlei Spiel** in der Lenkung vorhanden sein.

## Nachstellung der Lenkung

### Lenkung eingebaut

Sofern an der nachzustellenden Lenkung die Lenkstockwellen-Einstellschraube zu viel Spiel in der Lenkstockwelle hat – gefühlsmäßig erkennbar durch Hin- und Herbewegen der Lenkstockwelle in Längsrichtung, wobei der Lenkstockhebel direkt an der Lenkstockwelle zu fassen ist –, muß dieses Spiel zuerst beseitigt werden (siehe Arbeitsvorgang „Längsspiel der Lenkstockwelle mit Scheibe ausgleichen“), bevor die eigentliche Arbeit „Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung“ durchgeführt wird.

Bevor Arbeiten zum Nachstellen der Lenkung in Angriff genommen werden, ist zunächst das Drehmoment für **Zahnflankenspiel von Lenksegment und Lenkmutter** zu prüfen. Hierzu Lenkstockhebel von Lenkstockwelle mit Spezialwerkzeug abziehen. Anschließend Lenkung in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag, dabei **Lenkrad nicht schlagartig in Endstellung drehen**.

Torsiometer-Zentrierbügel auf Lenkrad aufsetzen und Drehmoment mit in Sechskanteinsatz eingestecktem Torsiometer – Meßbereich bis zu 25 cmkg – prüfen (Bild 6).

Liegt das Drehmoment – über die Mittelstellung der Lenkung gemessen – außerhalb der vorgeschriebenen Werte, so ist als nächstes die Prüfung der **Vorspannung für Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung** vorzunehmen. Hierzu Gegenmutter der Einstellschraube lösen und Einstellschraube entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum Anschlag aus Lenkgehäusedeckel herausrauben (Bild 4). Mit Torsiometer über die Mittelstellung der Lenkung prüfen, ob ein Drehmoment, den vorgeschriebenen Werten entsprechend, vorhanden ist (Bild 6). Liegt das Drehmoment innerhalb dieser Werte, so ist nur eine **Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter** (Zahnflankenspiel) erforderlich. Andernfalls ist in jedem Fall **zunächst die Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung und erst an-**

schließend das Lenksegment zur Lenkmutter nachzustellen.

## Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung

Luftfilter vom Vergaser abnehmen und Lenkstockhebel von Lenkstockwelle mit Spezialwerkzeug abziehen (siehe Arbeitsvorgang „Lenkstockhebel aus- und einbauen“).

Lenkung in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag. Dabei **Lenkrad nicht schlagartig in Endstellung drehen**, da sich sonst die Umlaufkugeln in der Lenkmutter in ihre Laufflächen eindrücken können.

Danach ist die Gegenmutter der Einstellschraube zu lösen und die Einstellschraube entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum Anschlag aus Lenkgehäusedeckel herauszuschrauben (Bild 4). Hierdurch wird das Spiel zwischen Lenksegment und Lenkmutter für die Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung vergrößert.

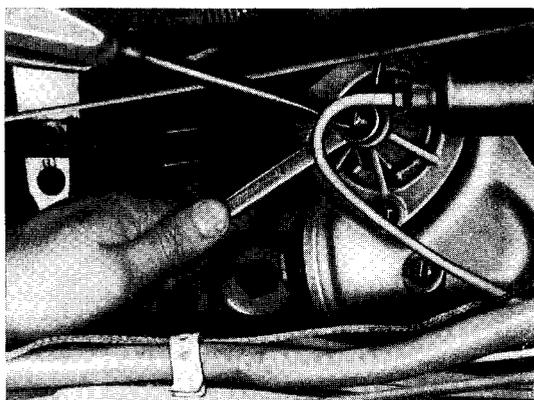


Bild 4 – Einstellschraube aus Lenkgehäusedeckel bis zum Anschlag herauszuschrauben

Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe mit Spezialschlüssel lösen und einige Gänge zurückschrauben (Bild 5).

Jetzt Torsiometer-Zentrierbügel mit in Sechskanteinsatz eingestecktem Torsiometer – Meßbereich bis zu 25 cmkg – auf Lenkrad aufsetzen (Bild 6).

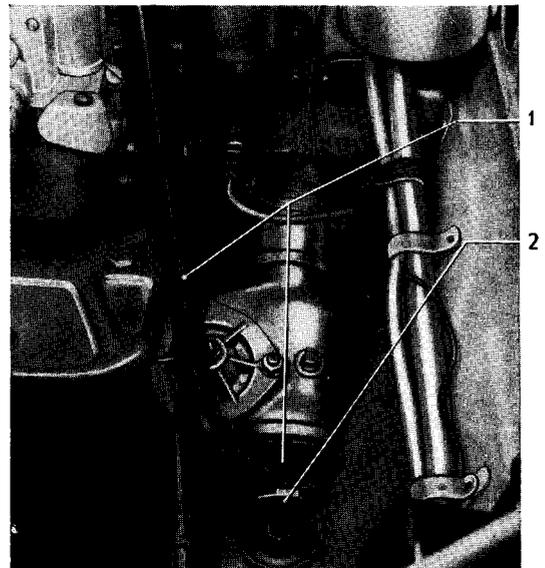


Bild 5 – Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe lösen

- 1 Spezialschlüssel
- 2 Lagerstellkappe

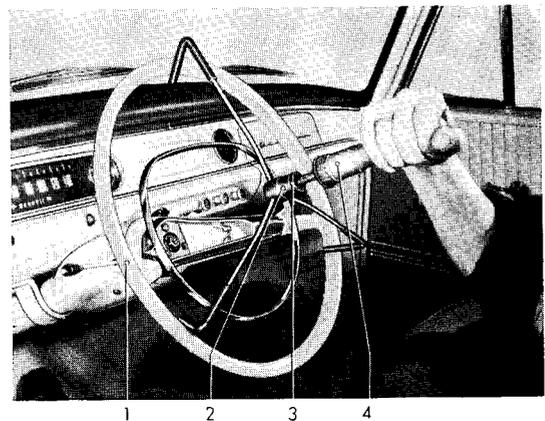


Bild 6 – Messung mit Torsiometer

- 1 Lenkrad
- 2 Torsiometer-Zentrierbügel
- 3 Kupplungsstück
- 4 Torsiometer

Die Lagerstellkappe ist mit Schlüssel durch einen zweiten Monteur so weit anzuziehen (Bild 7), bis das vorgeschriebene Drehmoment – über die Mittelstellung der Lenkung – am Torsiometer gemessen wird.

Anschließend Lagerstellkappe (5/2) mit Schlüssel festhalten und Achtkantgegenmutter mit Spezialschlüssel (5/1) auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen.

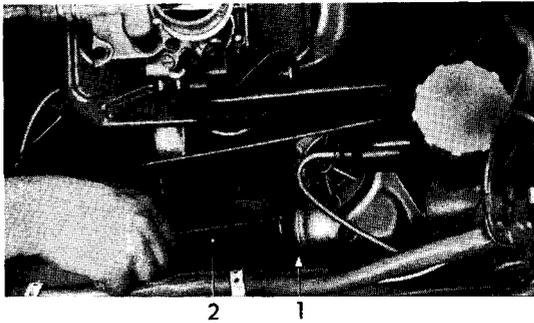


Bild 7 – Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung

- 1 Achtkantgegenmutter gelöst
- 2 Schlüssel an Lagerstellklappe angesetzt

Da ein Drehmomentschlüssel in diesem Fall nicht angesetzt werden kann, muß die Gegenmutter auf das erforderliche Drehmoment mit einer geeigneten Federwaage **senkrecht zum Hebelarm** angezogen werden (Bild 8). Darauf achten, daß sich die Nocken des Spezialschlüssels richtig in die Aussparungen der Achtkantgegenmutter einsetzen, um ein Abgleiten zu verhindern.

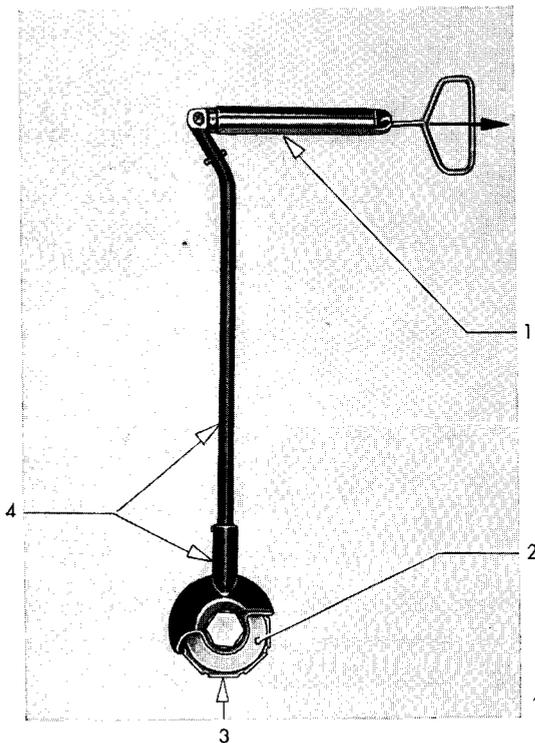


Bild 8 – Spezialschlüssel mit Federwaage auf Achtkantgegenmutter aufgesetzt

- 1 Federwaage
- 2 Lagerstellklappe
- 3 Achtkantgegenmutter
- 4 Spezialschlüssel

Nachdem die Lagerstellklappe gesichert ist, muß eine nochmalige Prüfung der Lagervorspannung, und zwar in verschiedenen Lenkradstellungen, durchgeführt werden. Ergibt sich eine Abweichung des vorgeschriebenen Drehmomentes (mit Torsiometer gemessen), so muß die Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung wiederholt werden.

### Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter

Lenkung genau in Mittelstellung bringen – halbe Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag –, so daß Kerbmarkierung auf Stirnseite der Lenkspindel bei abgenommenem Signalring-Zierstück waagrecht liegt und die Lenkradspeichen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen (Bild 9).

Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk muß an Stelle der Kerbmarkierung auf Lenkspindelstirnseite der Lenktriebeflansch senkrecht stehen (Bild 10).

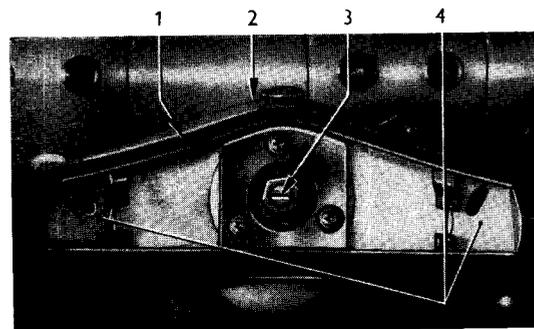


Bild 9 – Lenkrad in Mittelstellung – Zierstück von Signalring abgenommen (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Signalring
- 2 Lenkrad
- 3 Kerbmarkierung auf Lenkspindel (entspricht Mittelstellung der Lenkung)
- 4 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten

Das Lenkrad ist von einem zweiten Monteur in Mittelstellung der Lenkung leicht hin- und herbewegen, während gleichzeitig die Einstellschraube im Uhrzeigersinn zu drehen ist (Bild 12), bis am Lenkrad spürbarer Widerstand entsteht. Dabei Einstellschraube so verstellen,

bis das vorgeschriebene Drehmoment – über die Mittelstellung der Lenkung – am Torsiometer gemessen wird (Bild 11).

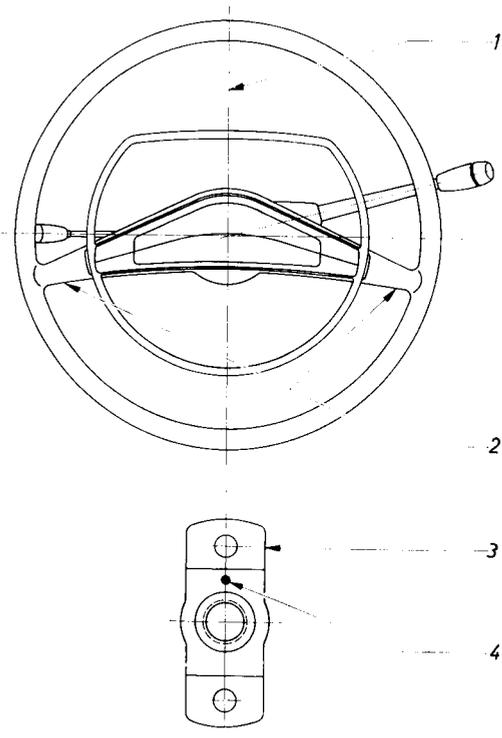


Bild 10 – Lenkrad zum Lenktriebeflansch ausgerichtet (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Gedachte senkrechte Linie durch Lenkradmitte und senkrecht stehenden Lenktriebeflansch
- 2 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten
- 3 Lenktriebeflansch
- 4 Körnermarkierung (bei eingebauter Lenkung nicht sichtbar)

Jetzt Einstellschraube mit Schraubenzieher festhalten und Gegenmutter gut anziehen, wobei sich die Einstellschraube nicht verstellen darf (Bild 12).

Nachdem die Einstellschraube gesichert ist, muß die Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter nochmals geprüft werden. Ergibt

sich eine Abweichung des vorgeschriebenen Drehmomentes (mit Torsiometer gemessen), so ist die Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter zu wiederholen.

Anschließend Lenkstockhebel an Lenkstockwelle und Luftfilter am Vergaser befestigen.

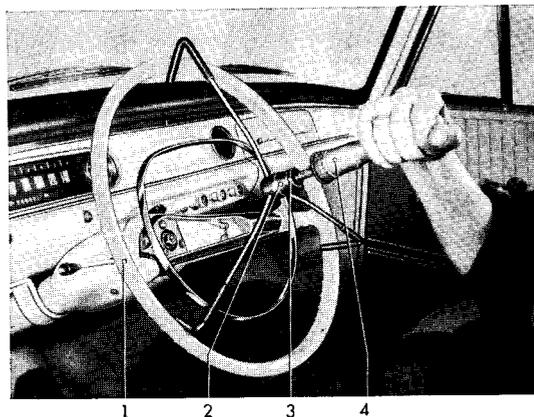


Bild 11 – Messung mit Torsiometer

- 1 Lenkrad
- 2 Torsiometer-Zentrierbügel
- 3 Kupplungsstück
- 4 Torsiometer

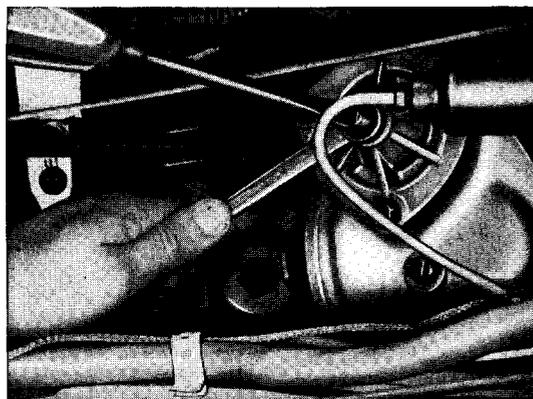


Bild 12 – Einstellschraube mit Gegenmutter sichern

## Einstellung der Lenkung

Lenkung ausgebaut

Die Einstellung der Lenkung (bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr) bzw. des Lenktriebes (bei Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk) im ausgebauten

Zustand ist zweckmäßig entweder mit **Torsiometer** – Zentrierbügel auf Lenkrad – oder mit **Gewichten** – Haltetuch auf Lenkrad – durchzuführen, um eine genaue Vorspannung zu erhalten.

ten. Hierzu müssen sämtliche Flächen, auf denen innerhalb des Lenkgetriebes Teile gleiten, vor der Einstellung der Lenkung gut eingeölt sein.

In jedem Fall ist **zunächst die Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung und erst dann das Lenksegment zur Lenkmutter einzustellen.**

### Einstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung

Die Lenkung ist in waagrechter Lage in den Schraubstock unter Verwendung eines Hartholzfußers einzuspannen. Hierbei beachten, daß die Lenkstockwelle senkrecht nach unten zeigt. Aus dieser Stellung der Lenkstockwelle ergibt sich, daß in Mittelstellung der Lenkung die Kerbmarkierung auf Stirnseite der Lenkspindel waagrecht liegt und die Lenkradspei-

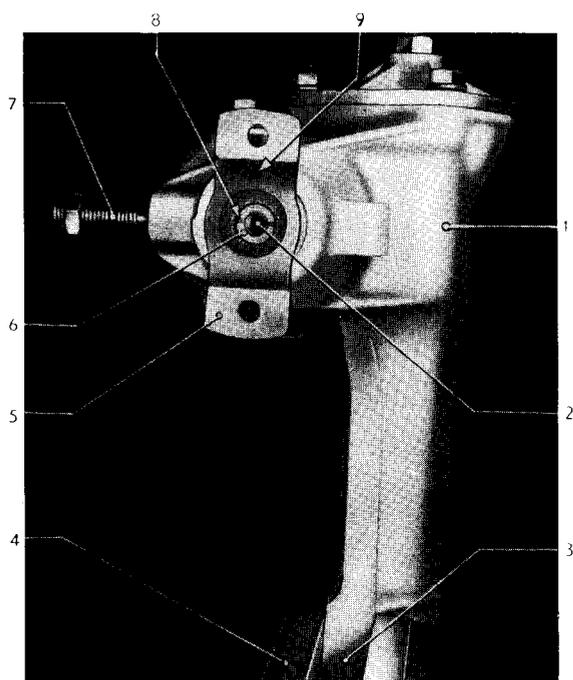


Bild 13 – Lenkgetriebe im Schraubstock eingespannt (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Lenkgehäuse
- 2 Sitz der Befestigungsschraube für Lenktriebeflansch auf Lenkschraube (Befestigungsschraube ist weggelassen)
- 3 Befestigungsflansch am Lenkgehäuse
- 4 Schraubstock
- 5 Lenktriebeflansch
- 6 Lenkschraube
- 7 Stiftschraube im Lenkgehäuse
- 8 Waagrechte Kerbmarkierung auf Lenkschraube
- 9 Körnermarkierung in oberer Hälfte von 5

chen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen (Bild 20). Lenkspindel und Lenkmutter in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des provisorisch auf die Lenkspindel aufgesteckten Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag. Dabei **Lenkrad nicht schlagartig in Endstellung drehen**, da sich sonst die Umlaufkugeln in der Lenkmutter in ihre Laufflächen eindrücken können.

Bei der „Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk“ ist das **Lenkgetriebe** in den Schraubstock unter Verwendung von Schutzbacken so einzuspannen, daß ebenfalls die Lenkstockwelle senkrecht nach unten zeigt. Anschließend Lenkschraube und Lenkmutter in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenktriebeflansches vom linken zum rechten Anschlag. Hierbei steht der Lenktriebeflansch mit in oberer Hälfte liegender Körnermarkierung senkrecht (Bild 13).

Meßlenkrad (**440 mm Durchmesser**) mit zwei Schrauben – Mutttern – so am senkrechtstehenden Lenktriebeflansch befestigen, daß die Lenkradspeichen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen.

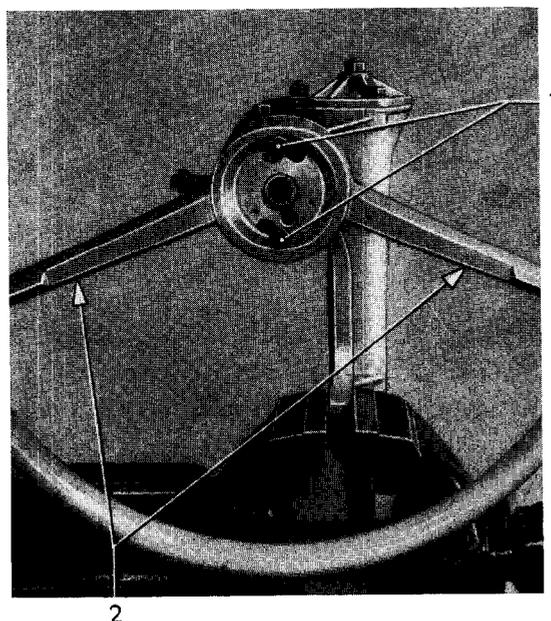
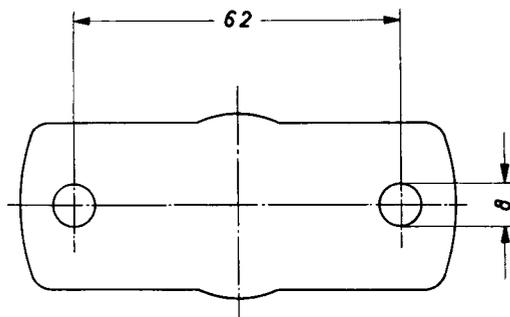


Bild 14 – Meßlenkrad am Lenktriebeflansch befestigt (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Befestigungsschrauben, Mutttern
- 2 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten

Die beiden Löcher in der Meßlenkradnabe sind – nach Entfernen der Blinker-Rückstellstifte – entsprechend den Befestigungslöchern im Lenkgetriebeflansch nach den Maßen in Bild 15 so zu bohren, daß nach Anschrauben des Meßlenkrades die Lenkradspeichen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen (Bild 14).



All dimensions are metric

Bild 15 – Lochabstand im Lenkgetriebeflansch (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

Die weitere Arbeitsfolge ist bei beiden Lenkungsarten gleich.

Gegenmutter der Einstellschraube lösen und Einstellschraube entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum Anschlag aus Lenkgehäusedeckel herausschrauben (Bild 16). Hierdurch wird das Spiel zwischen Lenksegment und Lenkmutter für die Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung vergrößert.

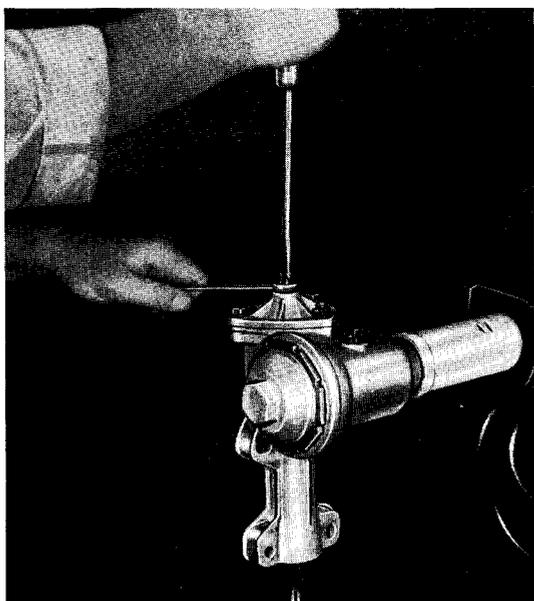


Bild 16 – Einstellschraube aus Lenkgehäusedeckel bis zum Anschlag herausschrauben

Danach Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe mit Spezialschlüssel lösen und einige Gänge zurückschrauben (Bild 17).

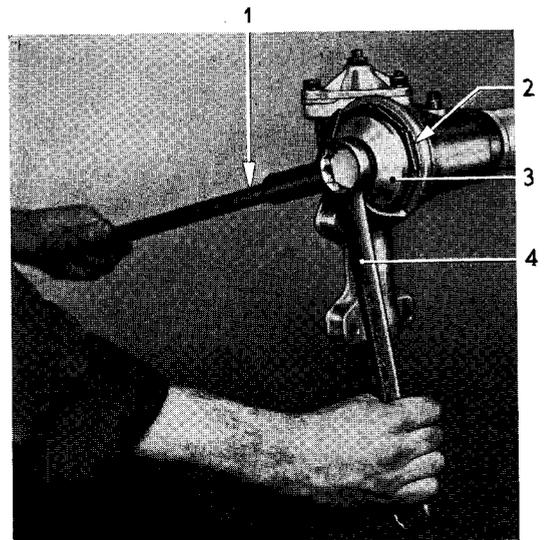


Bild 17 – Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe lösen

- 1 Spezialschlüssel
- 2 Achtkantgegenmutter
- 3 Lagerstellkappe
- 4 Schlüssel, an Lagerstellkappe angesetzt

Bei der Messung der Lagervorspannung mit **Torsiometer** ist jetzt der Torsiometer-Zentrierbügel mit in Sechskanteinsatz eingestecktem Torsiometer – Meßbereich bis zu 25 cmkg – auf das Lenkrad aufzusetzen (Bild 18) und die Lagerstellkappe mit Schlüssel so weit anzuziehen, bis vorgeschriebenes Drehmoment – über die Mittelstellung der Lenkung – am Torsiometer gemessen wird.

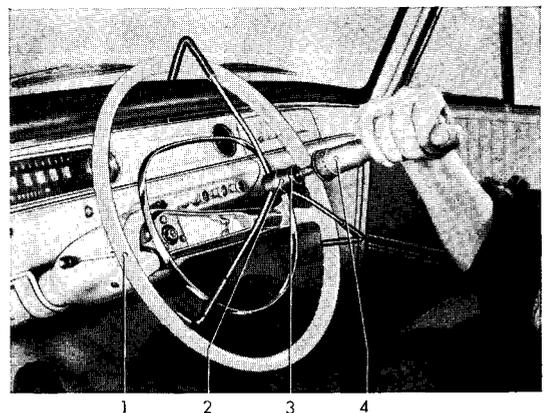


Bild 18 – Messung mit Torsiometer (an eingebauter Lenkung gezeigt)

- 1 Lenkrad
- 2 Torsiometer-Zentrierbügel
- 3 Kupplungsstück
- 4 Torsiometer

Bei der Messung der Lagervorspannung mit **Gewichten** ist das Haltetuch mit dem vorgeschriebenen Einstellgewicht (Bild 19) auf dem Lenkrad mit Halteklammer zu befestigen und die Lagerstellkappe mit Schlüssel so weit anzuziehen, daß das Lenkrad – über die Mittelstellung der Lenkung – durch das Gewicht in **gleichmäßiger** Bewegung gehalten wird (Bild 20).

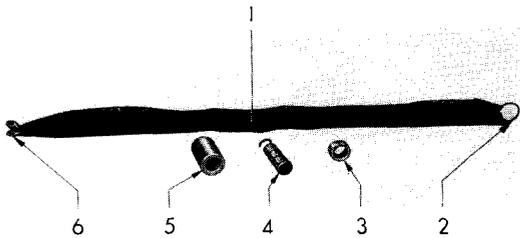


Bild 19 – Haltetuch mit Gewichten

- 1 Haltetuch
- 2 Ring zum Einhängen der Gewichte
- 3 } Einstellgewichte
- 4 }
- 5 }
- 6 Halteklammer zur Befestigung am Lenkrad

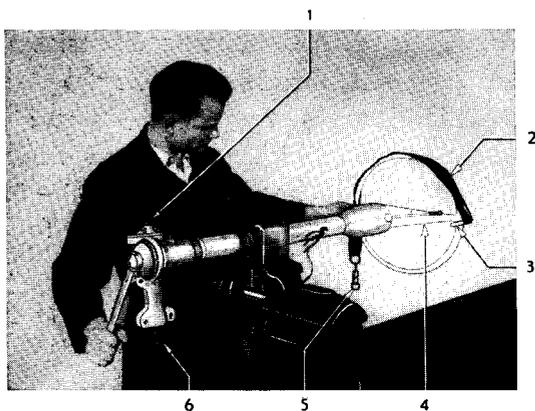


Bild 20 – Einstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung (an Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr gezeigt)

- 1 Gegenmutter gelöst, Einstellschraube bis zum Anschlag aus Lenkgehäusedeckel herausgeschraubt
- 2 Haltetuch
- 3 Halteklammer an 2
- 4 Stellung der Lenkradspeichen – entspricht Mittelstellung der Lenkung
- 5 Einstellgewicht
- 6 Lenkstockwelle, senkrecht nach unten zeigend

Anschließend Lagerstellkappe (17/3) mit Schlüssel festhalten und Achtkantgegenmutter mit

Spezialschlüssel (17/1) auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen.

Da ein Drehmomentschlüssel in diesem Fall nicht angesetzt werden kann, muß die Gegenmutter auf das erforderliche Drehmoment mit einer geeigneten Federwaage **senkrecht zum Hebelarm** angezogen werden (Bild 21). Darauf achten, daß sich die Nocken des Spezialschlüssels richtig in die Aussparungen der Achtkantgegenmutter einsetzen, um ein Abgleiten zu verhindern.

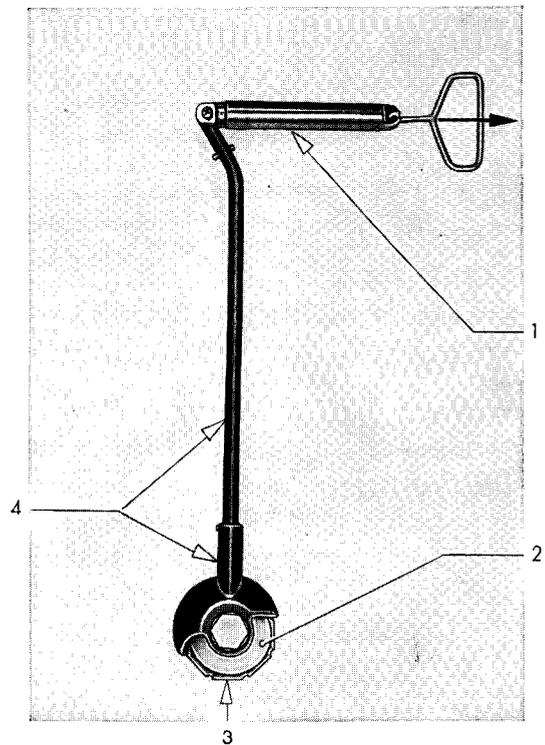


Bild 21 – Spezialschlüssel mit Federwaage auf Achtkantgegenmutter aufgesetzt

- 1 Federwaage
- 2 Lagerstellkappe
- 3 Achtkantgegenmutter
- 4 Spezialschlüssel

Nachdem die Lagerstellkappe gesichert ist, muß eine nochmalige Prüfung der Lagervorspannung, und zwar in verschiedenen Lenkradstellungen, durchgeführt werden. Ergibt sich eine Abweichung des vorgeschriebenen Drehmomentes (mit Torsiometer gemessen) oder des festgelegten Einstellgewichtes (Haltetuch auf Lenkrad), so muß die Einstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung wiederholt werden.

## Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter

Lenkung genau in Mittelstellung bringen – halbe Umdrehungszahl des provisorisch auf die Lenkspindel aufgesteckten Lenkrades bzw. des am Lenktriebeflansch angeschraubten Meßlenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtein Schlag. Hierbei sollen jeweils die Lenkradspeichen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen (Bild 22).

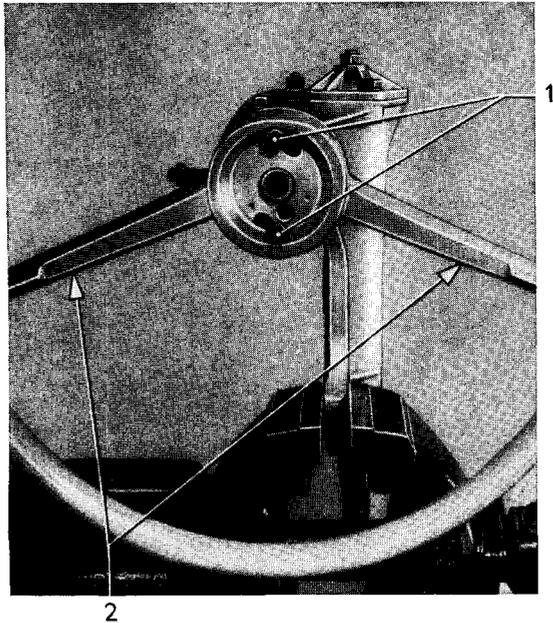


Bild 22 – Meßlenkrad am Lenktriebeflansch befestigt (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Befestigungsschrauben, Muttern
- 2 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten

Das Lenkrad ist in Mittelstellung der Lenkung leicht hin- und herzubewegen, während gleichzeitig die Einstellschraube im Uhrzeigersinn zu drehen ist (Bild 24), bis am Lenkrad spürbarer Widerstand entsteht.

Bei der Messung des Zahnflankenspiels mit **Torsiometer** (Bild 18) ist jetzt die Einstellschraube so zu verstellen, bis das vorgeschriebene Drehmoment – über die Mittelstellung der Lenkung – am Torsiometer gemessen wird. Bei der Messung mit **Gewichten** ist gleichfalls die Einstellschraube so zu verstellen, daß das Lenkrad – über die Mittelstellung der Lenkung – durch das Gewicht in **gleichmäßiger** Bewegung gehalten wird (Bild 23).

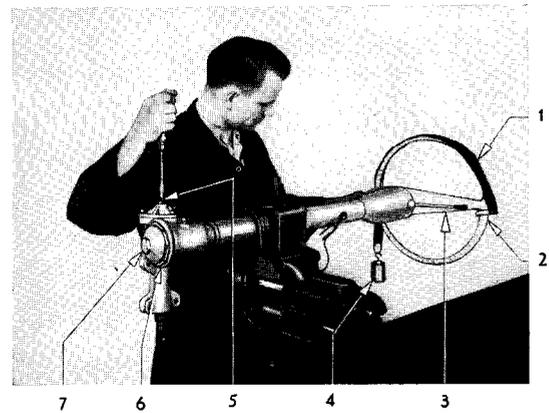


Bild 23 – Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter (an Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr gezeigt)

- 1 Haltetuch
- 2 Halteklammer an 1
- 3 Stellung der Lenkradspeichen – entspricht Mittelstellung der Lenkung
- 4 Einstellgewicht
- 5 Gegenmutter gelöst
- 6 Achteckgegenmutter
- 7 Lagerstellkappe

Einstellschraube mit Schraubenzieher festhalten und Gegenmutter gut anziehen, wobei sich die Einstellschraube nicht verstellen darf (Bild 24).

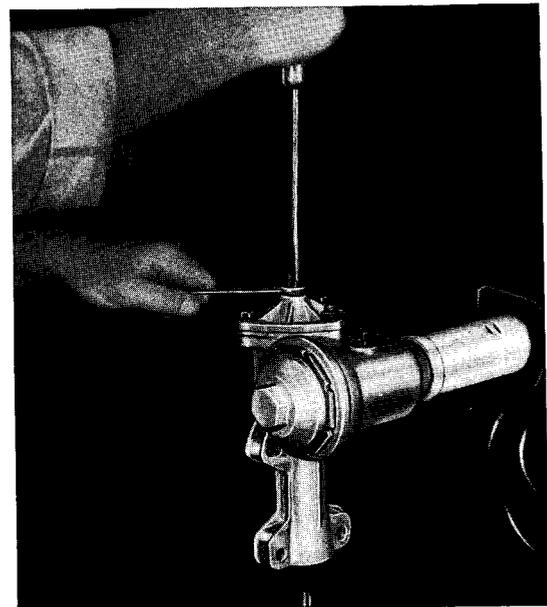


Bild 24 – Einstellschraube mit Gegenmutter sichern

Nachdem die Einstellschraube gesichert ist, muß die Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter nochmals geprüft werden. Ergibt sich eine Abweichung des vorgeschriebenen Drehmomentes (mit Torsiometer gemessen) oder der festgelegten Einstellgewichte (Haltetuch auf Lenkrad), so muß die Einstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter wiederholt werden.

# Längsspiel der Lenkstockwelle mit Scheibe ausgleichen

Lenkung eingebaut

Durch Verschleiß kann der Einbau einer neuen Stahlscheibe zum Ausgleichen des Lenkstockwellen-Längsspieltes erforderlich werden. **Bei Durchführung dieser Arbeit am Wagen bleibt die Lenkstockwelle im Lenkgehäuse.**

Ein evtl. vorhandenes Lenkstockwellen-Längsspiel läßt sich gefühlsmäßig erkennen durch Hin- und Herbewegen der Lenkstockwelle in Längsrichtung, wobei der Lenkstockhebel direkt an der Lenkstockwelle zu fassen ist.

Diese Prüfung des Lenkstockwellen-Längsspieltes ist am Wagen möglich, ohne daß ein Ausbauen oder Lösen des Lenkstockhebels oder des Lenkgestänges erforderlich ist. Die Lenkung ist nach links oder rechts bis vor den Anschlag in Endstellung zu drehen, damit Lenkmutter und Lenksegment in den Bereich des größten Spieles gelangen.

vom Lenkgehäuse abzuschrauben (Bild 25). Vorher Gefäß zum Auffangen des überlaufenden Öles unter Lenkgehäuse stellen.

Danach Einstellschraube im Uhrzeigersinn völlig aus Lenkgehäusedeckel herausschrauben und Deckel abnehmen (Bild 26).

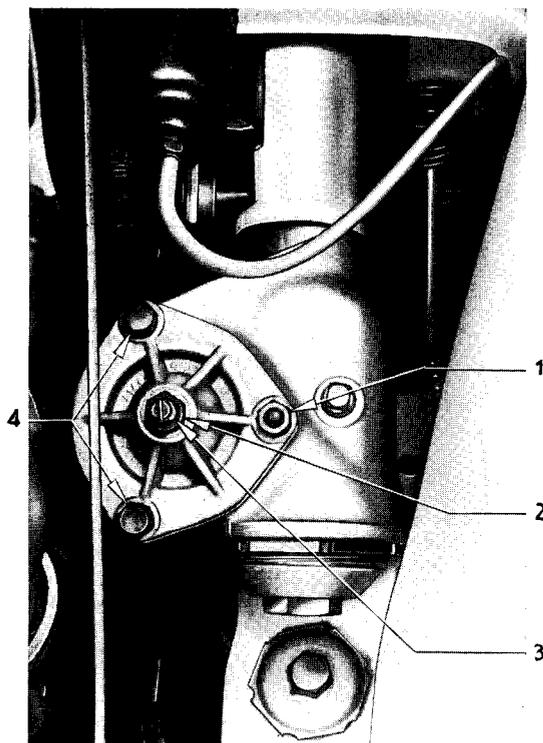


Bild 25 – Lenkgehäusedeckel am Lenkgehäuse

- 1 Gewindebolzen – Federring, Mutter – mit Dichtungsmittel eingeschraubt
- 2 Gegenmutter für 3
- 3 Einstellschraube
- 4 Sechskantschrauben, Federringe

Nach Abnehmen des Luftfilters vom Vergaser ist die Gegenmutter von der Lenkstockwellen-Einstellschraube und der Lenkgehäusedeckel

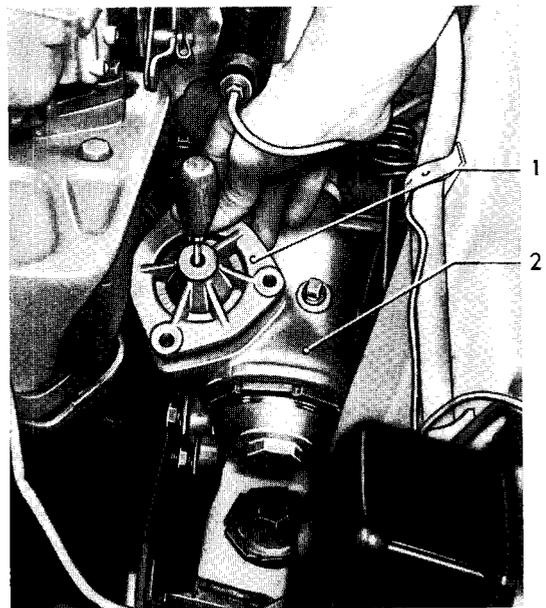


Bild 26 – Lenkgehäusedeckel vom Lenkgehäuse abnehmen

- 1 Deckel vom Lenkgehäuse abnehmen
- 2 Lenkgehäuse

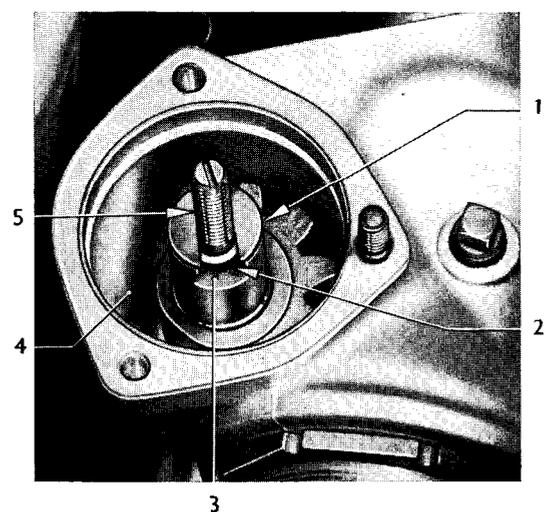


Bild 27 – Einstellschraube mit Stahlscheibe in Nut der Lenkstockwelle

- 1 Lenkstockwelle
- 2 Stahlscheibe
- 3 Nut in Lenkstockwelle
- 4 Ölfüllung bleibt im Lenkgehäuse
- 5 Einstellschraube

Einstellschraube mit Stahlscheibe aus Nut der Lenkstockwelle herausnehmen (Bild 27 und 28).

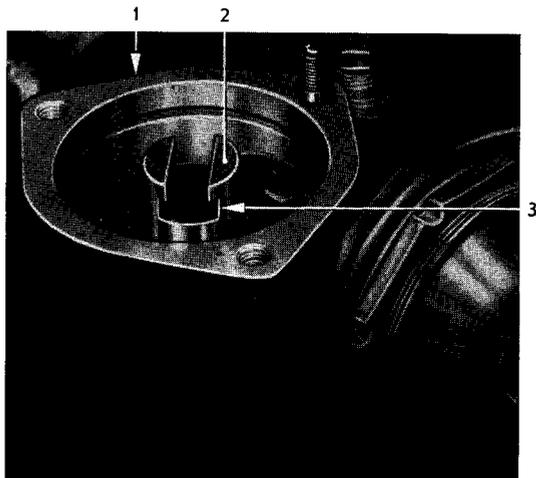


Bild 28 – Einstellschraube mit Stahlscheibe aus Nut der Lenkstockwelle herausgenommen (an ausgebaute Lenkung bzw. ausgebautem Lenkgetriebe gezeigt)

- 1 Lenkgehäuse
- 2 Lenkstockwelle
- 3 Nut in Lenkstockwelle

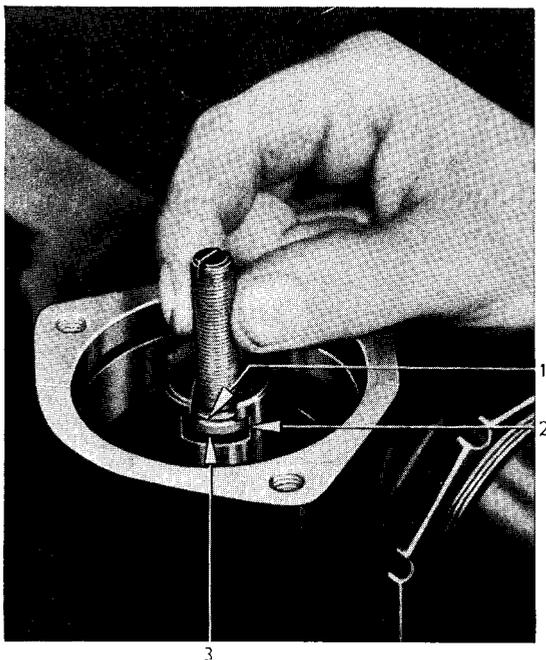


Bild 29 – Einstellschraube mit Stahlscheibe in Nut der Lenkstockwelle einpassen (an ausgebaute Lenkung bzw. ausgebautem Lenkgetriebe gezeigt)

- 1 Stahlscheibe
- 2 Nut in Lenkstockwelle
- 3 Einstellschraube

Jetzt ist die Einstellschraube durch Auswahl einer neuen entsprechenden Stahlscheibe in die Nut der Lenkstockwelle einzupassen (Bild 29). Hierbei soll sich die Einstellschraube mit Stahlscheibe **saugend in die Nut der Lenkstockwelle einführen** und die Schraube in der Nut **leicht drehen lassen**. Vorher Stahlscheibe und Kopf der Einstellschraube einölen.

Neue Papierdichtung auf Lenkgehäusedeckel mit Fett aufkleben. Deckel auf Einstellschraube aufsetzen und Schraube in Deckel mit Schraubenzieher entgegen dem Uhrzeigersinn bis zur Anlage des Deckels an der Lenkstockwelle einschrauben (Bild 30). Vorher Buchse im Lenkgehäusedeckel einölen.



Bild 30 – Einstellschraube mit Schraubenzieher in Lenkgehäusedeckel einschrauben (an ausgebaute Lenkung bzw. ausgebautem Lenkgetriebe gezeigt)

- 1 Lenkgehäuse
- 2 Lenkgehäusedeckel mit aufgeklebter Papierdichtung

Anschließend Lenkgehäusedeckel an Lenkgehäuse anschrauben – 2 Sechskantschrauben, 1 Sechskantmutter, Federringe.

Der Gewindebolzen im Lenkgehäuse für Lenkgehäusedeckelbefestigung ist bei Ersatz mit Dichtungsmittel in die durchgehende Gewindebohrung einzusetzen (Bild 25). Nachdem die Gegenmutter auf die Einstellschraube aufgeschraubt wurde, darf diese noch nicht festgezogen werden, da zunächst die Einstellung der

Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung zu prüfen und erforderlichenfalls nachzustellen ist (siehe Arbeitsvorgang „Nachstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung“).

Anschließend „Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter“ vornehmen (siehe gleichlautenden Arbeitsvorgang) und Lenkgehäuse mit Öl bis Unterkante Einfüllöffnung nachfüllen.

## INSTANDSETZUNGSARBEITEN AN DER LENKUNG

### Lenkrad aus- und einbauen

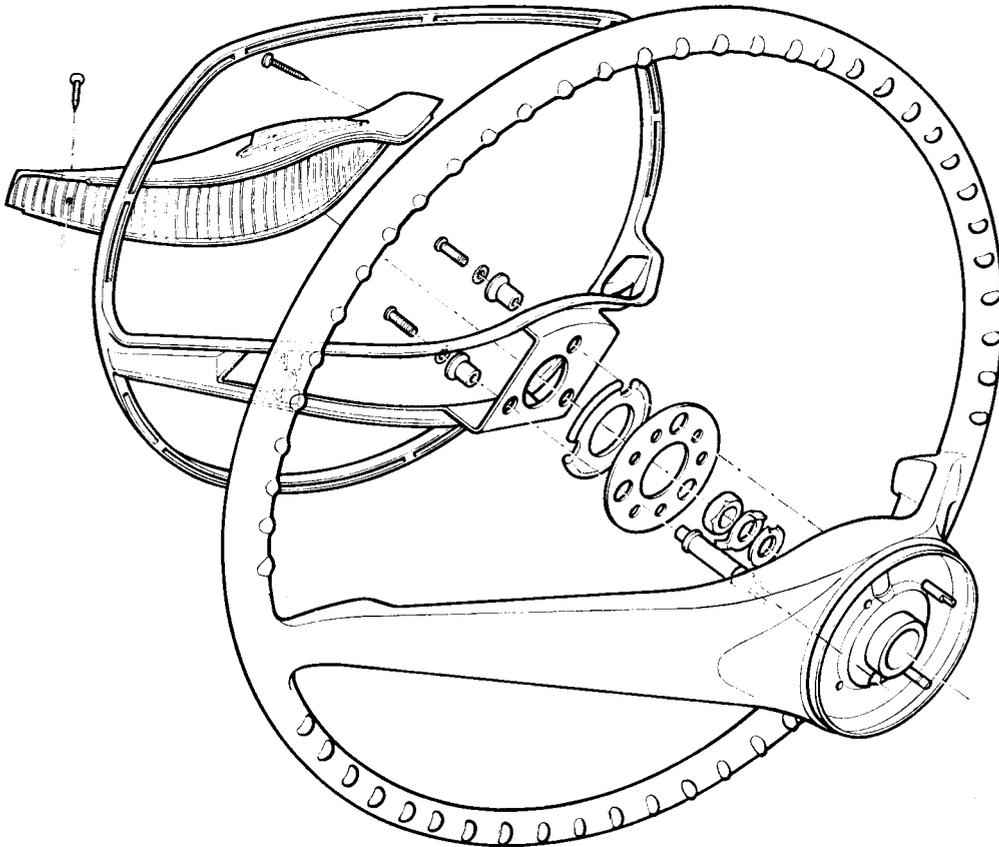


Bild 31 – Anordnung Lenkrad

Die Lenkradnabe des federnden Lenkrades ist zur weitgehenden Ausschließung von evtl. Verletzungen tiefgezogen und damit der Abstand von Lenkspindel zur Brustpartie des Fahrers vergrößert.

Um das Lenkrad ausbauen zu können, ist als erstes das Zierstück vom Signaling abzunehmen. Hierzu beide Gewindestifte zur Befestigung des Zierstückes auf dem Signaling mit einem selbst gefertigten 4-mm-Drahtstift, der an den Stirnseiten flach geschliffen ist, durch die in den Lenkradspeichen vorhandenen Lö-

cher aus den Federklammern des Signalinges so weit herausdrücken, daß sie von Hand gefaßt und herausgezogen werden können (Bild 32). Vorsicht, daß Federklammern nicht deformiert werden.

Signaling vom Lenkrad abschrauben und Membranführungsring mit Membran und Kontaktfinger von Lenkradnabe abnehmen (Bild 38). Dann Sicherungsblech für Lenkradmutter aufbiegen, Lenkradmutter abschrauben und Sicherungsblech mit Unterlegscheibe von Lenkspindel abnehmen.

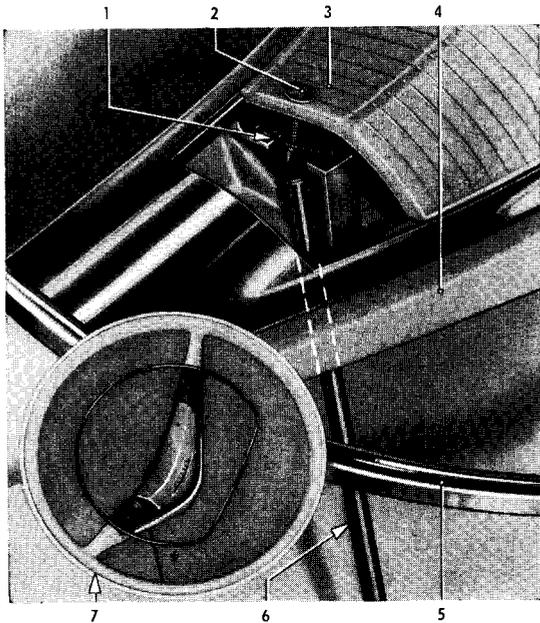


Bild 32 – Gewindestifte für Zierstückbefestigung herausdrücken

- 1 Federklammer
- 2 Gewindestift
- 3 Zierstück – zur Veranschaulichung abgeschnitten
- 4 Lenkradspeiche
- 5 Signalring
- 6 Drahtstift, 4 mm Durchmesser, selbst gefertigt
- 7 Lenkrad

An Stelle des Signalringes mit Zierstück wurde vorher die Ausführung des Signalringes mit Signalringknopf bzw. des Signalknopfes verwendet. Auch die Sicherung der Lenkradmutter erfolgte vorher mit Federscheibe bzw. Zahnscheibe an Stelle der Ausführung mit Sicherungsblech.

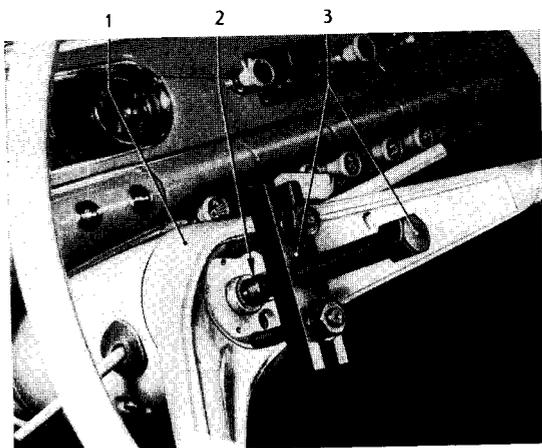


Bild 33 – Lenkrad mit Spezial-Werkzeug abziehen

- 1 Lenkrad
- 2 Schutzhülse
- 3 Spezial-Werkzeug

Lenkrad mit Spezial-Werkzeug von Lenkspindel abziehen (Bild 33). Dabei ist das Werkzeug so in das Lenkrad einzusetzen, daß die Klauen der Abziehhaken nach außen zum Umfang der Lenkradnabe zeigen. Schutzhülse auf den Gewindestiften der Lenkspindel aufsetzen.

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Die Schleiffläche des Kontaktfingers auf der Kontaktbuchse, wenn erforderlich, mit einem elektrisch leitenden Fett bestreichen.

Lenkung in Mittelstellung bringen. Hierbei müssen die Vorderräder **genau in Geradeausstellung** stehen und die Kerbmarkierung auf Stirnseite der Lenkspindel waagrecht liegen (Bild 34).

Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk muß an Stelle der Kerbmarkierung auf Lenkspindelstirnseite der Lenktriebflansch am Stahlscheibengelenk senkrecht stehen (Bild 35).

Danach Blinkerschalthebel in Mittelstellung bringen und Lenkrad auf Lenkspindel so aufschieben, daß die Lenkradspeichen ausgemittelt, schräg nach unten zeigen (Bild 34 bzw. 35).

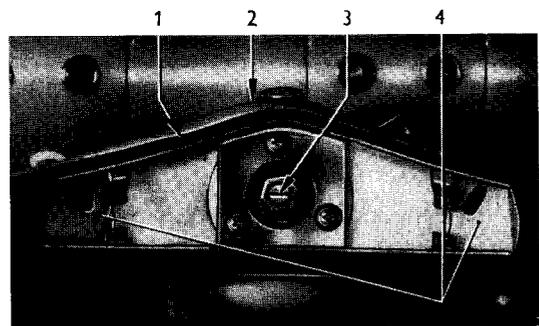


Bild 34 – Lenkrad in Mittelstellung – Lenkrad eingebaut (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Signalring
- 2 Lenkrad
- 3 Kerbmarkierung auf Lenkspindel (entspricht Mittelstellung der Lenkung)
- 4 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten

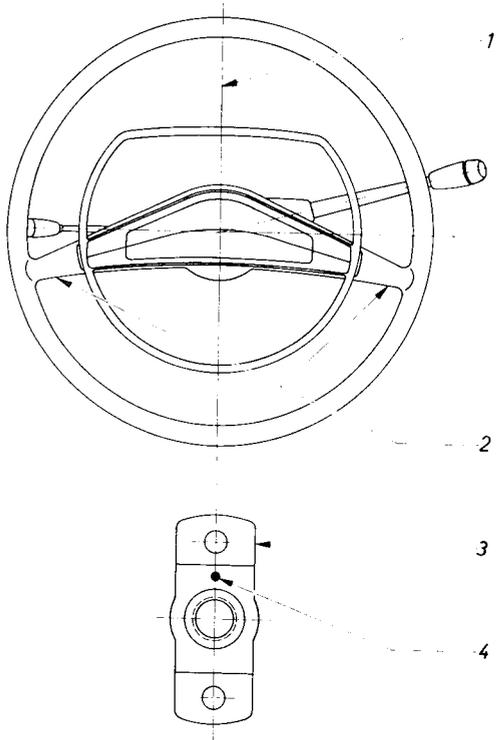


Bild 35 – Lenkrad zum Lenktriebeflansch ausgerichtet (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Gedachte senkrechte Linie durch Lenkradmitte und senkrecht stehenden Lenktriebeflansch
- 2 Lenkradspeichen zeigen ausgemittelt, schräg nach unten
- 3 Lenktriebeflansch
- 4 Körnermarkierung (bei eingebauter Lenkung nicht sichtbar)

Die Unterlegscheibe und das Sicherungsblech für die Lenkradmutter sind so auf die Lenkspindel aufzulegen, daß die rechtwinklig abgebogene Zunge des Sicherungsbleches durch die Nut der Unterlegscheibe in der Aussparung der Lenkradnabe zu liegen kommt (Bild 36). Hierbei ist stets ein **neues Sicherungsblech** zu verwenden, um eine einwandfreie Sicherung der Lenkradmutter zu erhalten.

Lenkradmutter auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen. Dabei ist anzustreben, daß eine der beiden Sicherungszungen zu einer Sechskantfläche der Lenkradmutter parallel zu liegen kommt. Anschließend diese Zunge mit einer Kombizange umbiegen (Bild 36) und mit einem flachen Durchschlag satt an die Sechskantfläche der Mutter beirichten (Bild 37). Die zweite Sicherungszunge wird nicht umbogen.

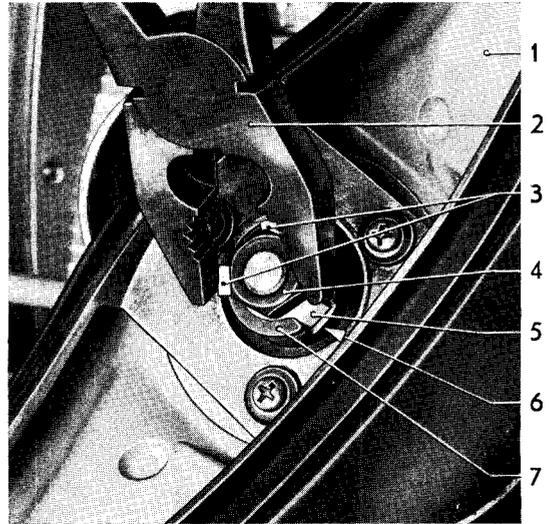


Bild 36 – Zunge des Sicherungsbleches mit Zange an Lenkradmutter umbiegen (an fertig montiertem Lenkrad gezeigt)

- 1 Lenkradspeiche
- 2 Kombizange
- 3 Zwei Zungen des Sicherungsbleches
- 4 Lenkradmutter
- 5 Rechtwinklig abgebogene Zunge des Sicherungsbleches muß durch Nut der Unterlegscheibe in Aussparung der Lenkradnabe eingreifen
- 6 Aussparung in Lenkradnabe
- 7 Unterlegscheibe

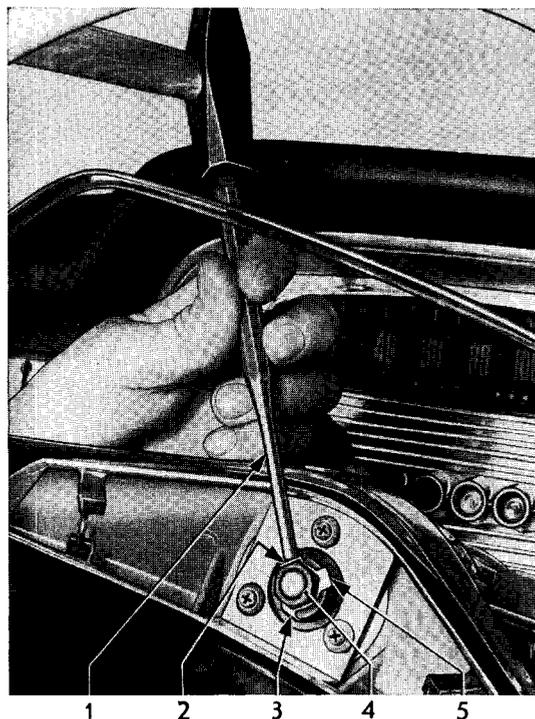


Bild 37 – Zunge des Sicherungsbleches satt an Sechskantfläche der Lenkradmutter beirichten (an fertig montiertem Lenkrad gezeigt)

- 1 Durchschlag
- 2 Umgebogene Sicherungszunge, mit Durchschlag an Sechskantfläche der Mutter beirichten
- 3 Vorhandene, rechtwinklig abgebogene Sicherungszunge
- 4 Lenkradmutter
- 5 Zweite Sicherungszunge, wird nicht umbogen

Jetzt Signalhornbetätigungsteile in folgender Reihenfolge in Lenkradnabe einbauen:

Kontaktfinger,

Membran – mit balliger Seite nach oben, zum Signalring zeigend –,

Membranführungsring und

Signalring.

Drei Halbrundschrauben – Scheiben – mit den vorher ausgebauten oder der Tabelle zu entnehmenden neuen, passenden Abstandbuchsen in Signalring einsetzen und sämtliche Teile an Lenkradnabe festschrauben (Bild 38). Vorsicht, daß sich die Abstandbuchsen nicht auf die Membran aufsetzen und diese festklemmen.

Die Buchsen bestimmen in der Ruhestellung des Signalringes dessen Abstand zum Lenkrad. Je länger die Buchsen, desto größer ist der Betätigungsweg. Deshalb sind bei **Dauerton längere Buchsen** und bei zu **langem Betätigungsweg kürzere Buchsen** auszuwählen.

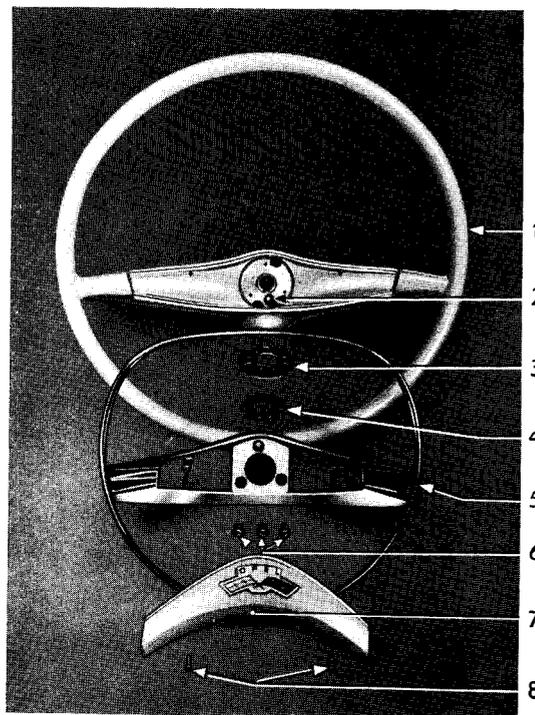


Bild 38 – Lenkrad mit Signalhornbetätigungsteilen

- 1 Lenkrad
- 2 Kontaktfinger
- 3 Membran — mit balliger Seite nach oben
- 4 Membranführungsring
- 5 Signalring
- 6 Halbrundschrauben, Scheiben, Abstandbuchsen
- 7 Zierstück
- 8 Gewindestifte

## Blinker-Rückstellstifte in Lenkrad einpressen

Lenkrad ausgebaut

Zur automatischen Blinkerausschaltung sind in der Unterseite der Lenkradnabe zwei Kerbstifte eingepreßt, die bei Drehung des Lenkrades den Blinkerschalter betätigen.

Die Anordnung der Stifte ist für Links- und Rechtslenkungsfahrzeuge unterschiedlich. Ersatzteilemäßig werden die Lenkräder nur ohne Rückstellstifte geliefert. **In Lenkräder, in die schon Stifte eingepreßt waren, dürfen keinesfalls ein zweites Mal Stifte eingepreßt werden**, da die Gefahr besteht, daß diese Stifte durch die bereits aufgeweiteten Löcher zu locker sitzen und demnach im Fahrbetrieb herausfallen und Funktionsstörungen hinsichtlich der Freigängigkeit des Lenkrades verursachen können. **Das bedeutet, daß die Stifte nur in neue Lenkräder eingepreßt werden dürfen.**

Auf der Unterseite der Lenkradnabe befinden sich vier Bohrungen, wovon jeweils zwei für

Fahrzeuge mit Linkslenkung und zwei für Fahrzeuge mit Rechtslenkung bestimmt sind (Bild 39). Zur Unterscheidung dient der Hinweis, daß die Stifte immer auf der Lenkradseite sitzen müssen, auf der sich der Blinkerschalthebel befindet, d. h. bei schräg nach unten stehenden Lenkradspeichen (Lenkrad von oben gesehen) müssen die Stifte

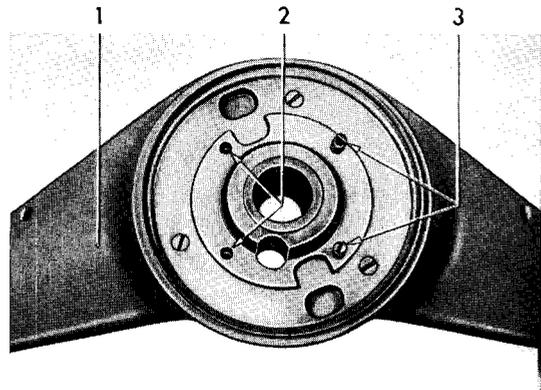
bei Linkslenkung auf der linken Lenkradseite,  
bei Rechtslenkung auf der rechten Lenkradseite sitzen.

Der Blinker-Rückstellstift ist so in das betreffende Loch einzusetzen, daß die Aussparung des Stiffes nach innen – zur Lenkradmitte – zeigt (Bild 39).

Dann Stift mit Spezial-Werkzeug in Lenkradnabe einpressen, wobei die abgeschrägte Seite des Werkzeuges zur Lenkradmitte zeigen muß.

Die richtige Einpreßtiefe des Stiftes bestimmt das Spezial-Werkzeug. Deshalb ist auf die Typenbezeichnung am Werkzeug zu achten.

Damit der Lenkradkranz beim Einpressen der Stifte freiliegt, ist die Lenkradnabe auf ein entsprechend langes Abstandrohr an Stelle der Hartholzunterlage des Spezial-Werkzeuges aufzusetzen.



- 1 Lenkradspeiche zeigt schräg nach unten
- 2 Löcher für Rechtslenkung, von unten gesehen
- 3 Zwei Stifte – Aussparung nach innen zur Lenkradmitte – in Löcher für Linkslenkung eingepreßt

Bild 39 – Löcher auf Unterseite der Lenkradnabe für Blinker-Rückstellstifte (Lenkrad von unten gesehen)

## Kugellager für Lenkspindel im Blinkerschaltergehäuse bzw. im oberen Lagergehäuse ersetzen

Blinkerschalter bzw. oberes Lagergehäuse mit Blinkerschalter ausgebaut

Bei der Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr sitzt das Kugellager für die Lenkspindel im Blinkerschaltergehäuse, wogegen bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk zwei Kugellager für die Lenk-

spindel vorhanden sind, und zwar im oberen Lagergehäuse mit Blinkerschalter und im unteren Lagergehäuse am Stahlscheibengelenk.

Nach Abschrauben des Signalkabels von der Kontaktbuchse (Bild 40) ist diese mit der Isolierhülse aus dem Blinkerschalter- bzw. dem oberen Lagergehäuse herauszunehmen. Dann Federklammer aus Zapfen des Gelenkteiles herausziehen (Bild 41) und Rastfeder sowie Gelenkteil vom Blinkerschalter abnehmen (Bild 42 und 43).

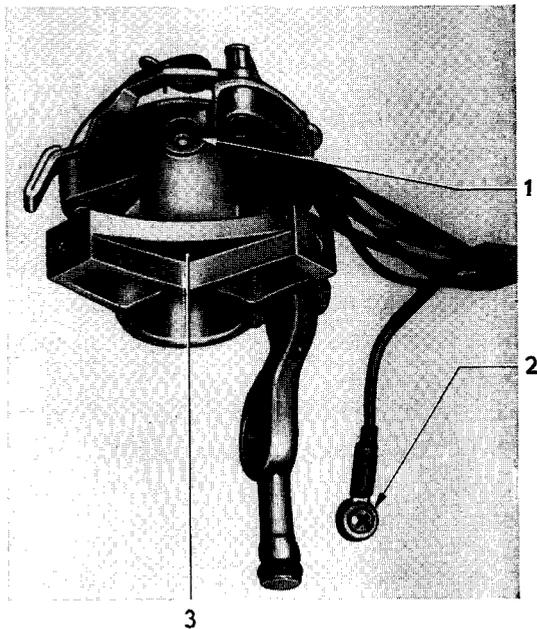


Bild 40 – Signalkabelanschluß am Blinkerschalter

- 1 Durch dieses Loch Signalkabel an Kontaktbuchse festschrauben
- 2 Signalkabelanschluß – Schraube, Scheibe, Kabelschuh, Isolierbuchse
- 3 Blinkerschaltergehäuse

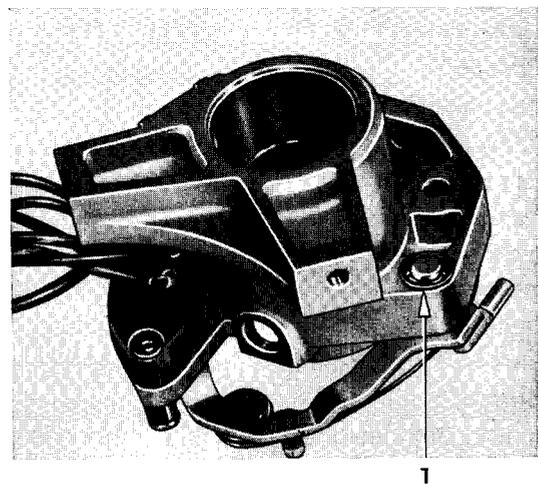


Bild 41 – Gelenkteil mit Federklammer gesichert

- 1 Federklammer in Zapfen eingesetzt

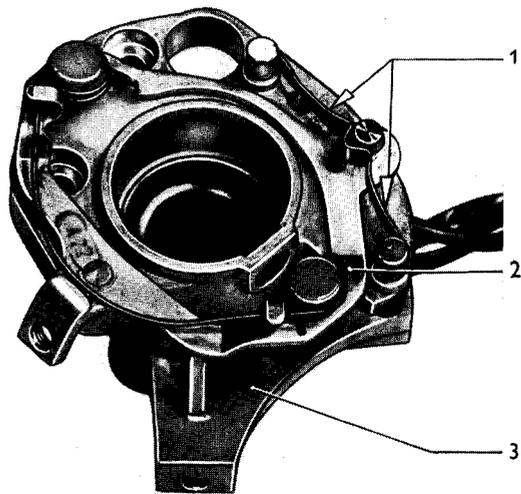
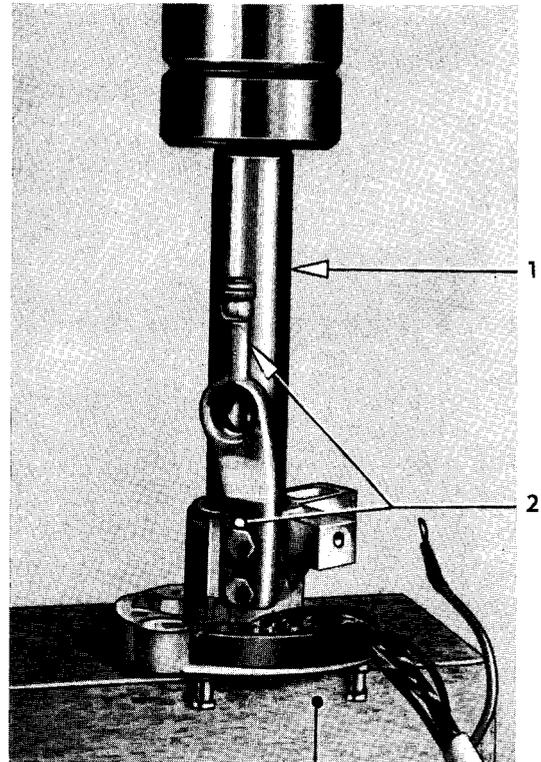


Bild 42 – Rastfeder und Gelenkteil auf Blinkerschalter

- 1 Rastfeder
- 2 Gelenkteil
- 3 Blinkerschaltergehäuse



3

Bild 44 – Kugellager herauspressen

- 1 Spezial-Austreibdorn
- 2 Obere Schaltrohrstütze
- 3 Hartholzunterlage

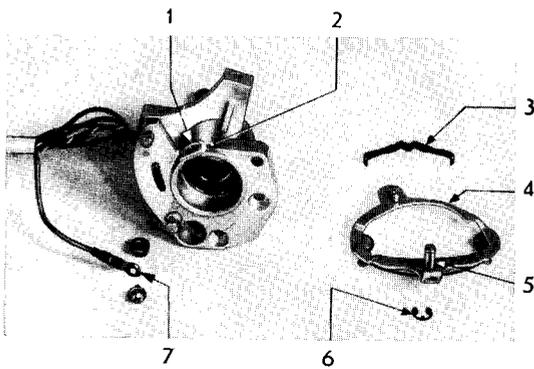


Bild 43 – Gelenkteil vom Blinkerschalter abgenommen

- 1 Loch für Signalhornkabelanschluß
- 2 Blinkerschalter
- 3 Rastfeder
- 4 Gelenkteil
- 5 Zapfen am Gelenkteil
- 6 Federklammer
- 7 Kabel für Signalhorn

Kugellager aus Blinkerschalter- bzw. oberem Lagergehäuse mit Spezial-Austreibdorn unter der Presse herausdrücken (Bild 44). Hierbei Hartholzunterlage unter Gehäuse legen.

Zum Herausdrücken des Kugellagers braucht – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – die obere Schaltrohrstütze (44/2) nicht vom Blinkerschaltergehäuse abgeschraubt zu werden.

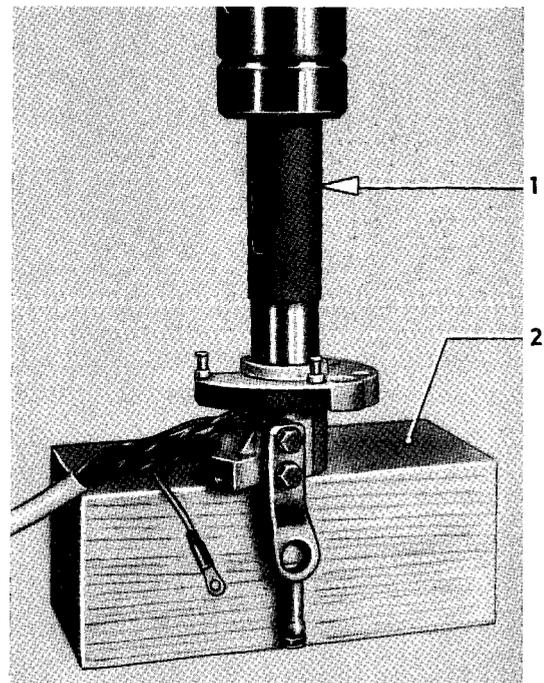


Bild 45 – Kugellager einpressen

- 1 Spezial-Eintreibdorn
- 2 Hartholzunterlage

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Das ausgebaute Kugellager **darf nicht wieder verwendet** werden, da es beim Ausbau beschädigt wird.

Neues Kugellager so auf Spezial-Eintreibdorn aufsetzen, daß der Bund des Lagers am Bund des Dornes anliegt. Dann Kugellager so weit einpressen, bis der Bund des Lagers auf dem Ansatz im Gehäuse satt aufliegt (Bild 45). Hierbei Gehäuse auf Hartholzunterlage aufsetzen.

## Lenkgetriebe zerlegen und zusammenbauen

Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut

Das Zerlegen und Zusammenbauen des Lenkgetriebes läßt sich bei der Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr nur bei ausgebauter Lenkung, bzw. bei der Ausführung mit Stahlscheibengelenk nur bei ausgebautem Lenkgetriebe durchführen. Die Ölfüllung im Lenkgehäuse wurde bereits nach Ausbau der Lenkung an der Öleinfüllöffnung abgelassen (Ausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr).

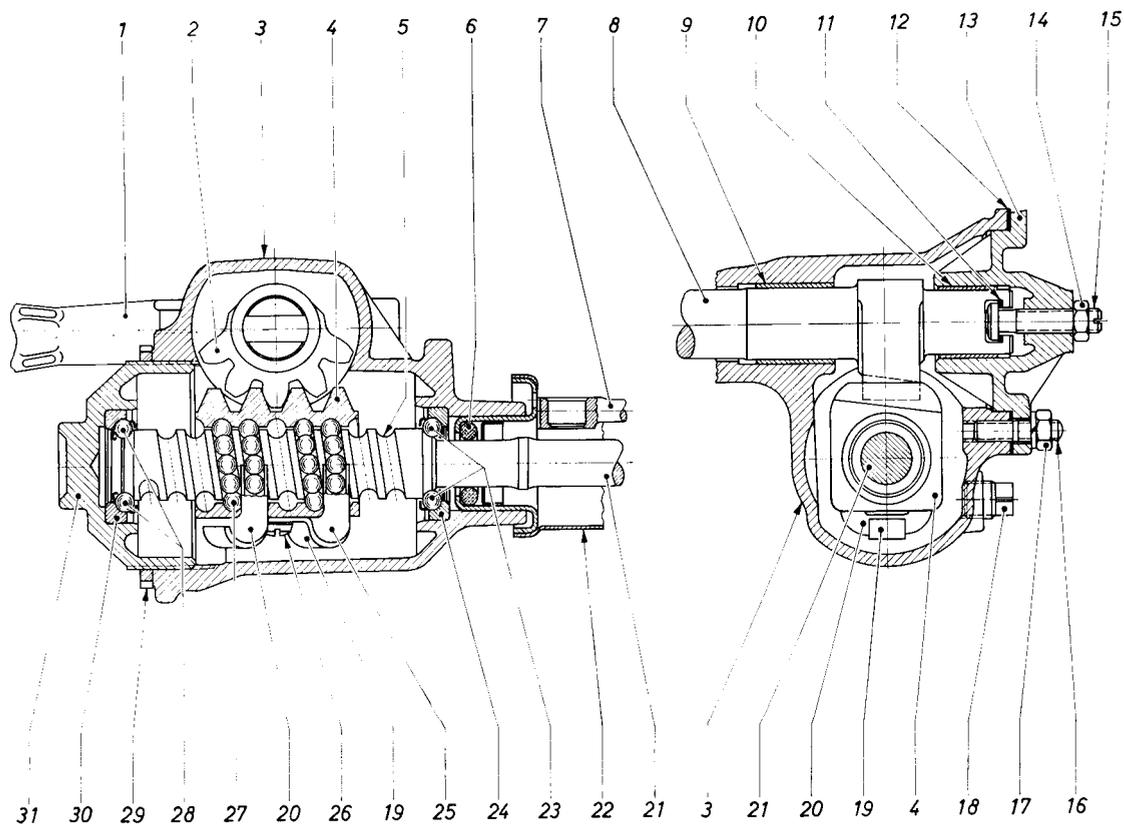


Bild 46 – Lenkgetriebe im Schnitt (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- |   |  |
|---|--|
| 1 Lenkstockhebel                                    | 17 Sechskantmutter, Federring                                      |
| 2 Lenksegment                                       | 18 Verschlußschraube für Öleinfüllöffnung                          |
| 3 Lenkgehäuse                                       | 19 Halteschelle für Kugelführungsrohre                             |
| 4 Lenkmutter  | 20 Vorderes Kugelführungsrohr                                      |
| 5 Kugellaufgewinde der Lenkspindel                  | 21 Lenkspindel   |
| 6 Gummidichtring                                    | 22 Lenkstützrohr   |
| 7 Untere Schallrohrstütze                           | 23 Kugelkäfig im Lenkgehäuse                                       |
| 8 Lenkstockwelle                                    | 24 Kugellagerring im Lenkgehäuse                                   |
| 9 Buchse für Lenkstockwelle, innen                  | 25 Hinteres Kugelführungsrohr                                      |
| 10 Buchse für Lenkstockwelle im Lenkgehäusedeckel   | 26 Linsenschraube mit Zahnscheibe – für Halteschelle an Lenkmutter |
| 11 Stahlscheibe (Auswahlpassung)                    | 27 Kugel vom Kugelumlaufsystem (insgesamt 54 Stück)                |
| 12 Papierdichtung                                   | 28 Kugelkäfig in Lagerstellkappe                                   |
| 13 Lenkgehäusedeckel                                | 29 Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe                         |
| 14 Gegenmutter für Einstellschraube                 | 30 Kugellagerring in Lagerstellkappe                               |
| 15 Einstellschraube für Lenkstockwellenlängsspiel   | 31 Lagerstellkappe   |
| 16 Gewindebolzen, mit Dichtungsmittel eingeschraubt |  |

Der innere Aufbau der Lenkgetriebe beider Lenkungsausführungen ist im Prinzip gleich. Der Unterschied liegt lediglich darin, daß einmal die Lenkspindel direkt mit dem Lenkgetriebe verbunden ist und zum anderen der Lenktriebeflansch auf der Lenkschraube durch das dazwischengeschaltete Stahlscheibengelenk eine Verbindung mit dem Lenkstützrohrflansch auf der Lenkspindel herstellt.

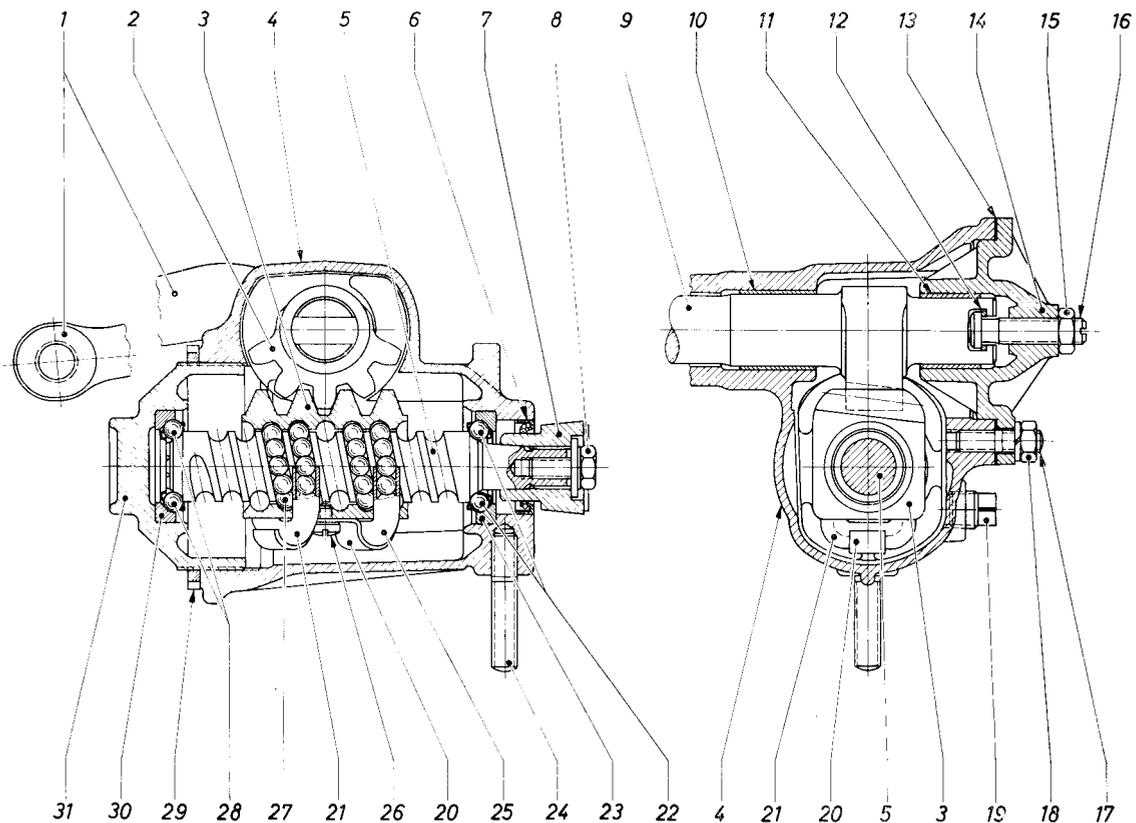


Bild 47 – Lenkgetriebe im Schnitt (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Lenkstockhebel</li> <li>2 Lenksegment</li> <li>3 Lenkmutter</li> <li>4 Lenkgehäuse</li> <li>5 Lenkschraube</li> <li>6 Oildichtring</li> <li>7 Lenktriebeflansch</li> <li>8 Sechskantschraube – Federscheibe, Scheibe – für Lenktriebeflansch an Lenkschraube</li> <li>9 Lenkstockwelle</li> <li>10 Buchse für Lenkstockwelle, innen</li> <li>11 Buchse für Lenkstockwelle im Lenkgehäusedeckel</li> <li>12 Stahlscheibe (Auswahlpassung)</li> <li>13 Papierdichtung</li> <li>14 Lenkgehäusedeckel</li> <li>15 Gegenmutter für Einstellschraube</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>16 Einstellschraube für Lenkstockwellenlängsspiel</li> <li>17 Gewindebolzen, mit Dichtungsmittel eingeschraubt</li> <li>18 Sechskantmutter, Federring</li> <li>19 Verschlußschraube für Öleinfüllöffnung</li> <li>20 Halteschelle für Kugelführungsrohr</li> <li>21 Vorderes Kugelführungsrohr</li> <li>22 Kugelkäfig im Lenkgehäuse</li> <li>23 Kugellagerring im Lenkgehäuse</li> <li>24 Stiftschraube</li> <li>25 Hinteres Kugelführungsrohr</li> <li>26 Linsenschraube mit Zahnscheibe – für Halteschelle an Lenkmutter</li> <li>27 Kugel vom Kugelumlauflsystem (insgesamt 54 Stück)</li> <li>28 Kugelkäfig in Lagerstellkappe</li> <li>29 Achkantgegenmutter für Lagerstellkappe</li> <li>30 Kugellagerring in Lagerstellkappe</li> <li>31 Lagerstellkappe</li> </ul> |
|--|--|

Bevor ein Zerlegen des Lenkgetriebes (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk) durchgeführt werden kann, muß der Lenktriebeflansch von der Lenkschraube abgezogen werden. Hierzu Lenkgetriebe unter Verwendung von Schutzbacken in den Schraubstock einspannen und Sechskantschraube (47/8) unter Gegenhalten des Lenktriebeflansches mit einem passenden

Rohrstück von Lenkschraube abschrauben (Bild 48).

Das Gegenhalten des Lenktriebeflansches ist deshalb erforderlich, damit sich die Lenkschraube (47/5) beim Lösen der Sechskantschraube **nicht in Endstellung drehen** und somit Beschädigungen im Lenkgetriebe hervorrufen kann.

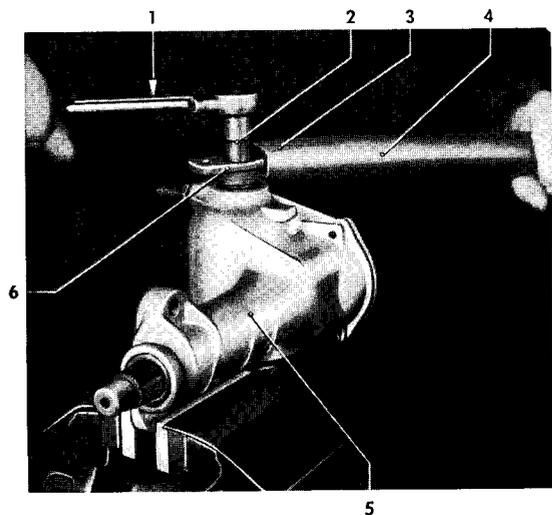


Bild 48 – Sechskantschraube für Lenktriebeflansch an Lenkschraube abschrauben (Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Ratsche
- 2 Sechskanteinsatz
- 3 Abgeflachtes Ende des Rohrstückes
- 4 Passendes Rohrstück
- 5 Lenkgetriebe
- 6 Lenktriebeflansch

Danach Lenktriebeflansch mit Spezial-Werkzeug unter Mitverwendung von zwei passenden Sechskantschrauben mit Muttern von Lenkschraube abziehen. Auch hier ist das Spezial-Werkzeug – wie in Bild 49 gezeigt – mit einem Schraubenzieher gegenzuhalten, damit sich die Lenkschraube nicht in Endstellung drehen kann.

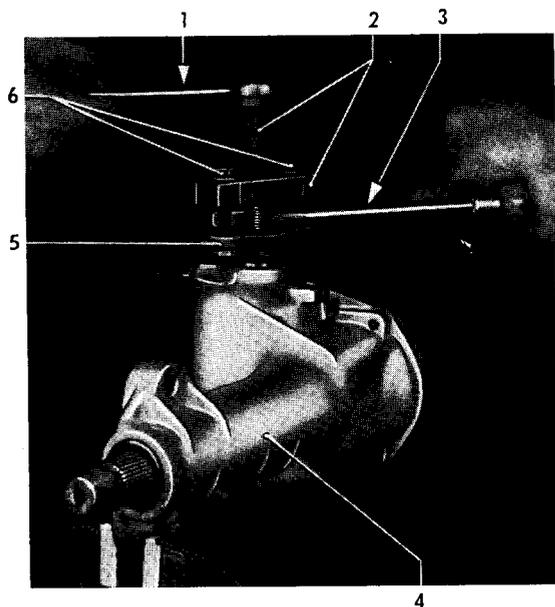


Bild 49 – Lenktriebeflansch von Lenkschraube abziehen (Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Ringschlüssel
- 2 Spezial-Werkzeug
- 3 Schraubenzieher zum Gegenhalten
- 4 Lenkgetriebe
- 5 Lenktriebeflansch
- 6 Sechskantschrauben, Scheiben, Muttern

Im weiteren Verlauf ist das Zerlegen der Lenkgetriebe beider Lenkungs Ausführungen gleich und wird anhand der Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr dargestellt.

Zunächst Lenkspindel (46/21) bzw. Lenkschraube (47/5) – bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk – durch provisorisches Aufsetzen des Lenkrades bzw. Lenktriebeflansches in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl vom Linkseinschlag zum Rechteinerschlag. **Dabei Lenkrad bzw. Lenktriebeflansch nicht schlagartig in linke oder rechte Endstellung drehen.**

Dann Gegenmutter der Einstellschraube lösen, Lenkgehäusedeckel vom Lenkgehäuse abschrauben – 2 Sechskantschrauben, 1 Sechskantmutter, Federringe – (Bild 50) und Lenkgehäusedeckel mit Lenkstockwelle aus Lenkgehäuse herausnehmen (Bild 51).

### Achtung!

**Beim Lenkgetriebe der Lenkungs Ausführung mit Stahlscheibengelenk ist die Ölfüllung noch nicht abgelassen.** Deshalb Gefäß zum Auffangen des Öles unterstellen.

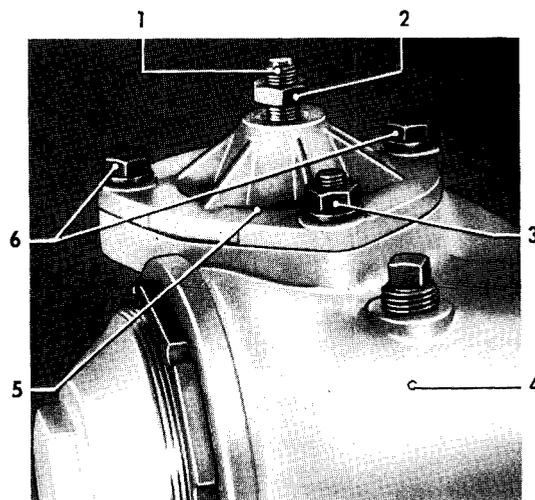


Bild 50 – Lenkgehäusedeckel auf Lenkgehäuse aufgeschraubt

- 1 Einstellschraube
- 2 Gegenmutter, gelöst
- 3 Sechskantmutter, Federring
- 4 Lenkgehäuse
- 5 Lenkgehäusedeckel
- 6 Sechskantschrauben, Federringe

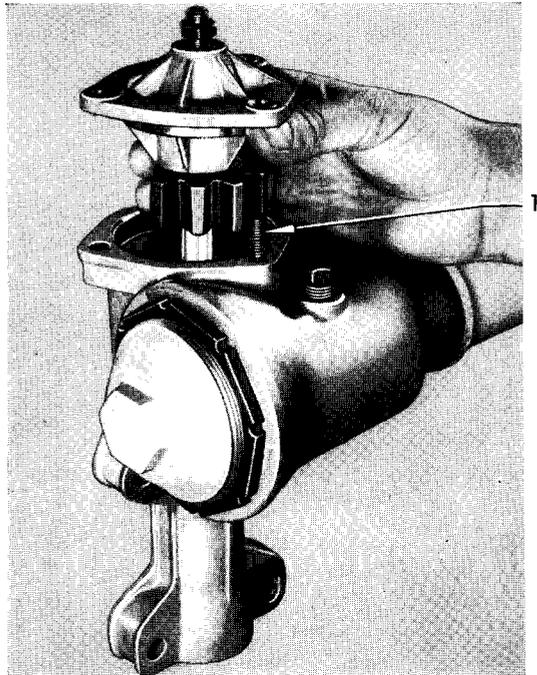


Bild 51 – Lenkgehäusedeckel mit Lenkstockwelle abnehmen

1 Gewindebolzen, mit Dichtungsmittel eingeschraubt

Gegenmutter von Einstellschraube abschrauben und Einstellschraube im Uhrzeigersinn völlig aus Lenkgehäusedeckel herausschrauben. Danach Einstellschraube mit Stahlscheibe aus Nut der Lenkstockwelle herausnehmen (Bild 52).

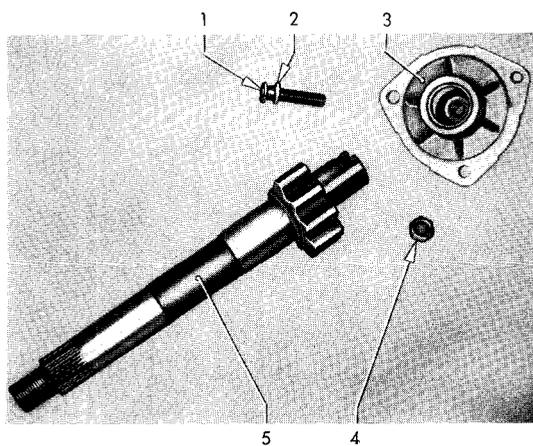


Bild 52 – Einstellschraube aus Lenkgehäusedeckel herausgeschraubt

1 Einstellschraube  
2 Stahlscheibe  
3 Lenkgehäusedeckel  
4 Gegenmutter  
5 Lenkstockwelle

Jetzt Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe mit Spezi­alschlüssel lösen (Bild 53), Lagerstell-

kappe aus Lenkgehäuse heraus­schrauben und Lenkspindel bzw. Lenkschraube mit Lenkmutter aus Lenkgehäuse herausziehen.

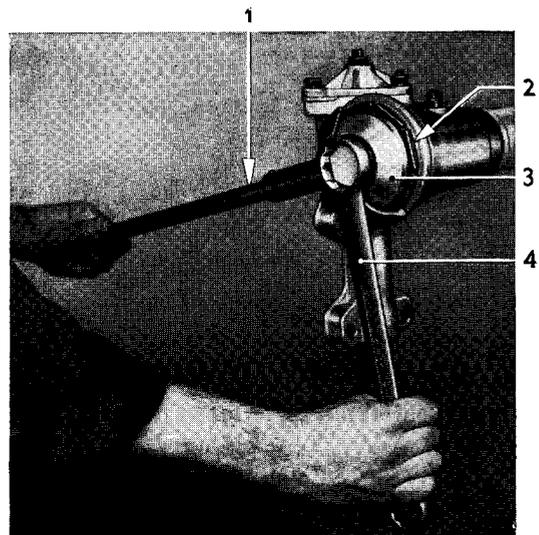


Bild 53 – Achtkantgegenmutter für Lagerstellkappe lösen (im Bild ist Lenkstockwelle noch eingebaut)

1 Spezi­alschlüssel  
2 Achtkantgegenmutter  
3 Lagerstellkappe  
4 Schlüssel an Lagerstellkappe angesetzt

Bei beiden Lenk­ausführungen jeweils den Öldichtring (54/2) für Lenkstockwelle aus Lenkgehäusehals (54/1) und beim Lenkgetriebe der Lenkung mit Stahlscheibengelenk zusätzlich den Öldichtring (47/6) für Lenkgetriebeflansch (47/7) aus Lenkgehäuse herauszwängen. Dabei darauf achten, daß der Sitz im Lenkgehäusehals bzw. Lenkgehäuse nicht beschädigt wird.

Anschließend ist – bei der Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr – der Gummidichtring (46/6) aus seinem Sitz im Lenkgehäuse mit passendem Drahtaken herauszunehmen, auf seinen Zustand zu überprüfen und wenn notwendig zu ersetzen. Der Dichtring läßt sich mit der Hand vom Lenkgehäuse aus einführen.

Schließlich sind die Schaltrohr­lagerungen auf Verschleiß zu überprüfen. Dies ist deshalb wichtig, weil der Ausbau des Schaltrohres, sofern erforderlich, nur bei zerlegtem Lenkgetriebe möglich ist.

Der Zusammenbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Um Funktionsstörungen im Lenkgetriebe zu vermeiden, ist beim Zusammenbau der betref-

fenden Teile mit peinlichster Sauberkeit vorzugehen.

Sofern der Gewindebolzen (51/1) im Lenkgehäuse für Lenkgehäusedeckelbefestigung ersetzt werden muß, ist dieser mit Dichtungsmittel in die durchgehende Gewindebohrung einzusetzen.

Neuen Öldichtring für Lenkstockwelle (Bild 54) bzw. für Lenkgetriebeflansch so in Lenkgehäusehals bzw. Lenkgehäuse einsetzen, daß die offene Seite der Lippe zum Lenkgehäuseinnern zeigt. Dann Öldichtring bis zur Bündigkeit mit der Gehäuseaußenfläche mit passendem Druckstück einpressen (Bild 54).

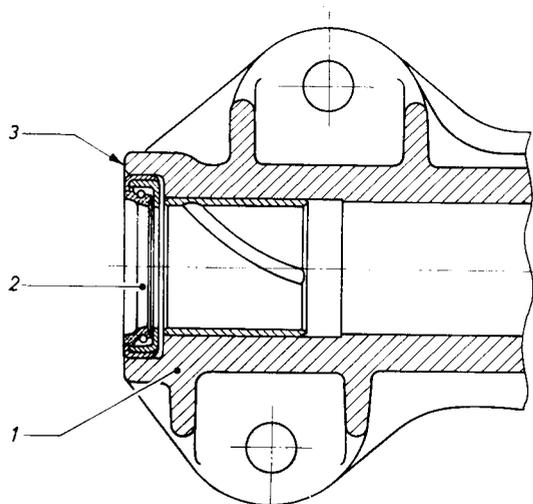


Bild 54 – Öldichtring für Lenkstockwelle im Lenkgehäusehals

- 1 Lenkgehäusehals
- 2 Öldichtring, bündig mit 3
- 3 Gehäuseaußenfläche

Bevor die Lenkspindel bzw. Lenkschraube zusammen mit der Lenkmutter in das Lenkgehäuse eingeführt wird, ist das Gehäuse in den Schraubstock unter Verwendung von Schutzbacken so einzuspannen, daß die Lagerstellkappenöffnung nach oben zeigt (Bild 55). Hierdurch ist die Gewähr gegeben, daß der nachfolgend eingelegte Kugelkäfig (46/23) für Kugellager im Lenkgehäuse in richtiger Lage im Kugellagering (46/24) liegen bleibt. Kugelkäfig einölen und mit kleinem Käfigdurchmesser in Lagerring einlegen.

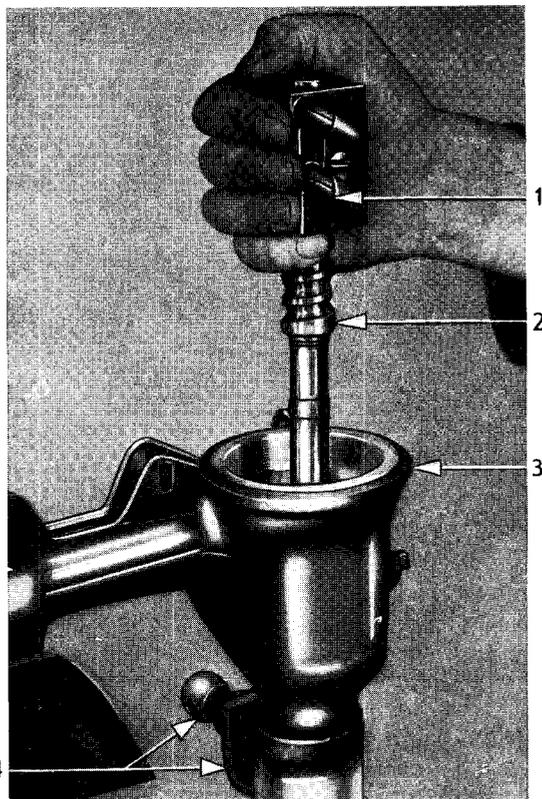


Bild 55 – Lenkspindel mit Lenkmutter in Lenkgehäuse einführen (Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Lenkmutter auf Lenkspindel
- 2 Lenkspindel
- 3 Lenkgehäuse
- 4 Schaltrohrhebel und -Gelenkhebel

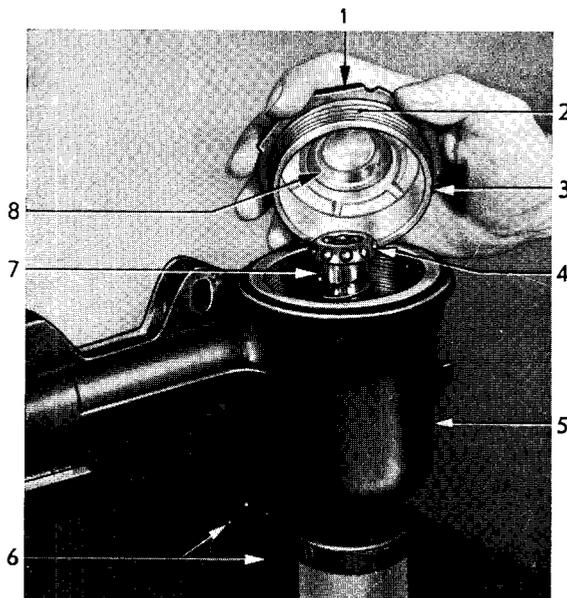


Bild 56 – Kugelkäfig auf Lenkspindel und Lagerstellkappe auf Lenkgehäuse aufsetzen (Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Achtkantgegenmutter
- 2 Gewinde der Lagerstellkappe
- 3 Lagerstellkappe
- 4 Kugelkäfig
- 5 Lenkgehäuse
- 6 Schaltrohrhebel und -Gelenkhebel
- 7 Lenkspindel
- 8 Kugellagering in Lagerstellkappe

Nach dem Einführen der Lenkspindel bzw. Lenkschraube in das Lenkgehäuse ist der Kugelkäfig (56/4) für Kugellager in Lagerstellkappe einzuölen und mit großem Käfigdurchmesser auf die Lenkspindel bzw. Lenkschraube aufzusetzen. Gewinde der Lagerstellkappe einfetten und Lagerstellkappe mit aufgeschraubter Achtkantgegenmutter in Lenkgehäuse leicht einschrauben (Bild 56).

Während des Einschraubens der Lagerstellkappe ist die Lenkspindel bzw. Lenkschraube zu drehen, damit sich die Kugelkäfige zu den Lagern zentrieren. Lagerstellkappe nur so weit einschrauben, bis Widerstand spürbar wird (Bild 57).

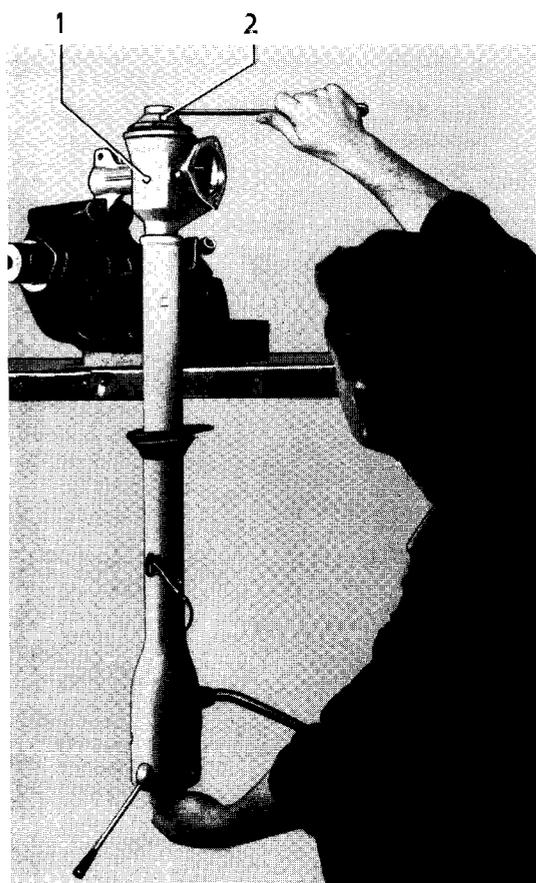


Bild 57 – Lagerstellkappe bei gleichzeitigem Drehen der Lenkspindel einschrauben (Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Lenkgehäuse in Schraubstock eingespannt
- 2 Lagerstellkappe einschrauben, bis Widerstand spürbar wird

Als nächstes ist die Lenkstockwelle mit Lenkgehäusedeckel einbaufertig vorzubereiten. Hierzu Einstellschraube durch Auswahl einer neuen entsprechenden Stahlscheibe in Nut der Lenk-

stockwelle einpassen (Bild 58). Dabei soll sich die Einstellschraube mit Stahlscheibe **saugend in die Nut der Lenkstockwelle einführen** und die Schraube in der Nut **leicht drehen lassen**. Vorher Stahlscheibe und Kopf der Einstellschraube einölen.

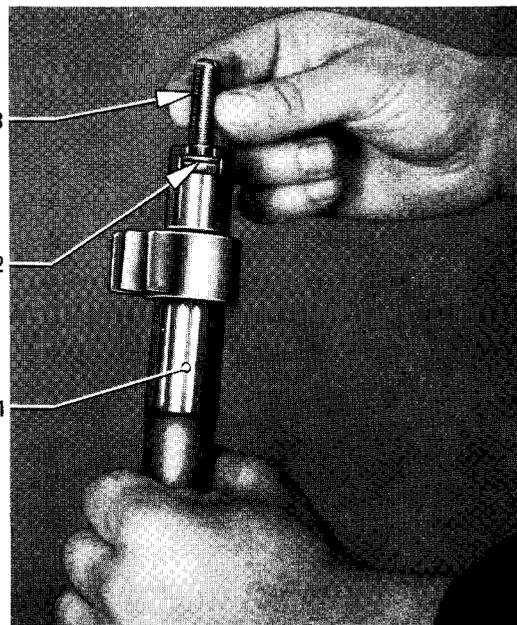


Bild 58 – Einstellschraube mit Stahlscheibe in Lenkstockwelle einpassen

- 1 Lenkstockwelle
- 2 Stahlscheibe
- 3 Einstellschraube

Lenkgehäusedeckel auf Einstellschraube aufsetzen und Schraube in Deckel mit Schraubenzieher entgegen dem Uhrzeigersinn bis zur Anlage der Lenkstockwelle am Deckel einschrauben, wobei vorher die Buchse im Lenkgehäusedeckel einzuölen ist. Gegenmutter auf Einstellschraube lose aufschrauben und neue Papierdichtung (46/12) auf Lenkgehäusedeckel mit Fett aufkleben.

Jetzt Lenkung unter Verwendung eines Hartholzfußers am Lenkstützrohr **waagrecht** in den Schraubstock **einspannen**, wobei der **Lenkgehäusehals schräg nach oben** zeigen soll. Das Lenkgetriebe der Lenkung mit Stahlscheibengelenk ist gleichfalls dementsprechend in den Schraubstock einzuspannen. Dies ist deshalb erforderlich, damit die Lenkmutter auf der Lenkspindel bzw. Lenkschraube eine für das Einführen der Lenkstockwelle günstige Stellung bekommt – kippt nach unten.

Durch provisorisches Aufstecken und entsprechendes Drehen des Lenkrades bzw. Lenktriebflansches ist die **Lenkmutter genau in Mittelstellung** zu bringen.

Um beim Einführen der Lenkstockwelle ein Beschädigen des Öldichtringes im Lenkgehäusehals zu verhindern, ist eine Schutzhülse (Spezial-Werkzeug) von außen in den Öldichtring einzusetzen. Lagerstellen der Lenkstockwelle einölen und Lenkstockwelle zusammen mit Lenkgehäusedeckel so in Lenkgehäuse einführen, daß sich der mittlere Zahn des Lenksegmentes in die mittlere Zahnlücke der Lenkmutter einsetzt. Beim Einführen der Lenkstockwelle ist die Schutzhülse gegenzuhalten, damit die Lenkstockwellen-Riffelverzahnung die Lippe des Dichtringes nicht beschädigt (Bild 59).

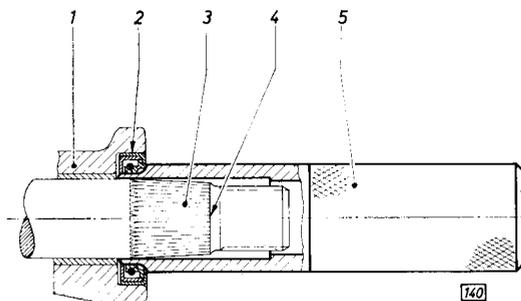


Bild 59 – Lenkstockwelle in Lenkgehäuse einführen

- 1 Lenkgehäusehals
- 2 Öldichtring
- 3 Lenkstockwellen-Riffelverzahnung
- 4 Stirnkanten von 3
- 5 Schutzhülse (Spezial-Werkzeug), in Öldichtring eingesetzt

Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk ist jetzt – in **genauer Mittelstellung** der Lenkschraube – der Lenktriebflansch so auf die Lenkschraube aufzustecken, daß der Flansch zur Kerbmarkierung auf der Stirnseite der Lenkschraube senkrecht steht, wobei die Flanschhälfte mit der Körnermarkierung nach oben zeigen muß (Bild 60). Hierzu Lenktriebe gemäß Bild 61 unter Verwendung von Schutzbacken in den Schraubstock einspannen.

Sechskantschraube für Lenktriebflansch an Lenkschraube auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen. Hierbei Flansch mit einem passenden Rohrstück gegenhalten, damit sich die Lenkschraube beim Anziehen **nicht in Endstellung drehen** und somit Beschädigungen im Lenktriebe hervorrufen kann (Bild 61).

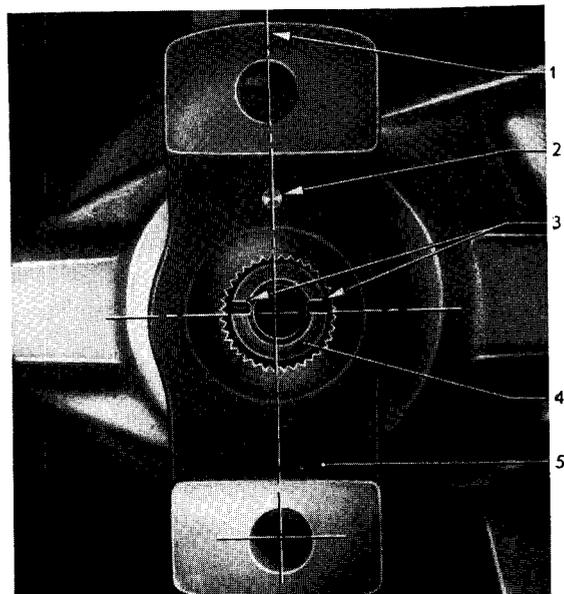


Bild 60 – Lenktriebflansch zur Lenkschraube ausgerichtet (Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Gedachte senkrechte Linie durch Lenktriebflansch und Lenkschraube
- 2 Körnermarkierung in oberer Hälfte des Lenktriebflansches
- 3 Kerbmarkierung auf Stirnseite der Lenkschraube
- 4 Lenkschraube
- 5 Lenktriebflansch

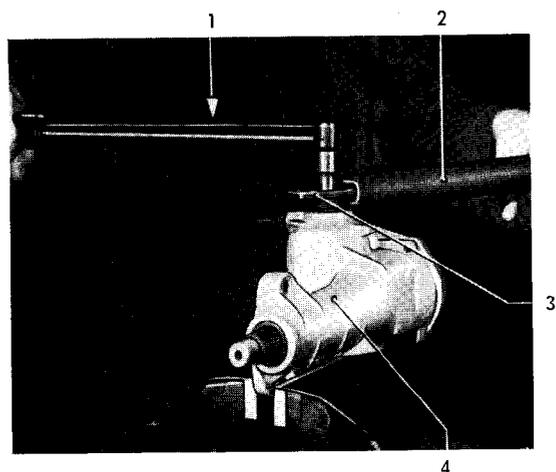


Bild 61 – Sechskantschraube für Lenktriebflansch an Lenkschraube festziehen (Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Drehmomentschlüssel
- 2 Passendes Rohrstück
- 3 Lenktriebflansch
- 4 Lenktriebe

Lenkung bzw. Lenktriebe einstellen (siehe Arbeitsvorgang „Einstellung der Lenkung“) und nach Einbau in den Wagen Lenkgehäuse mit Öl bis Unterkante Einfüllöffnung auffüllen.

# Lenkmutter an Lenkspindel bzw. Lenkschraube ab- und anbauen

Die Arbeiten hierfür sind bei beiden Lenkungs- ausführungen gleich. Lediglich der Zusammen- bau Lenkmutter befindet sich einmal auf der „Lenkspindel“ und zum anderen auf der kürze- ren „Lenkschraube“.

Nachfolgend ist der Arbeitsvorgang für die Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr, also für Lenkmutter auf Lenkspindel beschrieben.

Zunächst ist die Lenkspindel mit Lenkmutter aus dem Lenkgehäuse auszubauen (siehe Ar- beitsvorgang „Lenkgetriebe zerlegen und zu- sammenbauen“). Dann Lenkspindel unter Ver- wendung von Schutzbacken in den Schraub- stock einspannen und Halteschelle für Kugel- führungsrohre von Lenkmutter abschrauben – Linsenschraube mit Zahnscheibe (Bild 62).

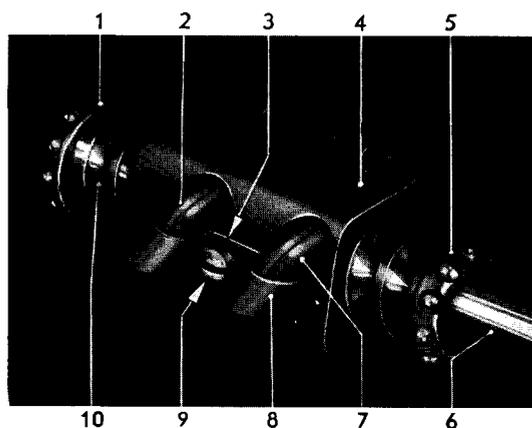


Bild 62 – Lenkmutter-Zusammenbau

- 1 Kugelkäfig für Lager in Lagerstellkappe
- 2 Vorderes Kugelführungsrohr, zweiteilig
- 3 Zahnscheibe
- 4 Lenkmutter
- 5 Kugelkäfig für Lager im Lenkgehäuse
- 6 Lenkspindel
- 7 Hinteres Kugelführungsrohr, zweiteilig
- 8 Halteschelle für Kugelführungsrohre
- 9 Linsenschraube für Halteschelle an Lenkmutter
- 10 Kugellaufgewinde auf Lenkspindel

Beide zweiteiligen Kugelführungsrohre – wie in Bild 63 gezeigt – mit einem Schraubenzieher aus den Kugeleinfüllöffnungen der Lenkmutter

herausziehen, auseinanderklappen und Kugeln – in jedem Rohr 9 Stück – herausnehmen.

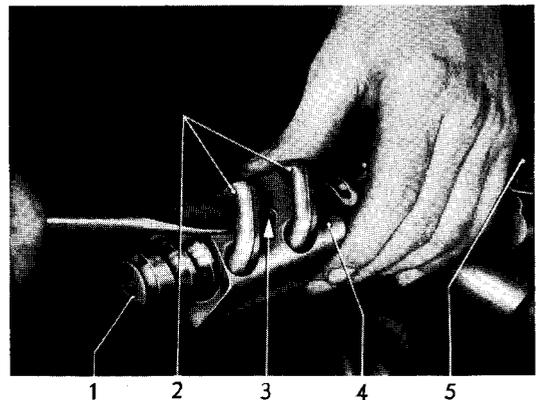


Bild 63 – Kugelführungsrohr aus Lenkmutter herausziehen

- 1 Lenkspindel
- 2 Kugelführungsrohre, zweiteilig
- 3 Gewindeloch für Linsenschraube
- 4 Lenkmutter
- 5 Schutzbacken im Schraubstock

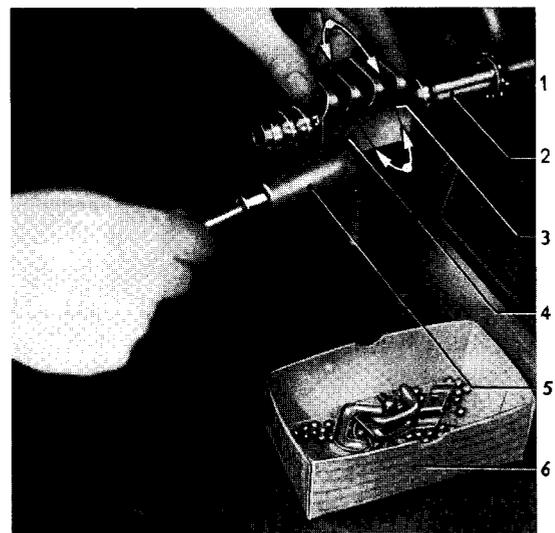


Bild 64 – Kugeln aus Lenkmutter entfernen

- 1 Kugelkäfig für Lager im Lenkgehäuse
- 2 Lenkspindel
- 3 In diesen Richtungen Lenkmutter drehen, damit sämtliche Kugeln aus Lenkmutter herausfallen
- 4 Lenkmutter
- 5 Schraubenzieherheft
- 6 Behälter zum Auffangen der Kugeln

Jetzt Lenkmutter auf Lenkspindel so drehen, daß die Kugeleinfüllöffnungen nach unten zeigen. In dieser Stellung sämtliche Kugeln in der Lenkmutter durch leichtes Klopfen mit einem Schraubenzieherheft und gleichzeitigem Hin- und Herbewegen der Lenkmutter entfernen – Gesamtfüllung = 54 Stück – (Bild 64). Hierbei ist ein Behälter zum Auffangen der Kugeln unterzustellen. Danach Lenkmutter von Lenkspindel abnehmen.

Der Zusammenbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Alle Teile peinlichst mit Waschbenzin reinigen und einzeln auf Verschleiß und Beschädigungen überprüfen.

**Die Prüfung erstreckt sich auf Oberflächengüte der Kugeln, auf Abbröckelungen, auf Risse und auf Eindrücke am Kugellaufgewinde der Lenkmutter und der Lenkspindel. Hierzu ist ein gutes Vergrößerungsglas erforderlich. Bei bereits kleinsten Beschädigungen von Teilen sind diese unbedingt durch neue zu ersetzen.**

Die Lenkspindel oder die Lenkmutter ist einzeln nicht austauschbar, so daß bei Beschädigung eines dieser Teile stets der komplette Zusammenbau Lenkspindel mit Lenkmutter ausgetauscht werden muß.

**Bei Verlust oder Beschädigung auch nur einer einzigen Kugel müssen sämtliche restlichen Kugeln entfernt und durch einen neuen kompletten Kugelsatz – 54 Stück – ersetzt werden, da nur innerhalb eines Kugelsatzes die Maßhaltigkeit der einzelnen Kugeln zueinander in dem geforderten Toleranzband liegt.**

Das Aufschieben der Lenkmutter auf die Lenkspindel ist – wie in Bild 65 veranschaulicht – so vorzunehmen, daß der **schmale Zahnkopf (65/7) der Außenverzahnung im eingebauten Zustand zur Anlagefläche für den Lenkgehäusedeckel und die Außenverzahnung der Lenkmutter nach Einbau zum Lenksegment der Lenkstockwelle zeigen.** Vorher Kugellaufgewinde der Lenkmutter und Lenkspindel leicht mit reiner Vaseline einfetten.

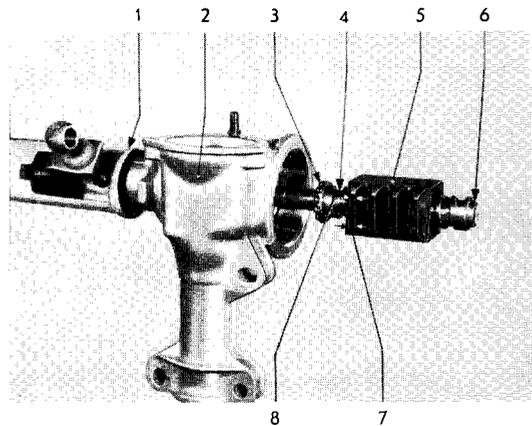


Bild 65 – Lage der Lenkmutter auf Lenkspindel (zur Veranschaulichung ist Lenkspindel in Lenkgehäuse und Lenkstützrohr eingeführt)

- 1 Lenkstützrohr
- 2 Lenkgehäuse
- 3 Kugellager für Lager im Lenkgehäuse
- 4 Kugellaufgewinde der Lenkspindel
- 5 Lenkmutter
- 6 Lenkspindel
- 7 Breiter Zahnkopf der Lenkmutter
- 8 Schmäler Zahnkopf der Lenkmutter, zeigt im eingebauten Zustand zur Anlagefläche des Lenkgehäusedeckels

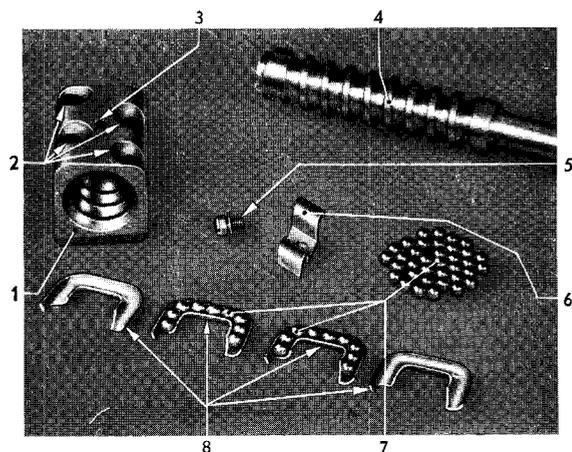


Bild 66 – Einzelteile für den Zusammenbau von Lenkmutter und Lenkspindel

- 1 Lenkmutter
- 2 Kugeleinfüllöffnungen der Lenkmutter
- 3 Gewindeloch für Linsenschraube
- 4 Gewindespitze des Kugellaufgewindes der Lenkspindel
- 5 Linsenschraube mit Zahnscheibe
- 6 Halteschelle für Kugelführungsrohr
- 7 Kugeln, insgesamt 54 Stück (je 9 Stück in zwei Rohrhälften eingelegt)
- 8 Rohrhälften der Kugelführungsrohre, zwei Hälften mit je 9 Kugeln gefüllt

Jetzt Lenkmutter zum Kugellaufgewinde der Lenkspindel so ausrichten, daß das Gewindeloch (66/3) für die Linsenschraube in Mitte einer Gewindespitze (66/4) steht. Hierbei liegen die Kugellaufgewinde der Lenkspindel und der

Lenkmutter übereinander, so daß die Kugeln leicht eingeführt werden können.

Achtzehn Kugeln – gesamter Satz besteht aus 54 Stück – gleichmäßig verteilt in beide Kugelfüllöffnungen eines beliebigen Kugellagerlaufes einfüllen. Hierbei Lenkmutter hin- und herbewegen und gleichzeitig Kugeln mit einem passend zugespitzten Holzstab nachschieben (Bild 67). Auf keinen Fall dürfen zum Nachschieben der Kugeln Stahlwerkzeuge verwendet werden, da hierdurch Oberflächenverletzungen des Werkstoffes eintreten.

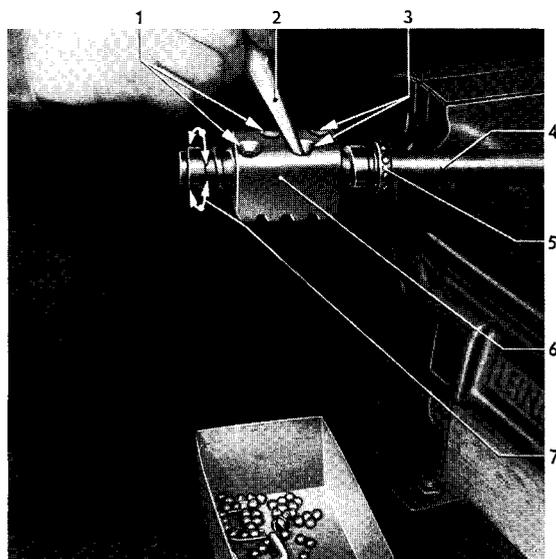


Bild 67 – Kugeln in Lenkmutter einfüllen

- 1 Kugelfüllöffnungen für vorderen Kugellagerlauf
- 2 Holzstab zum Nachschieben der Kugeln
- 3 Kugelfüllöffnungen für hinteren Kugellagerlauf
- 4 Lenkspindel
- 5 Kugellager für Lager im Lenkgehäuse
- 6 Lenkmutter
- 7 In diesen Richtungen Lenkmutter zum Einfüllen aller Kugeln hin- und herdrehen

Eine beliebige Rohrhälfte der Kugelführungsrohre innen mit reiner Vaseline bestreichen und 9 Kugeln einlegen (Bild 68). Danach eine zweite, leere Rohrhälfte auf die mit Kugeln gefüllte Rohrhälfte aufsetzen und beide Rohrenden mit reiner Vaseline verschließen. Zum Haften der Kugeln im Kugelführungsrohr darf nur **reine Vaseline** verwendet werden, da diese sich später im Ölbad restlos auflöst, während sich bei

jedem anderen Fett Rückstände bilden können, die im Fahrbetrieb Klemmerscheinungen verursachen.

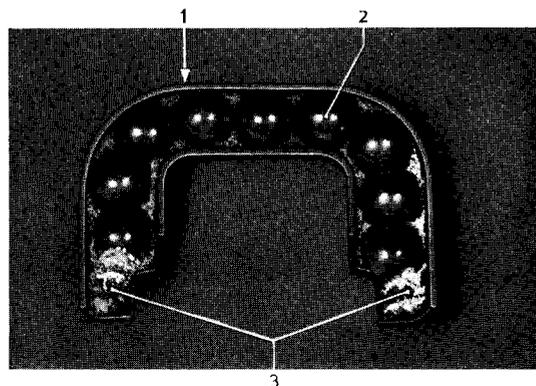


Bild 68 – Neun Kugeln mit reiner Vaseline in Rohrhälfte eingelegt

- 1 Rohrhälfte eines Führungsrohres
- 2 Kugel, insgesamt 9 Stück für eine Rohrhälfte
- 3 Reine Vaseline

Das komplette Kugelführungsrohr mit eingelegten Kugeln in Kugelfüllöffnungen des bereits gefüllten Kugellagerlaufes der Lenkmutter einsetzen (Bild 69) und mit Schraubenzieherheft leicht in richtige Lage klopfen (Bild 70).

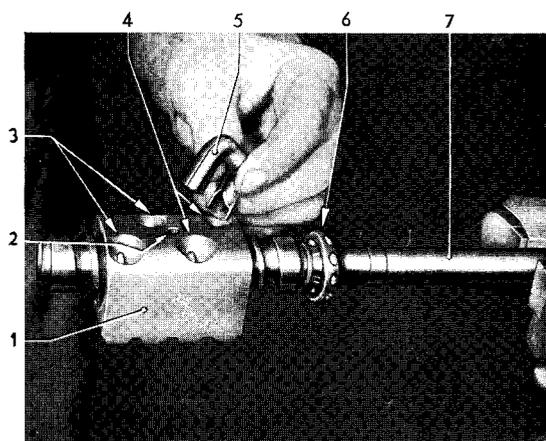


Bild 69 – Kugelführungsrohr mit Kugeln in Lenkmutter einsetzen

- 1 Lenkmutter
- 2 Gewindeloch für Linsenschraube
- 3 Kugelfüllöffnungen für vorderen Kugellagerlauf
- 4 Kugelfüllöffnungen für hinteren Kugellagerlauf
- 5 Kugelführungsrohr mit 9 Kugeln gefüllt
- 6 Kugellager für Lager im Lenkgehäuse
- 7 Lenkspindel

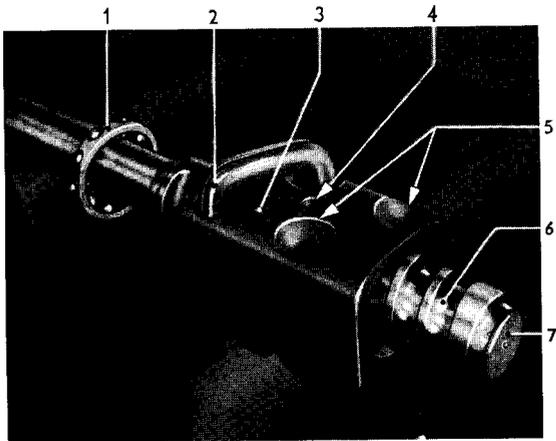


Bild 70 – Hinterer Kugelkreislauf mit Kugelführungsrohr geschlossen

- 1 Kugelkäfig für Lager im Lenkgehäuse
- 2 Kugelführungsrohr für hinteren Kugelkreislauf in Lenkmutter eingedrückt
- 3 Lenkmutter
- 4 Gewindeloch für Linsenschraube
- 5 Kugeleinfüllöffnungen für vorderen Kugelkreislauf
- 6 Kugellaufgewinde der Lenkspindel
- 7 Lenkspindel

Der Kugeleinfüllvorgang in Lenkmutter und in Kugelführungsrohr für den zweiten Kugelkreislauf ist mit dem vorher beschriebenen ersten Kugelkreislauf identisch.

Demnach ergibt sich folgende Reihenfolge für den Kugeleinfüllvorgang:

- In beliebigen Kugelkreislauf der Lenkmutter = 18 Kugeln
- In beliebige Kugelführungsrohrhälfte = 9 Kugeln
- Entspricht der Füllung eines Kugelkreislaufes = 27 Kugeln
- In noch freien Kugelkreislauf der Lenkmutter = 18 Kugeln
- In noch freie Kugelführungsrohrhälfte = 9 Kugeln
- Entspricht der Füllung beider Kugelkreisläufe = 54 Kugeln

Nach dem Einfüllen der Kugeln sind beide Kugelführungsrohre mit der Halteschelle durch die Linsenschraube auf das vorgeschriebene Drehmoment festzuschrauben (Bild 71).

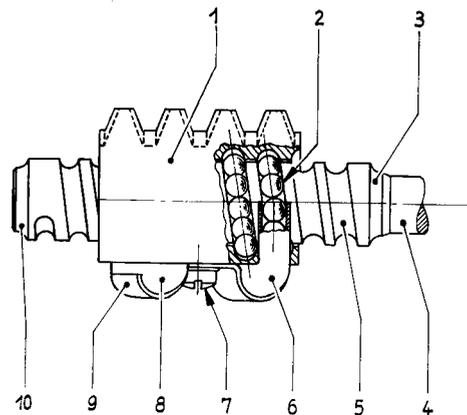


Bild 71 – Anordnung der Lenkspindel mit Lenkmutter

- 1 Lenkmutter
- 2 Hinterer Kugelkreislauf (mit 27 Kugeln gefüllt)
- 3 Sitz des Kugelkäfigs für Lager im Lenkgehäuse
- 4 Lenkspindel
- 5 Kugellaufgewinde der Lenkspindel
- 6 Hinteres Kugelführungsrohr
- 7 Linsenschraube mit Zahnscheibe
- 8 Vorderes Kugelführungsrohr
- 9 Halteschelle für beide Kugelführungsrohre
- 10 Sitz des Kugelkäfigs für Lager in Lagerstellkappe

Zusammenbau Lenkspindel mit Lenkmutter durch Drehen der Lenkmutter auf leichte Gängigkeit prüfen.

**Falls die Lenkmutter an einzelnen Stellen klemmt, ist die Überprüfung der einzelnen Teile nicht sorgfältig genug durchgeführt und vorhandene Mängel sind übersehen worden. In diesem Fall muß der Zusammenbau nochmals zerlegt und die Untersuchung auf Beschädigung der einzelnen Teile gründlichst wiederholt werden. Auf keinen Fall darf ein Zusammenbau mit Klemmerscheinungen zum Einbau gelangen.**

Danach Lenkspindel mit Lenkmutter in Lenkgehäuse einbauen.

## Buchsen für Lenkstockwelle im Lenkgehäuse ersetzen

Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut und Lenkgetriebe zerlegt

Die Arbeiten hierfür sind bei beiden Lenkungsausführungen gleich. Als Grundlage ist nachfolgend der Arbeitsvorgang für die Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr beschrieben.

Zum Herausziehen der inneren Buchse aus dem Lenkgehäuse wird ein Spezial-Auszieher mit **kurzem Abstandrohr** an Stelle des zum Auszieher gehörenden langen Abstandrohres verwendet (Bild 72).

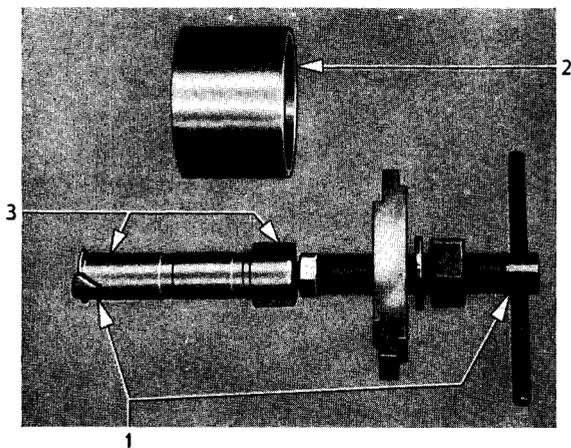


Bild 72 – Spezial-Werkzeug zum Herausziehen der inneren Buchse aus Lenkgehäuse

- 1 Spezial-Auszieher
- 2 Kurzes Abstandrohr (Spezial-Werkzeug)
- 3 Spezial-Innenauszieher, zu 1 gehörend

Die Spreizzacken des Spezial-Innenausziehers (72/3) sind unter der inneren Lenkstockwellen-Lagerbuchse anzusetzen und durch Anziehen der Sechskantmutter auseinanderzuspreizen (Bild 73). Dabei darauf achten, daß die Spreizzacken nicht an der Buchsenaufnahmebohrung zum Anliegen kommen.

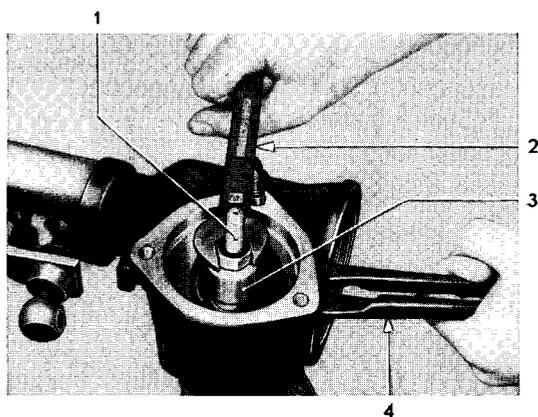


Bild 73 – Spezial-Innenauszieher unter innerer Buchse angesetzt

- 1 Keilspindel von 3
- 2 Schlüssel zum Anziehen der Sechskantmutter
- 3 Spezial-Innenauszieher
- 4 Zange zum Gegenhalten am Innenauszieher angesetzt

Dann innere Buchse unter Verwendung der übrigen Teile des Spezial-Ausziehers und des kurzen Abstandrohres aus Lenkgehäuse herausziehen (Bild 74).

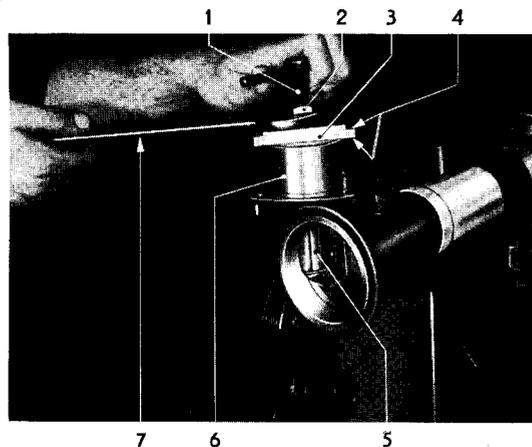


Bild 74 – Innere Buchse aus Lenkgehäuse herausziehen

- 1 Knebelschraube des Spezial-Ausziehers
- 2 Abdrückmutter des Spezial-Ausziehers
- 3 Druckklappe des Spezial-Ausziehers mit passender Aussparung auf Abstandrohr aufgesetzt
- 4 Zwei Aussparungen an Druckklappe, passend für Abstandrohr und Lenkgehäuse
- 5 Spezial-Innenauszieher
- 6 Kurzes Abstandrohr (Spezial-Werkzeug)
- 7 Schlüssel, an 2 angesetzt

Die äußere Buchse wird mit einem Spezial-Auspreßdorn aus dem Lenkgehäuse herausgedrückt (Bild 75).

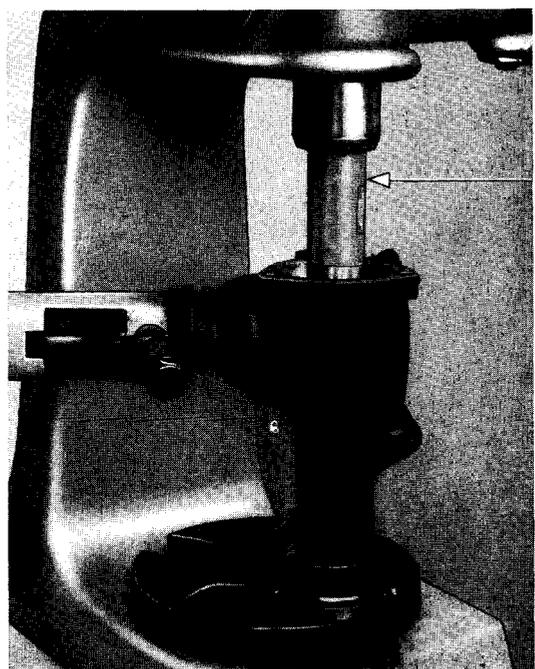


Bild 75 – Äußere Buchse aus Lenkgehäuse herausdrücken

- 1 Spezial-Auspreßdorn

Zunächst die innere Buchse, dann die äußere Buchse jeweils mit einem gesonderten Spezial-Einpreßdorn in Lenkgehäuse eindrücken (Bild 76)

und 77) – Hartholzunterlage verwenden –, wobei der Nutauslauf (80/1) der äußeren Buchse zum Lenkgehäuseinnern zeigen muß.

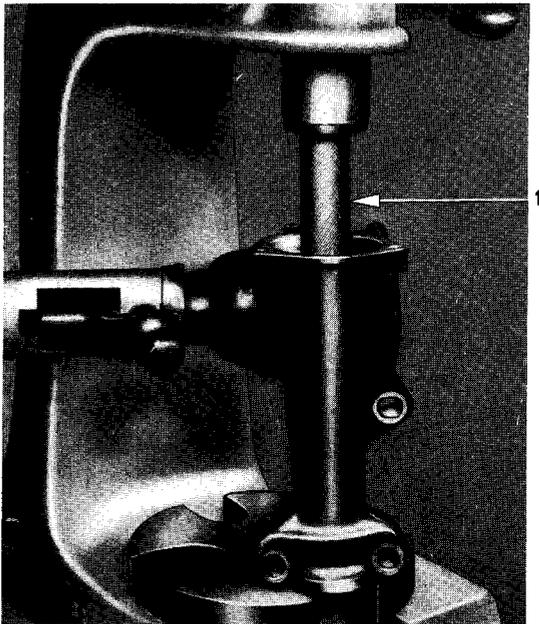


Bild 76 – Innere Buchse in Lenkgehäuse eindrücken

1 Spezial-Einpreßdorn

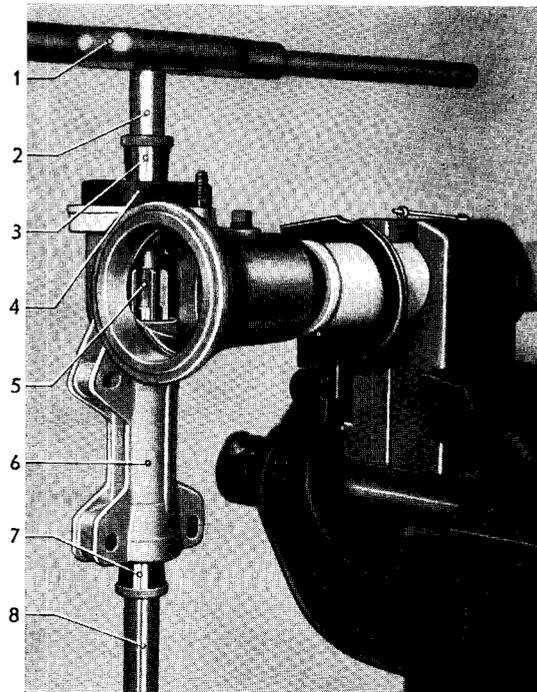


Bild 78 – Innere Buchse ausreiben

- 1 Windeisen
- 2 Verlängerungsstück, kurz
- 3 Zentrierbuchse
- 4 Führungsscheibe (Spezial-Werkzeug)
- 5 Verstellbare Reibahle
- 6 Lenkgehäuse
- 7 Zentrierbuchse
- 8 Verlängerungsstück, lang

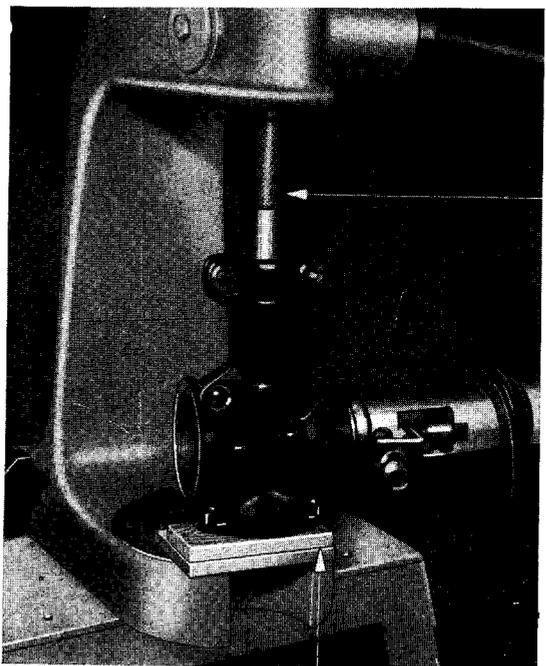


Bild 77 – Äußere Buchse in Lenkgehäuse eindrücken

- 1 Spezial-Einpreßdorn
- 2 Hartholzunterlage

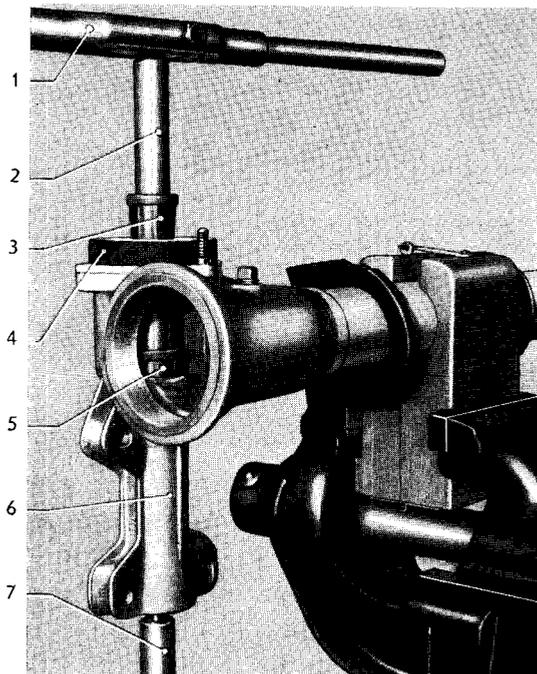


Bild 79 – Äußere Buchse ausreiben

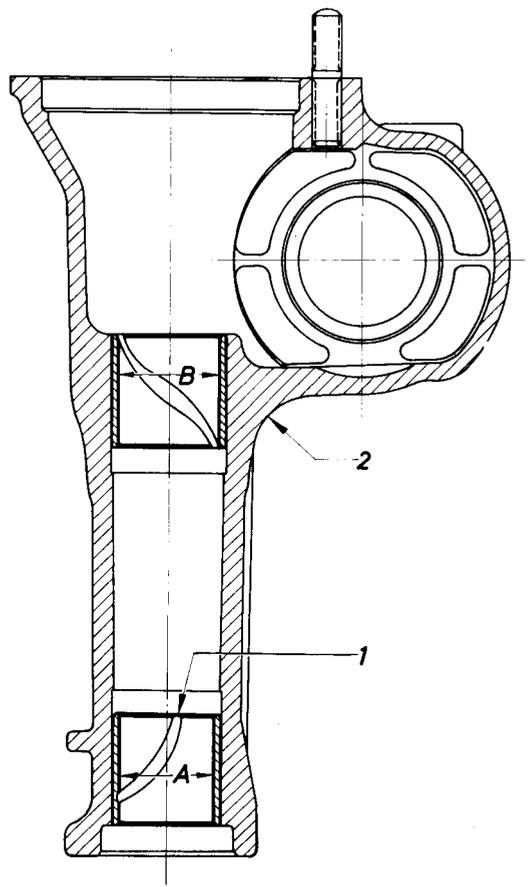
- 1 Windeisen
- 2 Verlängerungsstück, lang
- 3 Zentrierbuchse
- 4 Führungsscheibe (Spezial-Werkzeug)
- 5 Zentrierbuchse, in bereits ausgeriebener Lenkstockwellen-Lagerbuchse eingesetzt
- 6 Lenkgehäuse
- 7 Verlängerungsstück, kurz

Für das Ausreiben der beiden eingepreßten Buchsen ist eine verstellbare Reibahle mit den entsprechenden Führungsteilen zu verwenden. Als erstes die innere Buchse und anschließend die äußere Buchse auf das vorgeschriebene Maß ausreiben (Bild 78 und 79). Danach beide Buchsen mit der Meßuhr prüfen.

Das Ausreiben der Lenkstockwellen-Lagerbuchsen ist stets in der Weise und Reihenfolge, wie in den Bildern 78 und 79 gezeigt, durchzuführen, da andernfalls ein einwandfreies Fluchten der 3 Lagerstellen für die Lenkstockwelle nicht erreicht wird.

Anschließend Lenkgehäuse gut von Spänen säubern und die Fluchtung der ausgeriebenen Buchsen zueinander durch Einführen der Lenkstockwelle prüfen.

**Die Buchse für Lenkstockwelle im Lenkgehäuse-  
deckel ist als Einzelteil nicht lieferbar. Bei Ver-  
schleiß ist der Zusammenbau „Deckel mit  
Buchse“ zu erneuern.**



- 1 Nutauslauf der äußeren Buchse zeigt zum Lenkgehäuseinnern
- 2 Lenkgehäuse
- A = Ausreibmaß der äußeren Buchse
- B = Ausreibmaß der inneren Buchse

Bild 80 – Lage der Buchsen für Lenkstockwelle im Lenkgehäuse

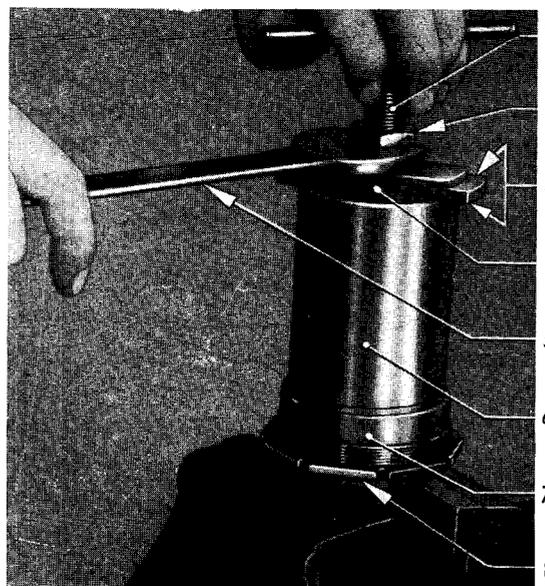
## Kugellagerring für Lenkspindel bzw. Lenkschraube im Lenkgehäuse und in Lagerstellkappe ersetzen

Lenkung bzw. Lenkgetriebe ausgebaut und Lenkgetriebe zerlegt

Die Arbeiten hierfür sind bei beiden Lenkungsausführungen gleich. Als Grundlage ist nachfolgend der Arbeitsvorgang für die Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr beschrieben. Zum Durchführen der entsprechenden Arbeiten kommt ein Spezial-Auszieher, aus verschiedenen Einzelteilen bestehend, zur Anwendung (Bild 72).

Bild 81 – Kugellagerring aus Lagerstellkappe herausziehen

- 1 Knebelschraube des Spezial-Ausziehers
- 2 Abdrückmutter des Spezial-Ausziehers
- 3 Zwei Aussparungen an Drucklasche, passend für Abstandrohr und Lenkgehäuse
- 4 Drucklasche des Spezial-Ausziehers mit passender Aussparung auf Abstandrohr aufgesetzt
- 5 Schlüssel zum Anziehen der Abdrückmutter
- 6 Abstandrohr des Spezial-Ausziehers
- 7 Lagerstellkappe
- 8 Achtkantgegenmutter



Zunächst ist die Lagerstellkappe mit ihrem Sechskant in den Schraubstock einzuspannen. Dann die Spreizzacken des Spezial-Innenausziehers (72/3) unter dem Kugellagerring ansetzen und durch Anziehen der Mutter auseinanderspreizen. Abstandrohr – zum Spezial-Auszieher gehörend – in Lagerstellkappe einsetzen und Kugellagerring unter Verwendung der übrigen Teile des Spezial-Ausziehers aus Lagerstellkappe herausziehen (Bild 81).

Neuen Kugellagerring mit Spezial-Einpreßdorn in Lagerstellkappe bis zur satten Anlage eindrücken. Hierbei dienen das Abstandrohr und die Drucklasche des Spezial-Ausziehers als Führung für den Einpreßdorn (Bild 82).

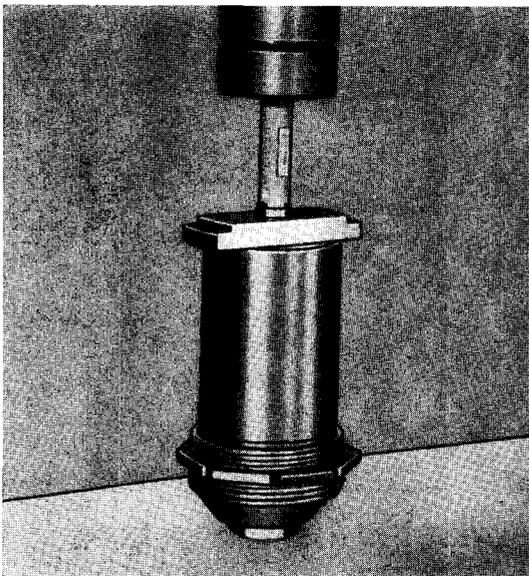


Bild 82 – Kugellagerring in Lagerstellkappe eindrücken

Jetzt Spreizzacken des Spezial-Innenausziehers (72/3) unter dem Kugellagerring im Lenkgehäuse ansetzen, durch Anziehen der Sechskantmutter auseinanderspreizen und mit Knebelschraube und Drucklasche des Spezial-Ausziehers aus dem Lenkgehäuse herausziehen (Bild 83).

Neuen Kugellagerring mit Spezial-Einpreßdorn und Drucklasche des Spezial-Ausziehers, die als Führung dient, mit Kunststoffhammer bis zur satten Anlage in Lenkgehäuse eintreiben. Hierbei Lenkgehäuse mit Lenkstützrohr von einem zweiten Monteur frei halten lassen, also Lenkgehäuse bzw. Lenkstützrohr wegen Beschädigung und Veränderung der fabrikseitigen Zusammenbaulänge nicht abstützen (Bild 84).



Bild 83 – Kugellagerring aus Lenkgehäuse herausziehen

- 1 Spezial-Innenauszieher
- 2 Drucklasche des Spezial-Ausziehers mit passender Aussparung auf Lenkgehäuse aufgesetzt
- 3 Abdrückmutter des Spezial-Ausziehers
- 4 Knebelschraube des Spezial-Ausziehers

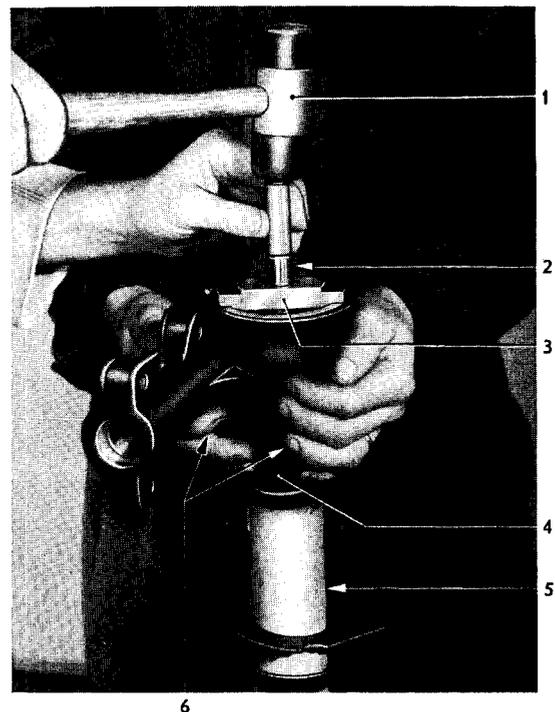


Bild 84 – Kugellagerring in Lenkgehäuse eintreiben

- 1 Kunststoffhammer
- 2 Spezial-Einpreßdorn
- 3 Drucklasche des Spezial-Ausziehers dient als Führung
- 4 Lenkgehäuse
- 5 Lenkstützrohr
- 6 Ein zweiter Monteur hält Lenkgehäuse mit Lenkstützrohr frei (Lenkgehäuse bzw. Lenkstützrohr darf nicht abgestützt werden)

# Öldichtring im Lenkgehäusehals ersetzen

Lenkung eingebaut

Die Arbeiten hierfür sind bei beiden Lenkungsausführungen gleich. Als Grundlage ist nachfolgend der Arbeitsvorgang für die Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr beschrieben.

Zunächst ist der Luffilter vom Vergaser und das Handbremsseil vom Handbremszwischenhebel (nur bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr) im Motorraum abzunehmen. Dann Lenkstockhebel von der Lenkstockwelle mit Spezial-Werkzeug abziehen (siehe Arbeitsvorgang „Lenkstockhebel aus- und einbauen“).

Lenkung in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag. Dabei Lenkrad nicht schlagartig in Endstellung drehen, da sich sonst die Umlaufkugeln in der Lenkmutter in ihre Laufflächen eindrücken können.

Jetzt Gegenmutter von Lenkstockwellen-Einstellschraube und Lenkgehäusedeckel vom Lenkgehäuse abschrauben (Bild 85). Vorher ein Gefäß zum Auffangen des auslaufenden Öles unterstellen.

Danach Einstellschraube im Uhrzeigersinn völlig aus Lenkgehäusedeckel herausschrauben und Deckel abnehmen (Bild 86).

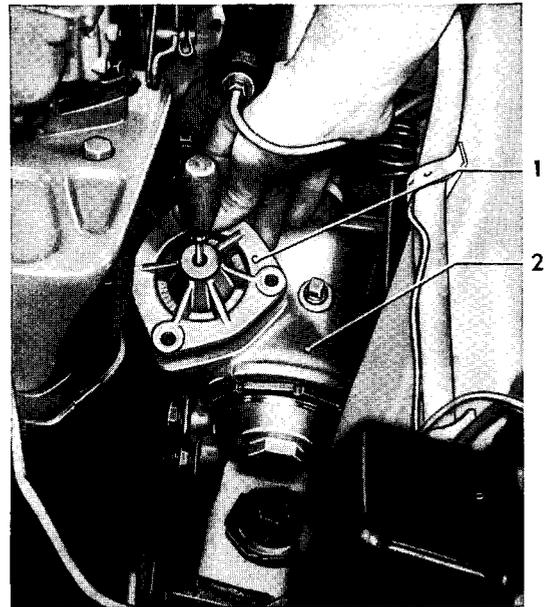


Bild 86 – Lenkgehäusedeckel vom Lenkgehäuse abnehmen

- 1 Deckel vom Lenkgehäuse abnehmen
- 2 Lenkgehäuse

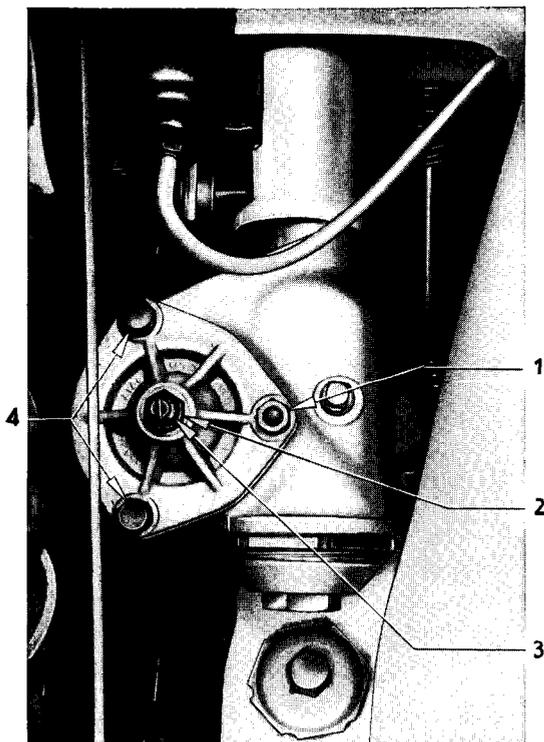


Bild 85 – Lenkgehäusedeckel am Lenkgehäuse

- 1 Gewindebolzen – Federring, Mutter – mit Dichtungsmittel eingeschraubt
- 2 Gegenmutter für 3
- 3 Einstellschraube
- 4 Sechskantschrauben, Federringe

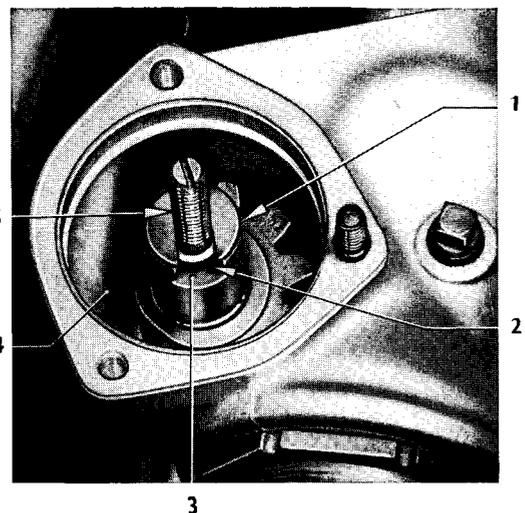


Bild 87 – Lenkstockwelle mit Einstellschraube im Lenkgehäuse

- 1 Lenkstockwelle
- 2 Stahlscheibe
- 3 Nut in Lenkstockwelle
- 4 Lenkgehäuse
- 5 Einstellschraube

Lenkstockwelle mit Einstellschraube nach oben aus Lenkgehäuse herausziehen (Bild 87) und Öldichtring aus Lenkgehäusehals herauszwängen. Dabei darauf achten, daß der Sitz des Dichtringes im Lenkgehäusehals nicht beschädigt wird.

Das Einsetzen eines neuen Öldichtringes erfolgt so, daß die offene Seite der Lippe zum Lenkgehäuseinnern zeigt. Dann Öldichtring bis zur Bündigkeit mit der Gehäuseaußenfläche mit passendem Druckstück eintreiben (Bild 88).

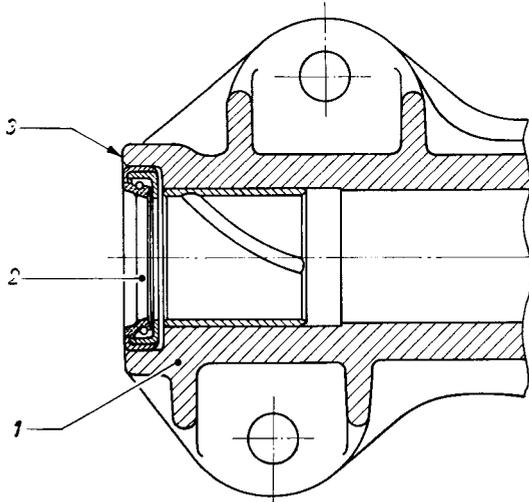


Bild 88 – Öldichtring für Lenkstockwelle im Lenkgehäusehals

- 1 Lenkgehäusehals
- 2 Öldichtring, bündig mit 3
- 3 Gehäuseaußenfläche

Sofern der Gewindebolzen (85/1) im Lenkgehäuse für Lenkgehäusedeckelbefestigung ersetzt werden muß, ist dieser mit Dichtungsmittel in die durchgehende Gewindebohrung einzusetzen.

Um beim Einführen der Lenkstockwelle ein Beschädigen des Öldichtringes im Lenkgehäusehals zu verhindern, ist eine Schutzhülse (Spezial-Werkzeug) von außen in den Öldichtring einzusetzen (Bild 89). Lagerstellen der Lenkstockwelle einölen und Lenkstockwelle so in Lenkgehäuse einführen, daß sich der mittlere Zahn des Lenksegmentes in die mittlere Zahn-lücke der Lenkmutter einsetzt, wobei die Lenkung **genau in Mittelstellung** stehen muß. Hierzu Lenkmutter mit einem dünnen Schraubenzieher etwas nach oben kippen, so daß die Lenkstockwelle leicht in die Verzahnung der Lenkmutter eingleiten kann. Beim Einführen

der Lenkstockwelle ist die Schutzhülse durch einen zweiten Monteur von unten gegenzuhalten, damit die Lenkstockwellen-Riffelverzahnung die Lippe des Dichtringes nicht beschädigt (Bild 89).

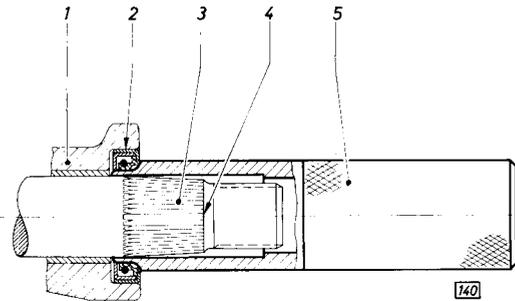


Bild 89 – Lenkstockwelle in Lenkgehäuse einführen

- 1 Lenkgehäusehals
- 2 Öldichtring
- 3 Lenkstockwellen-Riffelverzahnung
- 4 Stirnkanten von 3
- 5 Schutzhülse (Spezial-Werkzeug), in Öldichtring eingesetzt

Neue Papierdichtung auf Lenkgehäusedeckel mit Fett aufkleben. Deckel auf Einstellschraube aufsetzen und Schraube in Deckel mit Schraubenzieher entgegen dem Uhrzeigersinn bis zur Anlage des Deckels an der Lenkstockwelle einschrauben (Bild 90). Vorher Buchse im Lenkgehäusedeckel einölen.

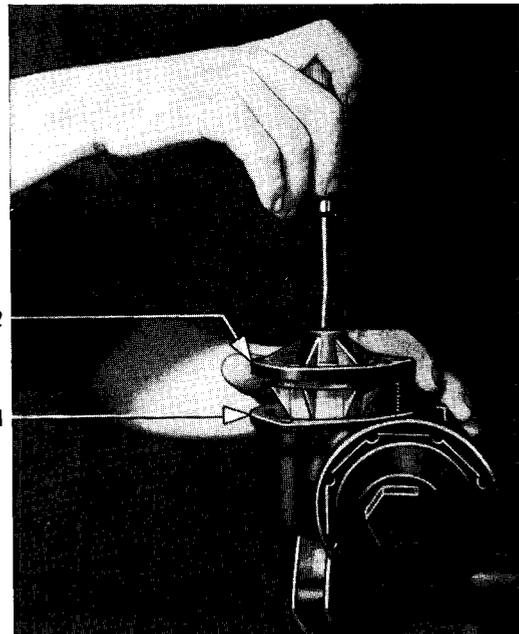


Bild 90 – Einstellschraube mit Schraubenzieher in Lenkgehäusedeckel einschrauben (an ausgebauter Lenkung gezeigt)

- 1 Lenkgehäuse
- 2 Lenkgehäusedeckel mit aufgeklebter Papierdichtung

Lenkgehäusedeckel an Lenkgehäuse anschrauben – 2 Sechskantschrauben, 1 Sechskantmutter, Federringe.

Nachdem die Gegenmutter auf die Einstellschraube aufgeschraubt wurde, darf diese noch nicht festgezogen werden, da zunächst die Einstellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung zu prüfen und erforderlichenfalls nachzustellen ist (siehe Arbeitsvorgang „Nach-

stellung der Lenkspindel- bzw. Lenkschraubenlagerung“). Anschließend „Nachstellung des Lenksegmentes zur Lenkmutter“ vornehmen (siehe gleichlautenden Arbeitsvorgang).

Weiterhin Lenkstockhebel an Lenkstockwelle und Luftfilter am Vergaser befestigen. Handbremsseil am Handbremszwischenhebel einhängen und Lenkgehäuse mit Öl bis Unterkante Einfüllöffnung auffüllen.

## LENKGESTÄNGE

Die Übertragung der Bewegung des Lenkstockhebels auf die Lenkhebel der beiden Vorderräder erfolgt durch das Lenkgestänge, das sich aus der linken und rechten sowie der mittleren Spurstange in Verbindung mit dem Lenkstockhebel und dem Lenkzwischenhebel zusammensetzt (Bild 91 bzw. 92). Da einmal die Spurstangen mit dem ungefederten Vorderrahmenlängsträger und zum anderen mit den durchfedernden und seitwärts schwenkbaren Vorderrädern verbunden sind, müssen an den Verbindungsstellen Kugelgelenke vorhanden sein, die eine freie Beweglichkeit der Stangen in senkrechter und waagrechter Richtung gewährleisten. Die mittlere Spurstange ist nicht zerlegbar, während an der linken und rechten Spurstange die Kugelgelenke ausgewechselt werden können. Die Gewindebuchse im Lenkzwischenhebel darf nicht gelöst werden, da diese durch ein Spezial-Gewinde im Lenkzwischenhebel gehalten wird.

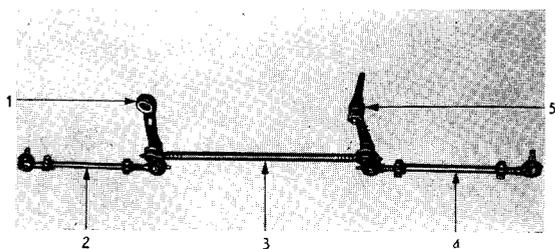


Bild 91 – Lenkgestänge ausgebaut – Ansicht von unten (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Lenkstockhebel
- 2 Linke Spurstange
- 3 Mittlere Spurstange
- 4 Rechte Spurstange
- 5 Lenkzwischenhebel-Zusammenbau

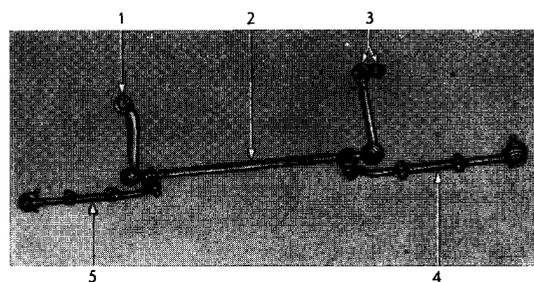


Bild 92 – Lenkgestänge ausgebaut – Ansicht von unten (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Lenkstockhebel
- 2 Mittlere Spurstange
- 3 Lenkzwischenhebel-Zusammenbau
- 4 Rechte Spurstange
- 5 Linke Spurstange

## Mittlere Spurstange aus- und einbauen

Kronenmuttern der Kugelgelenke am Lenkstockhebel und Lenkzwischenhebel sowie bei „Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk“ zusätzlich an linker und rechter Spurstange ent-

splinten, abschrauben und Kugelbolzen mit entsprechendem Spezial-Abzieher herausdrücken (Bild 93 und 94).

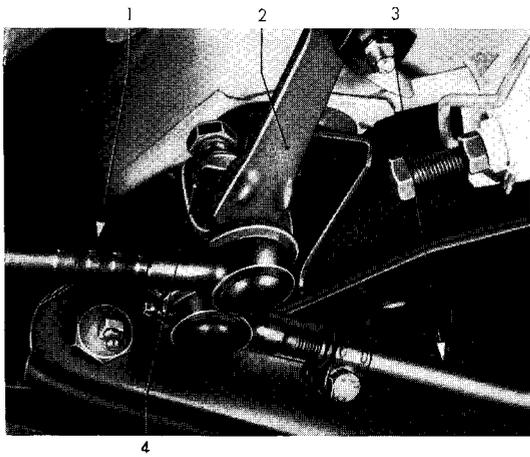


Bild 93 – Kugelbolzen aus Lenkwischenhebel herausdrücken (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Mittlere Spurstange
- 2 Lenkwischenhebel
- 3 Rechte Spurstange
- 4 Spezial-Abzieher

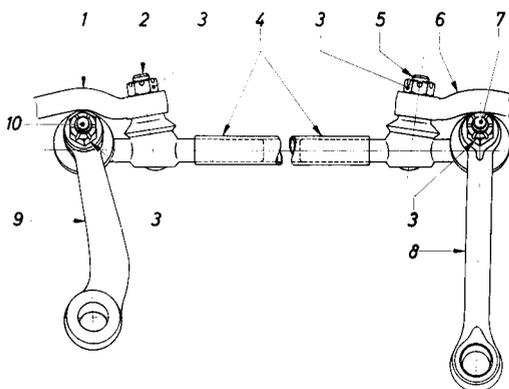


Bild 94 – Kugelgelenke an mittlerer Spurstange (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Linke Spurstange
- 2 Kugelbolzen für 4 an 1
- 3 Kronenmutter
- 4 Mittlere Spurstange
- 5 Kugelbolzen für 4 an 6
- 6 Rechte Spurstange
- 7 Kugelbozen für 4 an 8
- 8 Lenkwischenhebel
- 9 Lenkstockhebel
- 10 Kugelbolzen für 4 an 9

## Linke oder rechte Spurstange aus- und einbauen

Kronenmuttern der Kugelgelenke bei „Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr“ am Lenkhebel und Lenkstockhebel oder Lenkwischenhebel sowie bei „Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk“ am Lenkhebel und an mittlerer Spurstange entsplintzen, abschrauben und Kugelbolzen mit entsprechendem Spezial-Abzieher herausdrücken (Bild 95 und 96).

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Zunächst Kugelgelenke auf Verschleiß prüfen, wenn notwendig, Gelenkköpfe komplett er-

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Sämtliche Kugelgelenke der mittleren Spurstange – bei beiden Lenkungsausführungen – sind wartungsfrei. Dies bedeutet, daß keine Schmiernippel mehr vorhanden und die Gelenkköpfe werkseitig mit einer einmaligen Fettfüllung versehen sind. Sofern sich – bei älteren Spurstangenausführungen – noch Schmiernippel an den Kugelgelenken befinden, sind diese Gelenke selbstverständlich mit Fett abzuschmieren. Bei Verschleißerscheinungen an den Kugelgelenken dürfen dieselben **nicht zerlegt** werden. Vielmehr muß in diesem Fall die **komplette mittlere Spurstange ersetzt werden**. Weiterhin ist zu prüfen, ob der Dichtungsbalg mit Spannring oder die Gummistaubkappe auf die Kugelbolzen der Kugelgelenke richtig aufgeschoben ist.

Kronenmuttern der Kugelgelenke auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen und versplintzen. Danach ist die Vorspur einzustellen (siehe Arbeitsvorgang „Vorspur der Vorderäder prüfen und einstellen“).

setzen (siehe Arbeitsvorgang „Linke oder rechte Spurstange zerlegen und zusammenbauen“). Die Gelenkköpfe können **nicht zerlegt** werden und werden nur im **Zusammenbau** von der Ersatzteile-Abteilung geliefert. Weiterhin ist zu prüfen, ob der Dichtungsbalg mit Spannring oder die Gummistaubkappe auf die Kugelbolzen der Kugelgelenke richtig aufgeschoben ist.

Das innere Kugelgelenk der linken oder rechten Spurstange – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – ist wartungsfrei. Dies bedeutet, daß kein Schmiernippel

mehr vorhanden und der Gelenkkopf werkseitig mit einer einmaligen Fettfüllung versehen ist. Sofern sich – bei älteren Spurstangenausführungen – noch ein Schmiernippel am inneren Gelenkkopf befindet, ist dieses Gelenk selbstverständlich mit Fett abzusmieren.

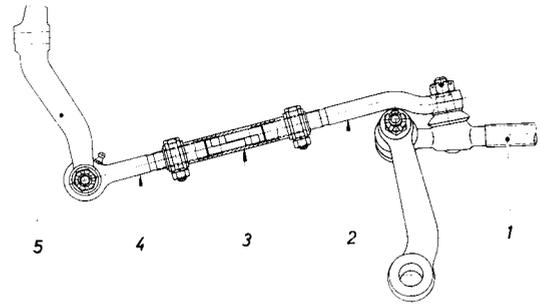


Bild 96 – Linke Spurstange an Lenkhebel und mittlerer Spurstange (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Mittlere Spurstange
- 2 Stange mit Auge, hat Rechtsgewinde
- 3 Spurstangenrohr, hat Links- und Rechtsgewinde
- 4 Stange mit Kugelgelenk, hat Linksgewinde
- 5 Lenkhebel

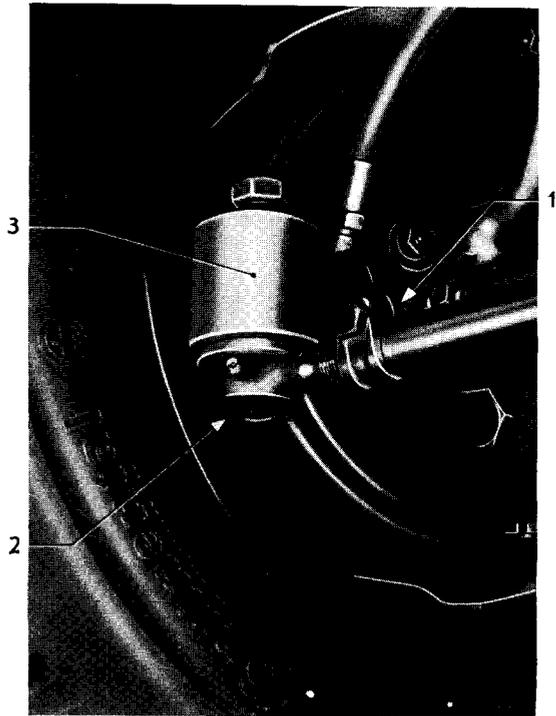


Bild 95 – Kugelbolzen der linken Spurstange aus Lenkhebel herausdrücken (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Klemmschelle an linker Spurstange
- 2 Äußeres Kugelgelenk
- 3 Spezial-Abzieher

Ebenfalls bei der Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr ist die linke oder rechte Spurstange so einzubauen, daß das Kugelgelenk, bei dem der Schmiernippel schräg nach hinten zeigt, jeweils am Lenkhebel befestigt wird (Bild 97).

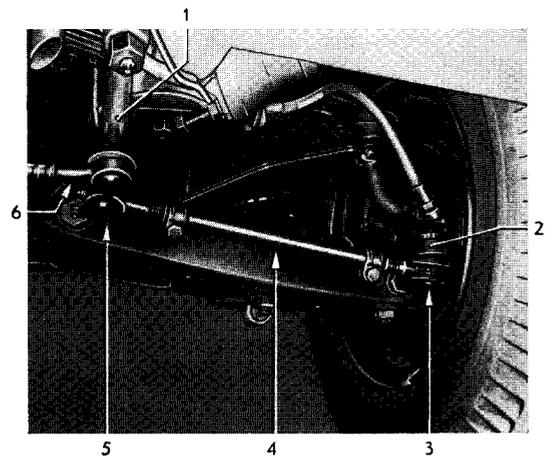


Bild 97 – Rechte Spurstange eingebaut – ältere Spurstangenausführung (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Lenkzwischenhebel
- 2 Lenkhebel
- 3 Kugelgelenk mit Linksgewinde – Schmiernippel zeigt schräg nach hinten
- 4 Rechte Spurstange
- 5 Kugelgelenk mit Rechtsgewinde – Schmiernippel liegt in Richtung Spurstangenrohr
- 6 Mittlere Spurstange

Kronenmuttern der Kugelgelenke auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen und versplinten. Danach ist die Vorspur einzustellen (siehe Arbeitsvorgang „Vorspur der Vorderräder prüfen und einstellen“).

## Linke oder rechte Spurstange zerlegen und zusammenbauen

### Spurstange ausgebaut

Bei der Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr zuerst die Klemmschrauben zum Festklemmen der Kugelgelenke links und rechts in Spurstangenrohr lösen und Gelenkköpfe herausschrauben (Bild 98 bzw. 99).

Die beiden seitlichen Spurstangen – bei Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk – setzen sich jeweils aus der Stange mit Gelenkkopf, dem Spurstangenrohr mit Klemmschellen und der Stange mit Auge zusammen. Hier sind

nach Lösen der Klemmschrauben durch entsprechendes Drehen des Spurstangenrohres die Stange mit Gelenkkopf und diejenige mit Auge aus dem Spurstangenrohr herauszuschrauben (Bild 100).

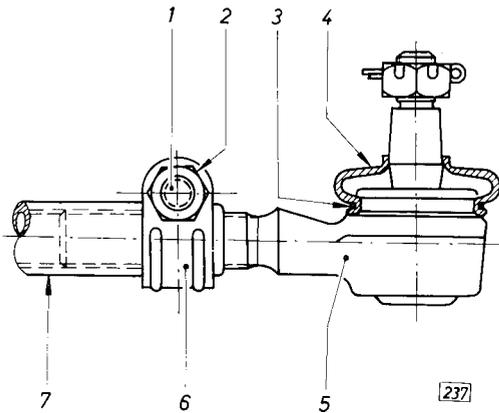


Bild 98 – Gelenkkopf mit Dichtungsbalg in Spurstangenrohr (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Klemmschraube
- 2 Sechskantmutter – Federring – für Klemmschraube
- 3 Spannring
- 4 Dichtungsbalg
- 5 Gelenkkopf
- 6 Klemmschelle
- 7 Spurstangenrohr

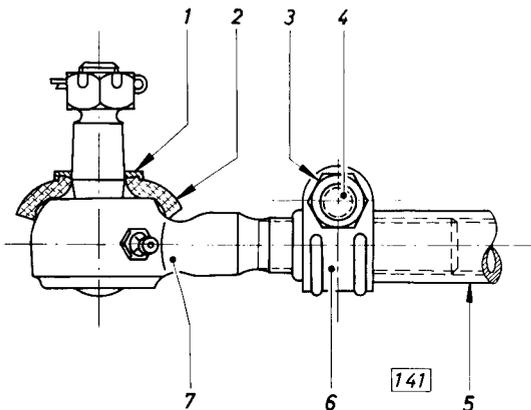


Bild 99 – Gelenkkopf mit Gummistaubkappe (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Kunststoffdichtscheibe
- 2 Gummistaubkappe
- 3 Sechskantmutter – Federring – für Klemmschraube
- 4 Klemmschraube
- 5 Spurstangenrohr
- 6 Klemmschelle
- 7 Gelenkkopf

Beim Zusammenbau der linken oder rechten Spurstange ist darauf zu achten, daß sich die abgeflachten Enden der Stange mit Gelenkkopf und der Stange mit Auge – wie in Bild 100 gezeigt – übereinanderschieben.

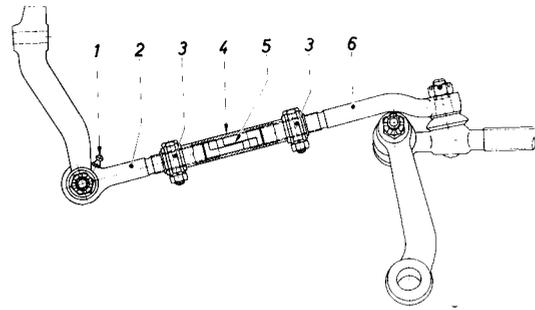


Bild 100 – Linke Spurstange (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Schmiernippel für 2, zeigt schräg nach vorn
- 2 Stange mit Gelenkkopf, hat Linksgewinde
- 3 Klemmschelle
- 4 Spurstangenrohr, hat Links- und Rechtsgewinde
- 5 Abgeflachte Enden von 2 und 6 übereinandergeschoben
- 6 Stange mit Auge, hat Rechtsgewinde

Bei Verschleißerscheinungen an den Kugelgelenken dürfen dieselben **nicht zerlegt** werden. Vielmehr muß in diesem Fall der **komplette Gelenkkopf ersetzt werden**.

Kugelgelenke gleichmäßig tief auf beiden Seiten in das Gewinde des jeweiligen Spurstangenrohres einschrauben, wobei Rechts- und Linksgewinde zu beachten sind. Der Schmiernippel am äußeren Gelenkkopf mit Linksgewinde – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – liegt in Einbaulage der linken oder rechten Spurstange schräg nach hinten (Bild 101). Der innere Gelenkkopf ist – außer bei älteren Spurstangenausführungen – wartungsfrei, also ohne Schmiernippel.

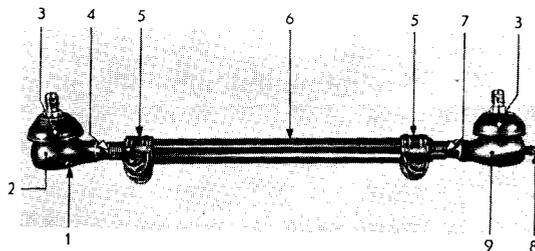


Bild 101 – Linke Spurstange – ältere Spurstangenausführung (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Schmiernippel im äußeren Gelenkkopf, zeigt schräg nach hinten
- 2 Äußerer Gelenkkopf
- 3 Gummistaubkappe
- 4 Gewindestück des äußeren Gelenkkopfes
- 5 Klemmschelle
- 6 Spurstangenrohr
- 7 Gewindestück des inneren Gelenkkopfes
- 8 Schmiernippel im inneren Gelenkkopf, liegt in Richtung Spurstangenrohr
- 9 Innerer Gelenkkopf

Die Gelenkköpfe werden werkseitig komplett mit Dichtungsbalg und Spannring (**wartungsfrei**, Bild 98) bzw. mit Gummistaubkappe und Kunststoffdichtscheibe (**nicht wartungsfrei**, Bild 99) sowie mit Fettfüllung geliefert. Bei älteren Spurstangenausführungen sind sämtliche Gelenkköpfe mit Gummistaubkappe und Kunststoffdichtscheibe versehen.

Wird ein verschlissener Dichtungsbalg (98/4) gegen einen neuen ausgetauscht, so ist der Spannring (98/3) mit einem kleinen Schraubenzieher abzunehmen und nach Aufsetzen eines neuen Dichtungsbalges auf den Gelenkkopf durch Spannen mit zwei kleinen Schraubenziehern wieder in die Ringnut des Balges einzuziehen.

Bei einer verschlissenen Gummistaubkappe (99/2) ist die aufgesteckte Kunststoffdicht-

scheibe (99/1) vorsichtig durch Einzwängen eines kleinen Schraubenziehers zwischen Staubkappe und Dichtscheibe von ihrem Sitz zu lösen und abzunehmen. Nach Einsetzen der neuen Staubkappe auf den Gelenkkopf ist die Dichtscheibe so auf die Staubkappe aufzustecken, daß die Einprägung der Dichtscheibe – wie in Bild 99 veranschaulicht – zur Staubkappe zeigt. Bei Defekt der Kunststoffdichtscheibe braucht dieselbe einzeln nicht ersetzt zu werden.

Die Klemmschrauben der Klemmschellen zum Festklemmen der Kugelgelenke sind so weit festzuziehen, daß sich die Gelenkköpfe gerade noch leicht drehen lassen. Das endgültige Festziehen erfolgt erst, nachdem die jeweilige linke oder rechte Spurstange eingebaut und die Vorspur eingestellt ist.

## Lenkzwischenhebel-Zusammenbau aus- und einbauen

Kronenmuttern der Kugelgelenke am Lenkzwischenhebel entsplinten, abschrauben und Kugelbolzen mit entsprechendem Spezial-Abzieher herausdrücken.

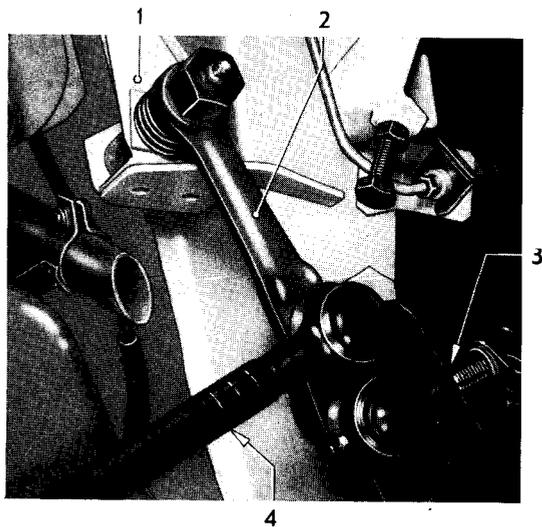


Bild 102 – Lenkzwischenhebel-Zusammenbau am Vorderrahmenlängsträger befestigt (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Befestigungshalter für Lenkzwischenhebel-Zusammenbau
- 2 Lenkzwischenhebel
- 3 Rechte Spurstange
- 4 Mittlere Spurstange

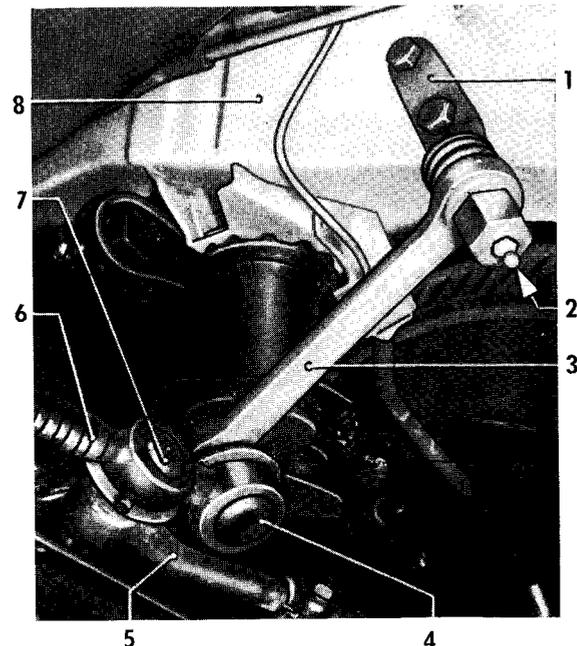


Bild 103 – Lenkzwischenhebel-Zusammenbau am Vorderrahmenlängsträger befestigt (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Halter des Lenkzwischenhebels
- 2 Schmiernippel
- 3 Lenkzwischenhebel
- 4 Kugelgelenk für 6 an 3
- 5 Rechte Spurstange
- 6 Mittlere Spurstange
- 7 Kugelgelenk für 5 an 6
- 8 Vorderrahmenlängsträger

Dann Kronenmutter für Haltebolzen des Lenkzwischenhebels – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – entsplinten, abschrauben und Lenkzwischenhebel-Zusammenbau mit Abstandrohr vom Befestigungshalter abnehmen (Bild 102). Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk ist der Halter des Lenkzwischenhebels vom Vorderrahmenlängsträger abzuschrauben (Bild 103).

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Zunächst Lenkzwischenhebel-Zusammenbau auf Verschleiß prüfen. Bei Verschleißerscheinungen im Laufgewinde muß der **komplette Zusammenbau** ersetzt werden.

**Die Gewindebuchse im Lenkzwischenhebel darf auf keinen Fall herausgeschraubt werden**, da diese durch ein Spezial-Gewinde im Lenkzwischenhebel gehalten wird. Dagegen ist es möglich, den Haltebolzen bzw. Halter des Lenkzwischenhebels aus dem Laufgewinde der Gewindebuchse herauszuschrauben, um die Spielausgleichfeder mit Scheibe austauschen zu können (Bild 104).

Vor dem Einbau des Lenkzwischenhebel-Zusammenbaues ist der vorgeschriebene Abstand zwischen den Anlageflächen der Spielausgleichfeder am Lenkzwischenhebel (104/6) und Scheibe (104/8) zu prüfen. Falls der vorliegende Abstand nicht der Vorschrift entspricht, ist eine Berichtigung durch entsprechendes Drehen des Haltebolzens bzw. Halters in der Gewindebuchse vorzunehmen.

Der Haltebolzen des Lenkzwischenhebel-Zusammenbaues ist – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – so in den Befestigungshalter am Vorderrahmenlängsträger einzubauen, daß sich die abgeflachten Flächen am Bund des Bolzens richtig in die entsprechenden Aussparungen im Befestigungshalter einsetzen. Kronenmutter für Hal-

tebolzen auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen und versplinten.

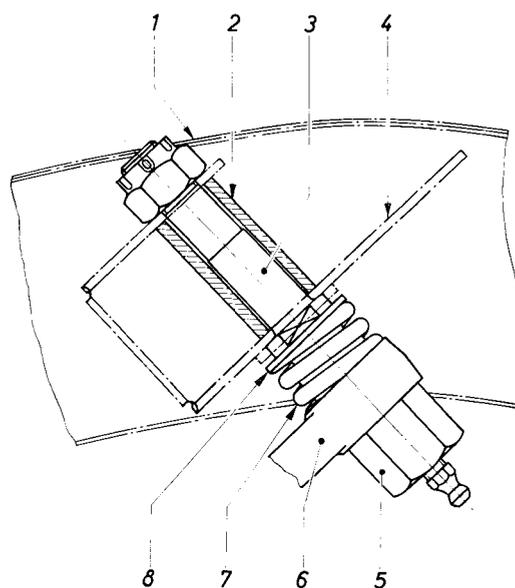


Bild 104 – Anordnung Lenkzwischenhebel-Zusammenbau (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Vorderrahmenlängsträger
- 2 Abstandrohr
- 3 Haltebolzen
- 4 Befestigungshalter
- 5 Gewindebuchse
- 6 Lenkzwischenhebel
- 7 Spielausgleichfeder
- 8 Scheibe

Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk sind die beiden Befestigungsschrauben – Federringe, Muttern – für Halter des Lenkzwischenhebel-Zusammenbaues an Vorderrahmenlängsträger auf das vorgeschriebene Drehmoment festzuziehen.

Nach dem Einbau ist der Zusammenbau mit Abschmierfett gut abzuschmieren. Dann prüfen, ob die Gummistaubkappen auf die Kugelbolzen der Kugelgelenke richtig aufgeschoben sind.

Kronenmuttern der Kugelgelenke auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen und versplinten. Danach ist die Vorspur einzustellen (siehe Arbeitsvorgang „Vorspur der Vorderräder prüfen und einstellen“).

## Lenkstockhebel aus- und einbauen

In diesem Arbeitsvorgang wird bei beiden Lenkungsausführungen der Lenkstockhebel vollständig ausgebaut, so daß die jeweiligen Spurstangen vom Lenkstockhebel abzunehmen sind. Nicht immer ist dies erforderlich, z. B. für die Arbeitsvorgänge „Nachstellung der Lenkung“ und „Lenkung aus- und einbauen“.

Zunächst Kronenmuttern der Kugelgelenke am Lenkstockhebel entsplinten, abschrauben und Kugelbolzen mit entsprechendem Spezial-Abzieher herausdrücken.

Dann Sechskantmutter – Federring – für Lenkstockhebel an Lenkstockwelle abschrauben und entsprechenden Spezial-Abzieher am Lenkstockhebel ansetzen (Bild 105 bzw. 106). Zum Ansetzen des Abziehers – bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr – muß die Lenkung **bis zum Anschlag nach rechts eingeschlagen sein und das Kupplungspedal durchgetreten werden**. Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk ist die **Handbremse anzuziehen** und darauf zu achten, daß die Klauen des Abziehers beim Ansetzen und Spannen die Verzahnung der Lenkstockwelle nicht beschädigen.

Lenkstockhebel von Lenkstockwelle abziehen.

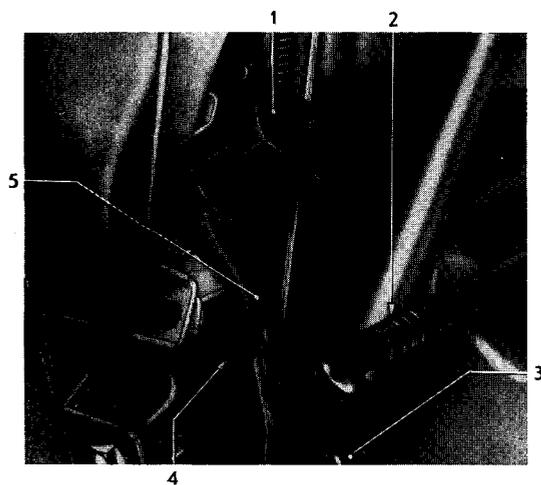


Bild 105 – Lenkstockhebel von Lenkstockwelle abziehen – Gelenkköpfe der mittleren und linken Spurstange noch eingebaut – (bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Spezial-Abzieher
- 2 Mittlere Spurstange
- 3 Gelenkkopf der linken Spurstange
- 4 Anschlagsschraube für Lenkstockhebel
- 5 Lenkstockhebel

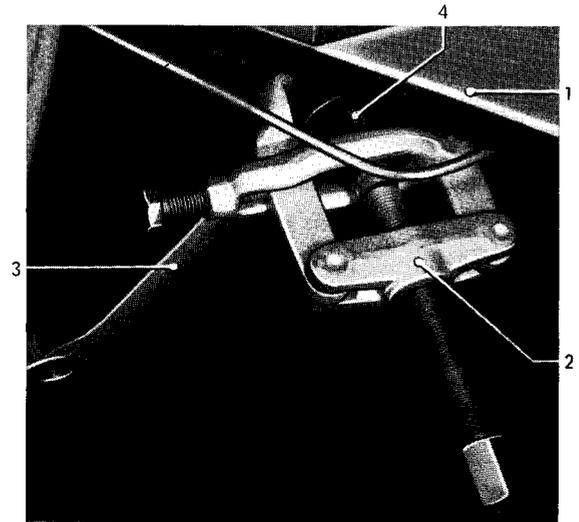


Bild 106 – Lenkstockhebel von Lenkstockwelle abziehen (bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

- 1 Vorderrahmenlängsträger
- 2 Spezial-Abzieher
- 3 Lenkstockhebel
- 4 Lenkstockwelle

Der Einbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei ist zu beachten:

Vorderräder in Geradeausstellung und Lenkung in Mittelstellung bringen – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkeinschlag zum Rechteinschlag. Dabei **Lenkrad nicht schlagartig in Endstellung drehen**, da sich sonst die Umlaufkugeln in der Lenkmutter in ihre Laufflächen eindrücken können.

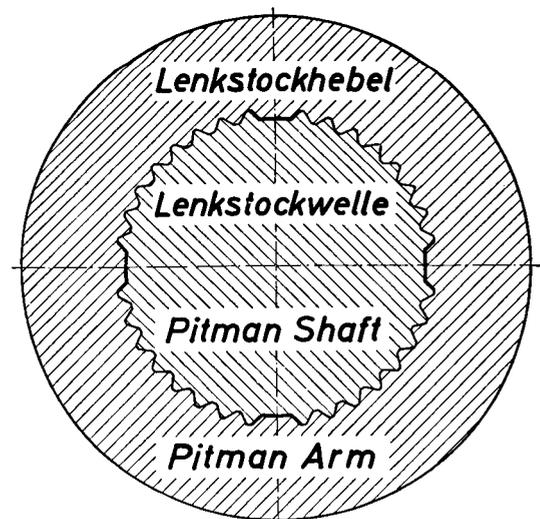


Bild 107 – Verzahnung von Lenkstockhebel und Lenkstockwelle

Danach Lenkstockhebel auf Lenkstockwelle aufstecken unter Berücksichtigung, daß dies nur in einer bestimmten Stellung beider Teile zueinander möglich ist. Die Verzahnung der Lenkstockwelle ist durch 4 breite Nuten und die des Lenkstockhebels durch 4 breite Zähne unterbrochen, die jeweils um 90° zueinander versetzt sind. Das Aufschieben des Lenkstockhebels ist nur möglich, wenn die breiten Zähne mit den breiten Nuten genau übereinstimmen (Bild 107).

Sechskantmutter auf Lenkstockwelle so auf-

schauben, daß die flache Seite zum Federring zeigt. Mutter auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen.

Anschließend ist zu prüfen, ob die Gummi- staubkappen auf die Kugelbolzen der Kugel- gelenke richtig aufgeschoben sind.

Kronenmuttern der Kugelgelenke auf das vor- geschriebene Drehmoment festziehen und versplinten. Danach ist die Vorspur einzustel- len (siehe Arbeitsvorgang „Vorspur der Vor- derräder prüfen und einstellen“).

## VORDERRADEINSTELLUNG

### Lenkungsgeometrie

Für die Lenkung eines Kraftfahrzeuges sind „Führung der Vorderräder“ sowie „Lenkbarkeit der Vorderräder“ elementare Forderungen. Beide Grundforderungen sind teils konstruktiv festgelegt, teils durch gegebene Einstellmöglichkeiten regulierbar.

Die „Führung und Lenkbarkeit der Vorderräder“ ist von der Anordnung des Lenkgestänges und von der Radstellung, einer Kombination aus **Radsturz**, **Vorspur**, **Spreizung** und **Nachlauf**, abhängig. Alle diese Grundbegriffe, die einzeln definierbar sind, aber für eine einwandfreie Lenkung im Zu- sammenhang und damit in Abhängigkeit voneinander wirken müssen, ergeben die sogenannte **Lenkungsgeometrie**.

Die für die „Lenkungsgeometrie“ charakteristischen Begriffe sind im einzelnen wie folgt zu ver- stehen:

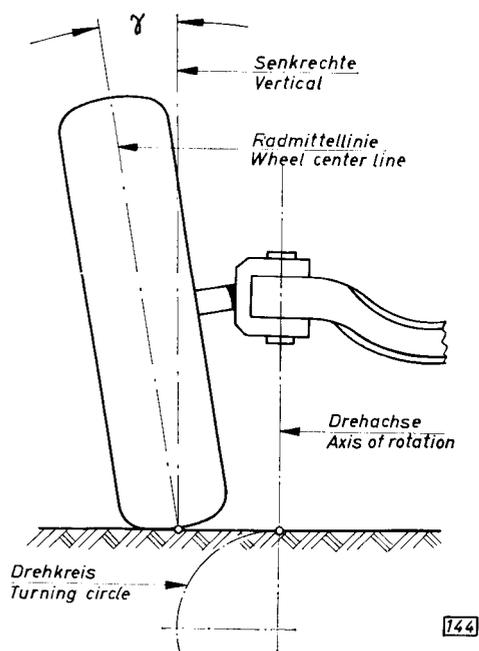


Bild 108 – **Sturz**: Die Mittellinie des Rades bildet mit der Senkrechten zur Fahrbahn einen Winkel – das Rad ist oben nach außen geneigt

Ansicht in Fahrtrichtung

Der **Radsturz** ist die Neigung eines Rades gegen- über der Senkrechten zur Fahrbahn, d. h. der Winkel (in Bild 108 der Winkel „ $\gamma$ “), den die Mittellinie des Rades mit der Senkrechten zur Fahrbahn bildet.

Der Radsturz wird in Winkelgraden gemessen.

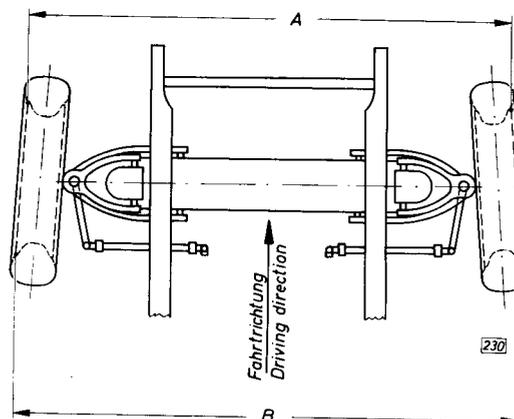


Bild 109 – **Vorspur**: Der Abstand zwischen den Vorder- rädern ist vorn geringer als hinten: „A“ kleiner als „B“

Ansicht von oben

Die **Vorspur** ist die Differenz, die sich aus den Abständen zwischen dem jeweiligen Außenrand der Felgenhörner beider Vorderräder vorn und hinten bei Geradeausstellung der Lenkung ergibt (in Bild 109: „B“ minus „A“). Vorspur liegt also vor, wenn die beiden Vorderräder vorn enger zusammenstehen als hinten.

Die Vorspur wird in mm gemessen.

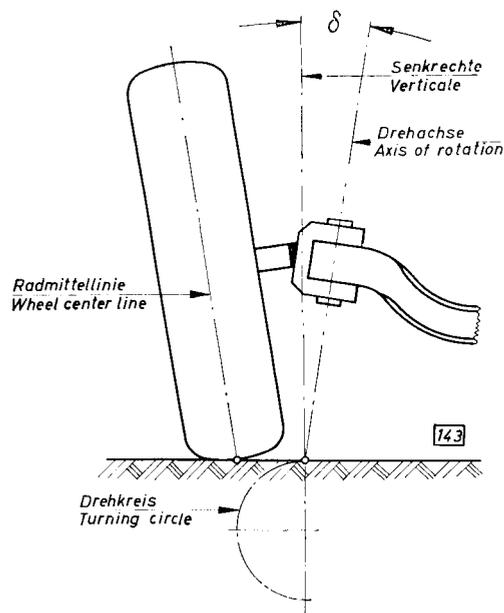


Bild 110 – **Spreizung**: Die Drehachse bildet mit der Senkrechten zur Fahrbahn einen Winkel – die Drehachse ist oben nach innen geneigt

Ansicht in Fahrtrichtung

Die **Spreizung** ist der Winkel (in Bild 110 der Winkel „ $\delta$ “), den die Drehachse eines Rades, um die das Rad beim Einschlagen schwenkt, mit der Senkrechten zur Fahrbahn – in Fahrtrichtung gesehen – bildet.

Die Spreizung wird in Winkelgraden gemessen.

Der **Nachlauf** ist der Winkel (in Bild 11 der Winkel „ $\epsilon$ “), den die Drehachse eines Rades mit der Mittelsenkrechten des Rades zur Fahrbahn – von der Seite gesehen – bildet. Der Punkt „D“, in dem die Verlängerung der Drehachse auf die Fahrbahn trifft, liegt folglich vor dem Radberührungspunkt „C“.

Der Nachlauf wird in Winkelgraden gemessen.

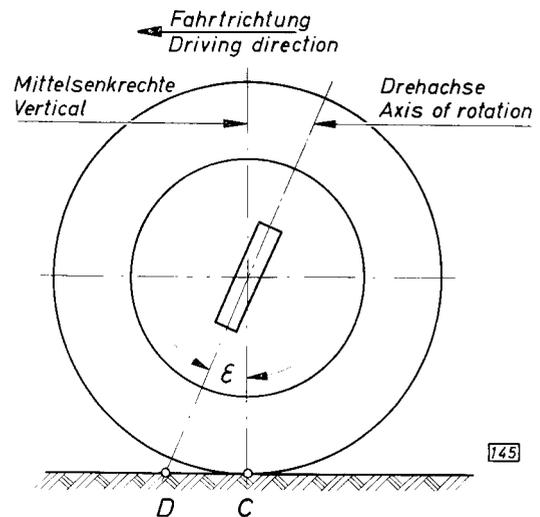


Bild 111 – **Nachlauf**: Die Drehachse bildet mit der Senkrechten zur Fahrbahn einen Winkel – die Drehachse ist oben nach hinten bzw. unten nach vorn geneigt

Ansicht von der Seite

## Vorderradstellung

Die richtige Stellung der Vorderräder ist für die einwandfreie Lenkung und Straßenlage eines Fahrzeuges maßgebend und vermeidet

- Ziehen des Wagens nach links oder rechts,
- Radieren der Vorderräder,
- Wandern und Flattern der Vorderräder,
- Schwergängigkeit der Lenkung.

Alle für die Vorderradstellung maßgebenden Faktoren wie Radsturz, Vorspur, Spreizung und Nachlauf sind voneinander abhängig und müssen daher aufeinander abgestimmt sein, d. h. die Radstellung muß den werkseitig vorgeschriebenen, typgebundenen Werten entsprechen.

Die Vorderräder lassen sich auf zwei verschiedene Arten lenken. Das kann einmal durch die Drehschemellenkung, wie sie bei Pferdefuhrwerken und Anhängern vorkommt, und zum anderen durch die Achsschenkellenkung, die bei Automobilen zur Anwendung kommt, geschehen.

Bei der Drehschemellenkung dreht sich die Vorderachse mit den Rädern um eine Spindel „S“ (Bild 112). Dadurch laufen beide Vorderräder um einen gemeinsamen, auf der Verlängerung der Hinterachse liegenden Kurven-

mittelpunkt „M“ (Bild 112), wobei die Räder immer im rechten Winkel zum Radius des Kurvenmittelpunktes stehen.

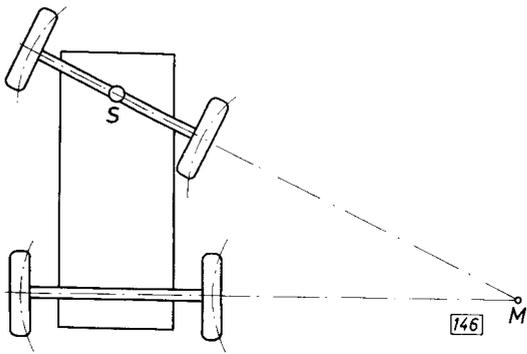


Bild 112 – Drehschemellenkung

Bei der Achsschenkellenkung haben die Räder in der Kurve keine gemeinsame Achse, jeder Achsschenkel ist mit seinem Radlagerzapfen gewissermaßen eine Achse für sich. Damit sich die Räder aber um einen gemeinsamen, auf der Verlängerung der Hinterachse liegenden Kurvenmittelpunkt „M“ (Bild 113) drehen, muß das innere Rad stärker eingeschlagen werden als das äußere.

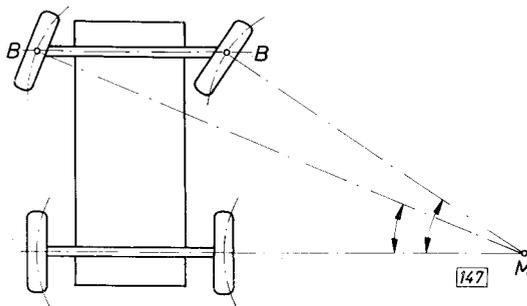


Bild 113 – Achsschenkellenkung

Die von dem Kurvenmittelpunkt zu den Radrehpunkten „B“ führenden gedachten Linien weisen verschiedene Winkelstellungen zur Hinterachsverlängerung auf (Bild 113). Dadurch wird aus der bei Geradeausstellung der Vorderräder vorhandenen Vorspur eine sogenannte Nachspur, bei der im Gegensatz zur Vorspur die Vorderräder vorn weiter auseinanderstehen als hinten. Die Nachspur hat keine konstante Größe, sondern ist vom jeweiligen Lenkeinschlag abhängig. Der Radein-

schlagwinkel „ $\alpha$ “ des kurvenäußeren Rades ist stets kleiner als der Radeinschlagwinkel „ $\beta$ “ des kurveninneren Rades.

Diese Eigenschaft der Lenkung wird erreicht durch die Anordnung des Lenkgestänges zu einem sogenannten Lenktrapez, das in Geradeausstellung der Vorderräder durch den parallelen Verlauf von Achskörper und Spurstange sowie durch die beiden in bestimmten Winkeln nach innen angeordneten Lenkhebel entsteht (Bild 114).

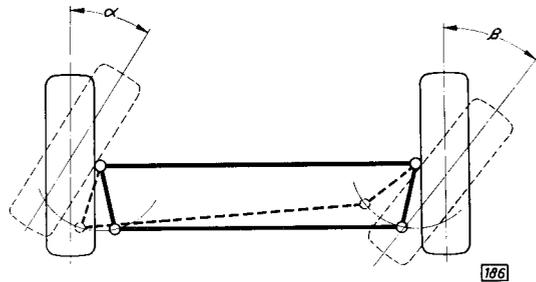


Bild 114 – Schematische Darstellung des Lenktrapezes und seine Verzerrung bei einem Lenkeinschlag – hier nach rechts  
Das kurveninnere Rad weist den größeren Ausschlag auf

$\alpha$  = Radeinschlagwinkel des kurvenäußeren Rades

$\beta$  = Radeinschlagwinkel des kurveninneren Rades

Werden die gelenkten Räder eingeschlagen – auf Bild 114 nach rechts –, so verzerrt sich das Lenktrapez infolge der Differenz der kürzeren Spurstange zu dem längeren Vorderachskörper sowie infolge der verschiedenen Wege, die die Lenkhebel bei der Drehung um ihren jeweiligen Drehpunkt am Achskörper beschreiben. Die Parallelität der Spurstange zum Vorderachskörper, wie sie bei Geradeausfahrt vorliegt, ist nicht mehr vorhanden. Jedes der beiden gelenkten Räder steht dann tangential zu seinem jeweiligen Kurvenradius. Daraus ergibt sich, daß das kurveninnere Rad immer den größeren Einschlagwinkel aufweist (Bild 114).

Der Größenunterschied der beiden Radeinschlagwinkel ist abhängig von Radstand, Spurweite und Winkelstellung der Lenkhebel zu Achskörper und Spurstange. Das Zustandekommen des Unterschiedes zwischen den beiden Radeinschlagwinkeln ist aus Bild 114 zu ersehen. Die Volllinien von den Lenkhebeln und der Spurstange gelten für Geradeausstellung

der Vorderräder, die gestrichelten Linien für einen Rechtseinschlag der Vorderräder. Durch die verschiedenen Bogenwinkel, die beide Lenkhebel durchlaufen, ist in dem in Bild 114 vorliegenden Fall des Rechtseinschlages der Vorderräder die Verschiebung der Drehpunkte der Spurstange nach links auf der linken Seite geringer als auf der rechten Seite. Umgekehrt ist der Radeinschlag rechts größer als links. Analog hierzu wird beim Linkseinschlag das linke Rad stärker eingeschlagen als das rechte.

## Radsturz

Bei Vorderrädern mit Achsschenkellenkung, die ohne Sturz, also senkrecht zur Fahrbahn ausgerichtet sind, liegt ein verhältnismäßig großer Abstand zwischen dem Berührungspunkt eines jeden Rades und der jeweiligen Drehachse vor (Bild 115). Das würde zu einer Schwergängigkeit der Lenkung führen, da dieser Abstand, der sogenannte Lenkroll-Halbmesser, als Hebelarm wirkt, um den das Rad beim Einschlagen der Lenkung abrollen muß.

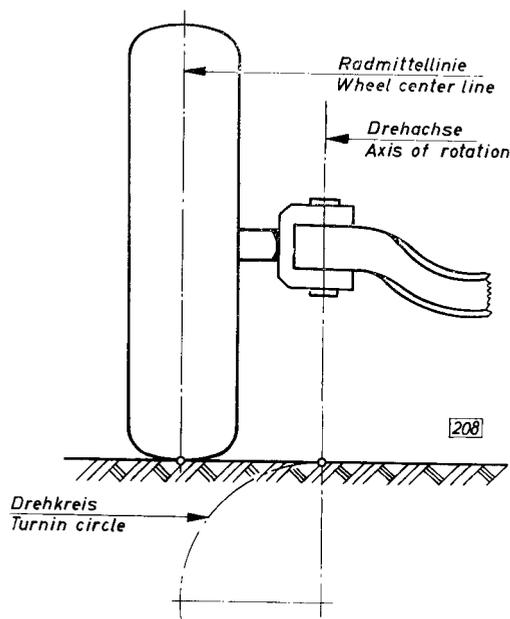


Bild 115 – Rad steht senkrecht zur Fahrbahn, weist also keinen Sturz auf

Durch Schrägstellung der Räder oben nach außen (Bild 116) wird der jeweilige Lenkroll-Halbmesser geringer, der Hebelarm kleiner und die Lenkung leichtgängiger.

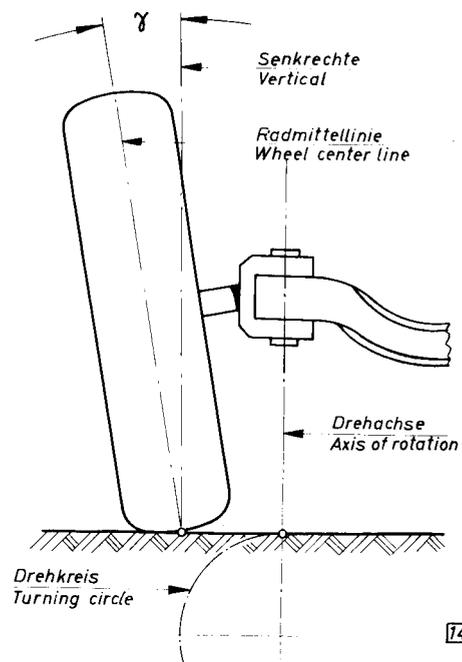


Bild 116 – Rad steht schräg zur Fahrbahn, weist also Sturz auf

Theoretisch läßt sich der Sturz so einstellen, daß der Lenkroll-Halbmesser gleich Null wird, d. h. die Radmittellinie und die Verlängerung der Drehachse würden sich auf der Fahrbahn schneiden. Das aber würde bedeuten, daß die Räder beim Lenkeinschlag auf der Stelle drehen und dabei radieren. Die Folge wäre Schwergängigkeit der Lenkung und hoher Reifenverschleiß. Aus diesem Grund darf der Lenkroll-Halbmesser nicht ganz verschwinden, damit das Rad beim Einschlag auf einem kleinen Drehkreis abrollt.

Mit dem Radsturz wird noch etwas wichtiges erreicht: Ein sich drehendes Rad hat infolge des Radsturzes immer das Bestreben, nach innen auf den Radlagerzapfen aufzulaufen. Es überträgt dadurch die Hauptbelastung auf das innere Hauptlager, das entsprechend kräftiger ausgebildet ist.

Wird ein Rad auf Sturz gestellt, also oben nach außen geneigt, so erhält die Auflagefläche des Reifens auf der Fahrbahn infolge des Wagengewichtes eine kegelförmige Ausbildung, d. h. der innere Durchmesser „D“ ist größer als der äußere Durchmesser „d“ (Bild 117).

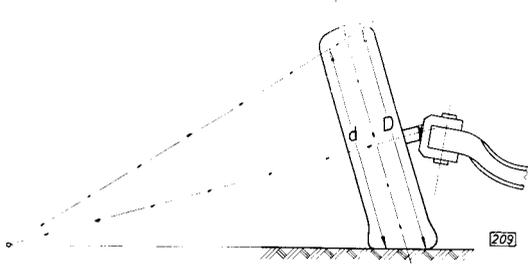


Bild 117 – Kegelförmige Ausbildung des Reifens auf der Fahrbahn bei Radsturz

Läßt man einen Kegel auf seinem Umfang abrollen, so wird er im Gegensatz zu einer zylindrischen Rolle nicht geradeauslaufen, sondern stets um seine Kegelspitze abrollen, d. h. im Kreise laufen (Bild 118).

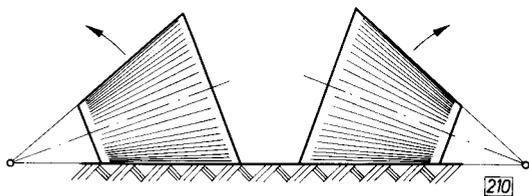


Bild 118 – Darstellung der Räder als stumpfe Kegel, die sich um ihre Kegelspitze drehen

Das Rad gleicht bei Sturzeinstellung einem stumpfen Kegel, der sich um seine geneigte Achse dreht. Das bedeutet, daß die Vorderräder eines Fahrzeuges bestrebt sind, vorn auseinanderzulaufen. Der Versuch ist an jedem Fahrzeug durchführbar, indem die Spurstange von den Lenkhebeln gelöst und die Räder geradeausgestellt werden. Wird das Fahrzeug vorwärts geschoben, so streben die Räder vorn auseinander. Sie verhalten sich genauso wie zwei Kegel, die sich um ihre Spitze drehen (Bild 118).

Je geringer nun der Unterschied zwischen dem inneren Durchmesser „D“ und dem äußeren Durchmesser „d“ ist, d. h. je senkrechter die Vorderräder stehen, desto geringer wird ihr Bestreben sein, sich vorn auseinanderzubewegen. Der Radsturz, angegeben in Winkelgraden, darf also nicht zu groß sein.

Das Bestreben der Vorderräder, nach vorn auseinanderzulaufen, bleibt aber immer etwas vorhanden. Um dennoch einen einwandfreien

Geradeauslauf der Räder zu erreichen, ist eine weitere Radstellung erforderlich, die sogenannte Vorspur.

## Vorspur

Vorspur liegt dann vor, wenn bei Geradeausstellung der Lenkung die Vorderräder nicht parallel zueinander stehen, sondern ihre gedachten Verlängerungen gemeinsam auf einen weit voraus liegenden Punkt zustreben. Die Größe der Vorspur wird bestimmt durch den Radsturz. Da dieser bewirkt, daß die Vorderräder nach außen um ihre Kegelspitze abzurollen bestrebt sind und Unruhe im Rad mit Flattererscheinungen hervorrufen, muß gegen dieses Bestreben ein Ausgleich geschaffen werden durch das „Nach-innen-stellen“ der Vorderräder: die Vorspur. Bei Parallelstellung der Räder würde das durch Radsturz hervorgerufene Bestreben eines „Nach-außen-abrollens“ zu einer übermäßigen Abnutzung der Laufflächen führen. Die Vorspur wirkt diesem Bestreben entgegen und begünstigt einen ruhigen Lauf der Räder bei Geradeausfahrt. Radsturz und Vorspur müssen also aufeinander abgestimmt sein, damit die Vorderräder geradeauslaufen.

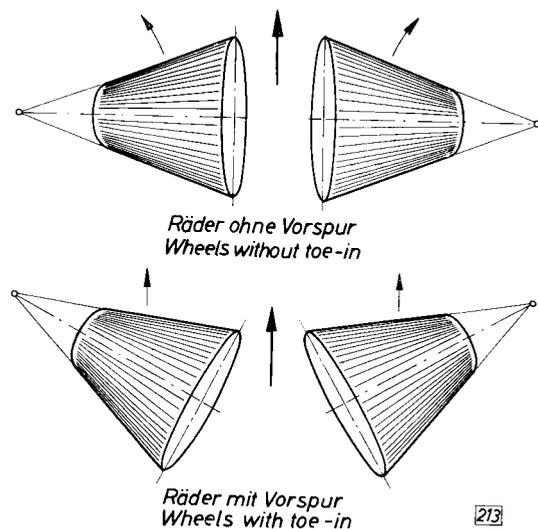


Bild 119 – Schematische Darstellung des Abrollens der Räder um ihre durch den Radsturz gegebene Kegelspitze  
oberes Bild: ohne Vorspur  
unteres Bild: mit Vorspur

Die Größe der Vorspur wird durch die Einstellung der Spurstange erreicht. Wird das Lenk-

trapez durch ein Einschlagen der Vorderräder verändert, so wird die Vorspur zur Nachspur, deren Größe vom jeweiligen Radeinschlag abhängig ist. Die Vorderräder eines Kraftfahrzeuges mit Achsschenkellenkung laufen folglich bei Geradeausfahrt mit Vorspur und in einer Kurve mit Nachspur. Bei der Nachspur ist – wie aus Bild 120 ersichtlich – der Abstand „A“ größer als der Abstand „B“, also ist die Nachspur eine Umkehrung der Vorspur.

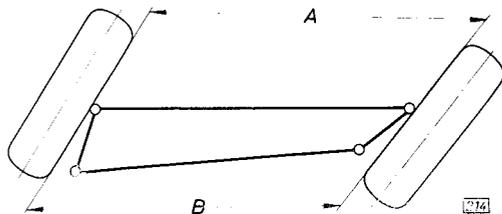


Bild 120 – Verzerrung des Lenktrapezes bei Radeinschlag und dadurch Entstehung der Nachspur: „A“ größer als „B“

Diese Nachspur, d. h. der nicht parallele Verlauf der Vorderräder, ist auf die von der Größe des Radeinschlages abhängige Winkelstellung der Lenkhebel zurückzuführen. Bei parallel stehenden Lenkhebeln würden beide Räder ebenfalls parallel zueinander verlaufen, d. h. sie würden den gleichen Einschlagwinkel aufweisen und damit nicht um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehen.

## Spreizung

Um die Vorteile des Stützpunktes für das Waggengewicht in Richtung des Achsschenkelbolzens auszunutzen, wird der Radsturz verringert, um gleichzeitig die Spreizung – das ist die Achsschenkelbolzen- bzw. Drehachsenneigung – oben nach innen zu erhöhen. Die Spreizung wird in Winkelgraden gemessen, ist in der Konstruktion der Radaufhängung festgelegt und folglich unveränderlich. Durch die Verringerung des Radsturzes wird eine Herabsetzung des Bestrebens der Vorderräder erreicht, nach vorn auseinanderzulaufen, während durch die Spreizung wiederum erreicht wird, daß dennoch ein möglichst kleiner Lenkroll-Halbmesser vorliegt.

Die Spreizung ergibt sich aus der Neigung des Achsschenkelbolzens bzw. der Drehachse zu der im Schnittpunkt mit der Fahrbahn errichteten Senkrechten. Sie ist also der Winkel, den die Drehachse mit der Senkrechten zur Fahrbahn bildet (Winkel „ $\delta$ “ in Bild 121).

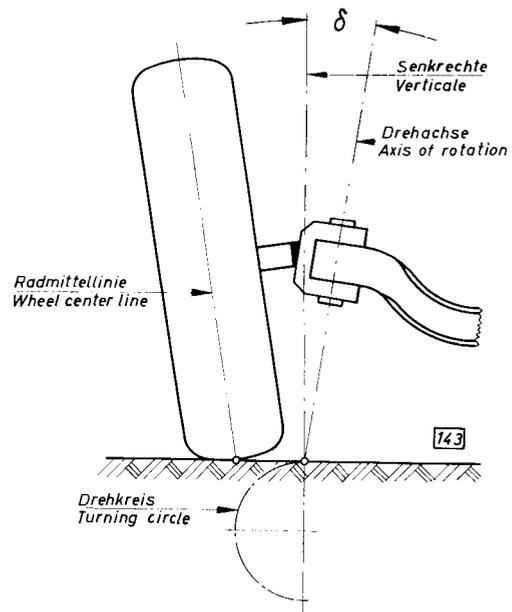


Bild 121 – Darstellung der Spreizung in Verbindung mit Radsturz

Der Sturz in Verbindung mit der Spreizung ermöglicht also beim Lenkeinschlag den kleinstmöglichen Drehkreis auf der Fahrbahn. Durch die Neigung des Achsschenkelbolzens oben nach innen und des Rades oben nach außen fällt der Auflagepunkt des Rades fast mit der Verlängerung der Drehachse des Achsschenkelbolzens auf der Fahrbahn zusammen. Der verbleibende Abstand zwischen dem Schnittpunkt der Drehachse mit der Fahrbahn und dem Radberührungspunkt auf der Fahrbahn ist der Lenkroll-Halbmesser, der mitbestimmend ist für die Leichtgängigkeit der Lenkung.

Die Neigung der Drehachse bewirkt, daß beim Einschlagen eines Achsschenkels nach links oder rechts der Radlagerzapfen nach unten schwenkt. Er beschreibt also einen Kreisbogen, der seine höchste Stellung dann erreicht, wenn sich die Lenkung in Geradeausstellung befindet. Bei einem auf der Fahrbahn stehenden Fahrzeug kann aber der Radlagerzapfen nicht nach unten schwenken, das bedeutet, daß er

bei einem Radeinschlag den Achsschenkel und damit das ganze Fahrzeug nach oben drücken muß.

Ausgehend von Geradeausstellung der Lenkung bewirkt also die Spreizung, daß bei einem Einschlagen der Vorderräder nach irgendeiner Seite jeder Achsschenkel und damit das ganze Fahrzeug auf eine schiefe Ebene hochgeführt wird. Da das Gewicht des Fahrzeuges auf den Achsschenkeln ruht, sind die Radlagerzapfen immer bestrebt, die tiefste Stellung einzunehmen, d. h. die Räder in Geradeausstellung zu bringen. Die Spreizung trägt somit bei, daß nach vorangegangener Kurvenfahrt die Vorderräder das Bestreben haben, wieder in Geradeausstellung zurückzugehen.

### Nachlauf

Beim Kraftfahrzeug sind – von der Seite gesehen – zwei Möglichkeiten einer Achsschenkelbolzenneigung gegeben. Das ist einmal die Neigung oben nach hinten, Nachlauf genannt, und zum anderen die Neigung oben nach vorn, Vorlauf genannt (Bild 122). Letztere Achsschenkelbolzenstellung (Vorlauf) ist äußerst selten, vorherrschend ist der Nachlauf. Er wird in Winkelgraden gemessen und ist der Winkel, um den die Drehachse gegenüber der Senkrechten zur Fahrbahn oben nach hinten bzw. unten nach vorn geneigt ist (Winkel „ $\epsilon$ “ in Bild 122).

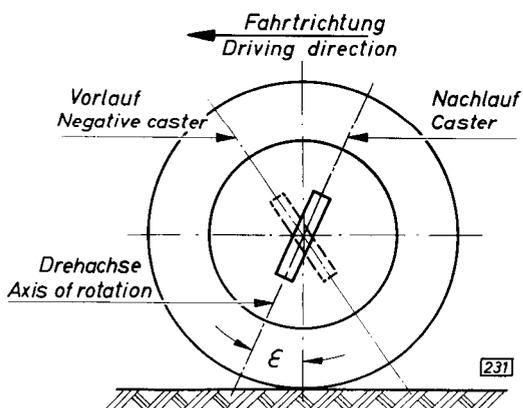


Bild 122 – Nachlauf: Neigung der Drehachse des Achsschenkelbolzens oben nach hinten  
Vorlauf: Neigung der Drehachse des Achsschenkelbolzens oben nach vorn

Diese Neigung der Drehachse gegenüber der Senkrechten zur Fahrbahn wird als „Nachlauf“

bezeichnet, weil die Mittelachse des Achsschenkelbolzens, der das Rad führt, vor dem Auflagepunkt des Rades auf die Fahrbahn trifft, wodurch das Rad seinem Führungspunkt nachläuft. Durch den Nachlauf werden die Räder „gezogen“, nicht „geschoben“. Sie haben somit das Bestreben, sich von selbst in gerade Fahrtrichtung zu stellen und diese einzuhalten, d. h. die Räder werden richtungsstabil. Als Beispiel dienen die Rollenausführungen fahrbarer Gegenstände wie Montageroller, fahrbarer Wagenheber, Klavier, Teewagen usw. Bei diesen Rollen fällt die Drehachse des Rollenbügels nicht mit der Drehachse der Rolle zusammen, sondern die Drehachse der Rolle läuft – wie aus Bild 123 zu ersehen ist – hinter der Drehachse des Rollenbügels her. Mit anderen Worten: Die Rolle stellt sich beim Bewegen des jeweiligen Gegenstandes stets so, daß sie gezogen wird, wodurch ein leichtes Fortbewegen des Gegenstandes bei gleichzeitiger Richtungsstabilität der Rollen gewährleistet ist.

Der Nachlauf trägt also wesentlich dazu bei, die Stabilität der Räder und damit der gesamten Lenkung zu erhöhen.

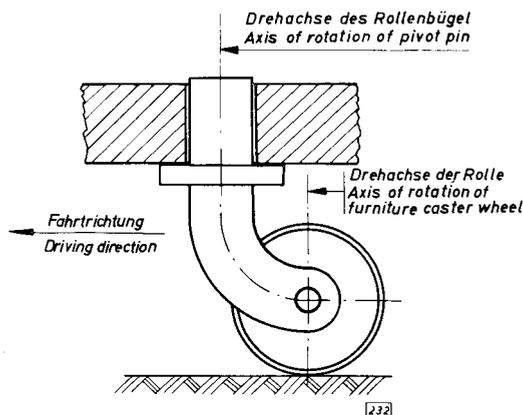


Bild 123 – Darstellung des Nachlaufes an einem Rollenbügel mit Rolle

Da der Achsschenkelbolzen als Drehachse nicht senkrecht zur Fahrbahn steht, sondern durch die Nachlaufeinstellung oben nach hinten geneigt ist, ergibt sich der Drehradius, auf dem das Rad um den Drehpunkt herumläuft, nicht als Ebene auf der Fahrbahn, sondern als eine in einem bestimmten Winkel kreisförmig verlaufende schiefe Ebene (Bild 124). Dieser Winkel ist genau so groß wie der Neigungswinkel des Nachlaufes.

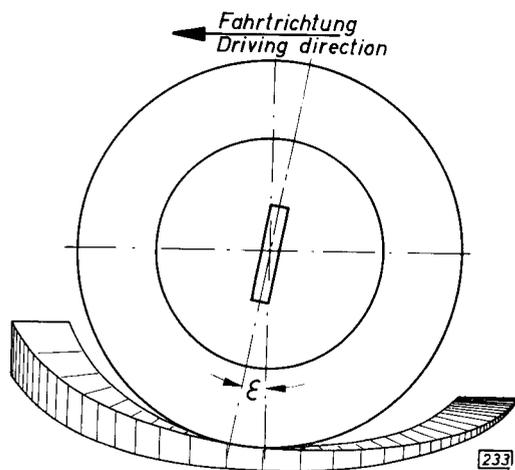


Bild 124 – Jedes Vorderrad wird durch den Nachlauf um seinen Drehpunkt herum auf eine kreisförmige schiefe Ebene hochgeführt. Der Nachlauf bildet also im Zusammenhang mit der Spreizung die Rückstellkraft der Lenkung

Steht also ein mit Nachlauf der Vorderräder versehenes Fahrzeug **nicht** auf der Fahrbahn, so wird beim Einschlagen der Lenkung nach irgendeiner Seite stets das kurvenäußere Rad auf einer bogenförmigen schiefen Ebene aufwärts, das kurveninnere Rad dagegen abwärts geführt (Bild 124 und 125). Steht oder fährt dagegen das Fahrzeug auf der Fahrbahn, so kann weder – infolge des Wagengewichtes – das kurvenäußere Rad auf einer bogenförmigen schiefen Ebene aufwärts noch – infolge des Fahrbahnwiderstandes – das kurveninnere Rad abwärts geführt werden. Die Folge davon ist, daß auf der kurveninneren Seite durch das „Nach-unten-schwenken“ des Radlagerzapfens das Fahrzeug vorn gehoben, umgekehrt auf der kurvenäußeren Seite gesenkt wird.

Infolge seines Eigengewichtes sucht das Fahrzeug stets seine tiefste Lage einzunehmen. Das bedeutet, daß die Vorderräder das Bestreben haben, nach vorangegangener Kurvenfahrt

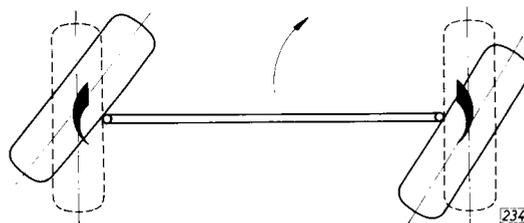


Bild 125 – Beim Einschlagen der Räder nach rechts bewegt sich das kurveninnere Rad auf einer bogenförmigen schiefen Ebene nach unten, das kurvenäußere Rad nach oben. Umgekehrt verhalten sich die Räder beim Einschlagen nach links

wieder in Geradeausstellung zurückzugehen. Nachlauf und Spreizung sind also die Faktoren, die einer Lenkung die Rückstellkraft und – da beide nach innen gerichtete Kräfte darstellen – Richtungsstabilität geben.

Der Nachlauf ist außerdem dafür verantwortlich, daß beim Einschlagen des Lenkrades zum Auffahren auf die schiefe Ebene ein gewisser Kraftaufwand erforderlich ist. Ein sehr hoher Nachlauf würde zwar eine größere Rückstellkraft der Lenkung mit sich führen, aber auch einen höheren Kraftaufwand zum Betätigen des Lenkrades erfordern. Beides muß also aufeinander abgestimmt sein.

Aus den Erklärungen und Abbildungen, die im Vorangegangenen zu den einzelnen, für die Radstellung maßgebenden Faktoren gemacht wurden, ist deutlich zu ersehen, daß erst das Zusammenwirken aller Faktoren, also des Radsturzes, der Vorspur, der Spreizung und des Nachlaufes, den gelenkten Rädern eine einwandfreie Geradeausführung, Richtungsstabilität, leichte Lenkarbeit und die Eigenschaft gibt, nach vorangegangener Kurvenfahrt wieder selbständig in Geradeausstellung zurückzugehen.

## Allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen

Zur Prüfung und Einstellung von Nachlauf, Sturz, Vorspur und Radeinschlag müssen sowohl in der Werkstatt als auch am zu vermessenden Wagen folgende allgemeine Voraussetzungen gegeben sein, um einwandfreie Vorderradeinstellungen durchführen zu können:

### a) Für die Werkstatt

Für die Messung der Vorderradeinstellungen muß eine **genau ebene, waagrechte Fläche** vorhanden sein, auf die der gesamte Wagen gestellt werden kann.

Die zur Verfügung stehenden Meßgeräte müssen einwandfreie Messungen garantieren.

## b) Für den Wagen

Im Lenkgestänge darf kein unzulässiges Spiel auftreten.

Alle vier Räder müssen vorschriftsmäßigen Reifendruck für Vollbelastung aufweisen.

Zustand und Abnutzungsgrad beider Vorderradreifen müssen gleich sein.

Das Vorderradlagerspiel muß richtig eingestellt sein.

Die Vorderräder dürfen keinen unzulässigen Schlag aufweisen.

Der Wagen muß zur **ebenen, waagrechten Prüffläche** in einer sogenannten **Meßebe** liegen, d. h. er ist vorn und hinten – entsprechend der Bereifung des jeweiligen Fahrzeuges – auf bestimmte Abstände herunterzuziehen (Bild 126). Hierzu empfiehlt es sich, für vorn und hinten je 2 Holzstäbe mit den vorgeschriebenen Längen anzufertigen. Die beiden Holzstäbe für vorn werden an den vorderen Enden der Vorderrahmenlängsträger, die beiden Holzstäbe für hinten an den hinteren Enden der Unterbaulängsträger untergestellt. Anschließend ist der Wagen so weit herunterzuziehen, bis die Trägerenden auf den Holzstäben aufliegen.

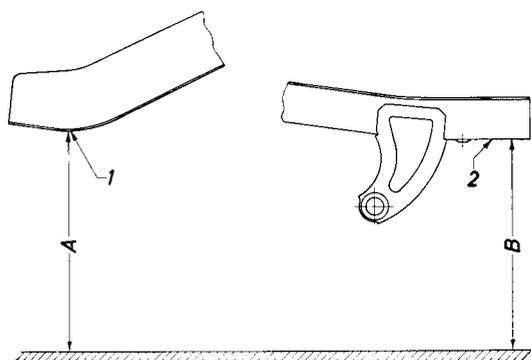


Bild 126 – Wagen in Meßebe (als Beispiel bei Lenkung mit Stahlscheibengelenk)

1 Vorderes Ende des Vorderrahmenlängsträgers

2 Hinteres Ende des Unterbaulängsträgers

A = Bodenabstand am vorderen Ende des Vorderrahmenlängsträgers

B = Bodenabstand am hinteren Ende des Unterbaulängsträgers

**Besonders zu beachten ist, daß bei Vorderradeinstellungen zunächst Nachlauf und Sturz, anschließend erst die Vorspur einzustellen ist. Da jede Nachlauf- und Sturzeinstellung eine andere Vorspur des Wagens erforderlich macht, ist in jedem Fall nach durchgeführter Nachlauf- und Sturzeinstellung die Vorspur zu prüfen und entsprechend nachzustellen, auch wenn diese bereits vor der Einstellung überprüft und in Ordnung befunden wurde. Bei einer Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr muß nach jeder Vorspureinstellung zusätzlich der Radeinschlag geprüft und evtl. neu eingestellt werden.**

## Vorspur der Vorderräder prüfen und einstellen

Die Vorspur ist eine der wichtigsten Stellungen der Vorderräder. Eine nicht einwandfreie, den Vorschriften entsprechende Vorspur bedeutet in jedem Fall erhöhten Reifenverschleiß. Es ist daher von großer Wichtigkeit, daß sowohl der Prüfung als auch der Einstellung der Vorspur die größte Beachtung geschenkt wird und die erforderlichen Arbeiten mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden.

Der Wagen muß zur Einstellung der Vorspur auf einer Prüffläche stehen und sich in Meßebe befinden. Die Lenkung muß in Mittelstellung und beide Vorderräder genau geradeaus stehen. Die Einstellung der Lenkung kann dann entweder an der linken oder an der rechten Spurstange vorgenommen werden. Das gilt sowohl für eine Lenkung mit Stahlscheibengelenk als auch für eine Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr. Während der Einstellungsarbeiten ist darauf zu achten, daß die Lenkung stets in Mittelstellung stehen bleibt.

Zunächst ist der zu vermessende Wagen auf allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen zu überprüfen (siehe unter „Allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen“) und mit Vorderrädern genau in Geradeausstellung – entspricht der halben Umdrehungszahl des Lenkrades vom Linkseinschlag zum Rechtseinschlag – auf eine Prüffläche zu stellen. Beim Einschlag darf das Lenkrad **nie schlagartig in Endstellung** gedreht werden, da sich sonst die Umlaufkugeln in der Lenkmutter in ihre Laufflächen eindrücken können.

Anschließend Wagen in Meßebene bringen. Hierzu Wagen mit entsprechenden Vorrichtungen vorn und hinten auf die für die Bodenabstände vorgeschriebenen Maße herunterziehen. Die Bodenabstände sind von der Bereifung des jeweiligen Fahrzeuges abhängig.

Vorspur zunächst prüfen. **Sie ist stets zwischen dem jeweiligen Außenrand der Felgen (Bild 127), nie zwischen den Außen- oder Innenseiten der Reifen zu prüfen.** Entspricht die gemessene Vorspur nicht dem vorgeschriebenen Wert, so ist eine Neueinstellung vorzunehmen.

Zum Einstellen der Vorspur je zwei Klemmschrauben der Spurstangenrohre an linker und rechter Spurstange lösen und beide Vorder-

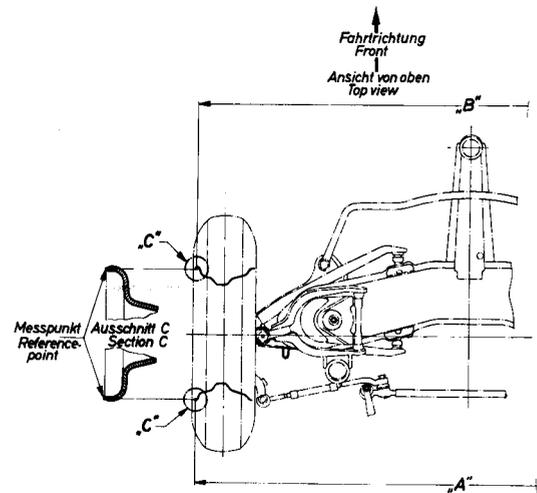


Bild 127 – Vorspur messen – Bild zeigt nur linkes Vorder-  
rad (als Beispiel bei Lenkung mit Stahlschei-  
bengelenk)

Maß „A“ stets größer als Maß „B“

Differenz zwischen Maß „A“ und „B“ ergibt die Vorspur

räder zunächst **genau geradeausstellen, d. h. die Vorspur ist null.** Dann linke und rechte Spurstange entsprechend der gewünschten Änderung so verstellen – siehe Drehrichtung in Bild 128 –, bis der vorgeschriebene Wert für die Vorspur erreicht ist.

Dabei darauf achten, daß die Lenkung in Mittelstellung stehen bleibt.

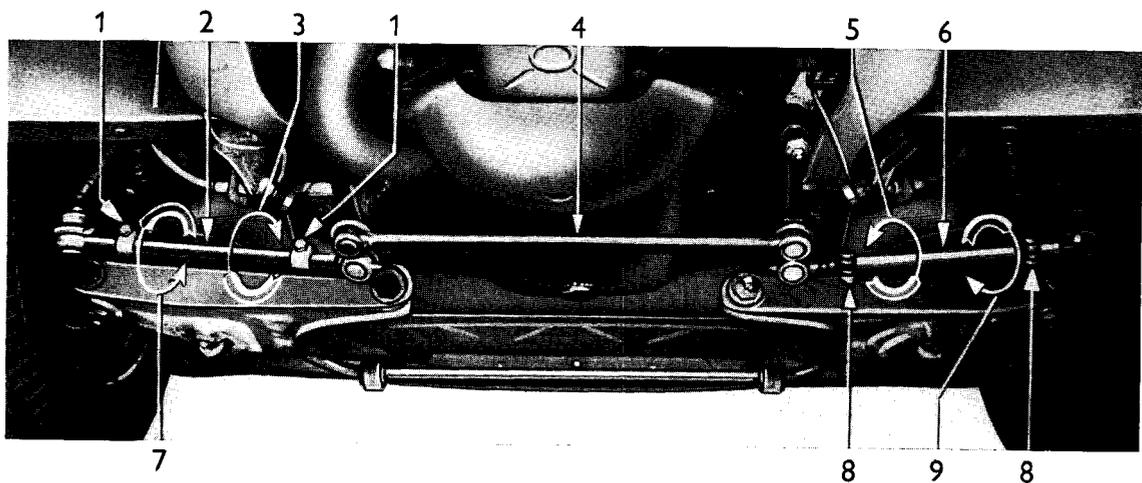


Bild 128 – Linke und rechte Spurstange zum Einstellen der Vorspur verstellen (als Beispiel bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Klemmschraube für Klemmschelle am linken Spurstangenrohr
- 2 Linke Spurstange
- 3 In dieser Drehrichtung **der linken Spurstange** wird die **Vorspur größer**
- 4 Mittlere Spurstange
- 5 In dieser Drehrichtung **der rechten Spurstange** wird die **Vorspur kleiner**

- 6 Rechte Spurstange
- 7 In dieser Drehrichtung **der linken Spurstange** wird die **Vorspur kleiner**
- 8 Klemmschraube für Klemmschelle am rechten Spurstangenrohr
- 9 In dieser Drehrichtung **der rechten Spurstange** wird die **Vorspur größer**

An linker und rechter Spurstange Klemmschrauben von jeweils nur einer Klemmschelle festziehen. Danach **beide Gelenkköpfe jeder Spurstange mittig zu den Kugelbolzen ausrichten, damit der Kugelbolzen nicht an die Lochlaibung des Gelenkkopfes zum Anliegen kommt**. Andernfalls erfolgt eine ungünstige Beanspruchung für die jeweilige Spurstange (Bild 129).

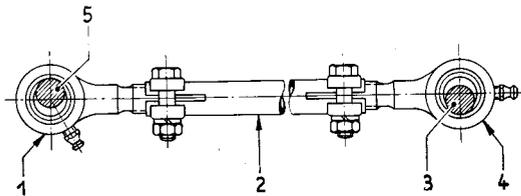


Bild 129 – Kugelbolzen in den Gelenkköpfen falsch ausgerichtet (als Beispiel bei Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr)

- 1 Äußerer Gelenkkopf
- 2 Linke Spurstange
- 3 Kugelbolzen liegt an Lochlaibung des inneren Gelenkkopfes
- 4 Innerer Gelenkkopf
- 5 Kugelbolzen liegt an Lochlaibung des äußeren Gelenkkopfes

Anschließend noch nicht angezogene Klemmschrauben an beiden Spurstangen festziehen. Hierbei darauf achten, daß die **Kugelbolzen**

**der Gelenkköpfe ihre vorher ausgerichtete Lage beibehalten.**

Bei einer Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr ist zusätzlich der Vorderradeinschlag zu prüfen bzw. einzustellen (siehe gleichlautenden Arbeitsvorgang).

### Vorspur auf Taktstand prüfen und einstellen

Zum Prüfen und Einstellen der Vorspur auf dem Taktstand ist es **nicht erforderlich**, den Wagen in Meßebeine zu bringen, d. h. vorn und hinten auf bestimmte Bodenabstände herunterzuziehen oder zusätzlich zu belasten. Das Fahrzeug muß vielmehr bei Reifendruck für Vollbelastung das **vorgeschriebene Leerge wicht** besitzen, das bedeutet: vollgetankter Kraftstoffbehälter, Reserverad, Werkzeug, jedoch ohne Fahrer.

Um jegliches Spiel im Lenkgestänge auszuschalten, müssen, um den vorgeschriebenen Meßwert der Vorspur bei Taktstandarbeiten zu erreichen, die Reifen der Vorderräder am Umfang hinten mit einer bestimmten Zugkraft zusammengezogen werden.

## Nachlauf und Sturz der Vorderräder prüfen und einstellen

Zunächst ist der zu vermessende Wagen auf allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen zu überprüfen (siehe unter „Allgemeine Voraussetzungen für die Vorderradeinstellungen“) und – mit Vorderrädern in Geradeausstellung – auf eine Prüffläche zu stellen. Dann Wagen in Meßebeine bringen. Hierzu Wagen mit entsprechenden Vorrichtungen vorn und hinten auf die für die Bodenabstände vorgeschriebenen Maße herunterziehen. Die Bodenabstände sind von der Bereifung des jeweiligen Fahrzeuges abhängig.

### A) Bei Lenkungsausführung mit durchgehendem Lenkstützrohr

Die Einstellungen des Nachlaufes und des Sturzes erfolgen unabhängig voneinander. **Der**

**Nachlauf wird durch Drehen des Querstückes um seine eigene Achse am unteren Lenker** eingestellt, während der **Sturz durch Umsetzen des Kugelgelenkflansches an der oberen Achschenkellagerung** verändert werden kann. Hierzu sind die Befestigungslöcher des Kugelgelenkflansches außermittig versetzt.

**Nachlauf und Sturz prüfen.** Der Nachlauf soll an beiden Rädern gleich und der Sturz positiv – Rad oben nach außen geneigt – sein. Entsprechen Nachlauf und Sturz nicht den vorgeschriebenen Werten, dann sind beide neu einzustellen.

#### a) Nachlauf einstellen

Wagen vorn mit Wagenheber – unter Mitte Vorderachse angesetzt – hochheben.

Abstützbock an entsprechender Einstellseite unterhalb des Gummipuffers am unteren Lenker untersetzen, Wagenheber ablassen und Rad abnehmen (Bild 130).

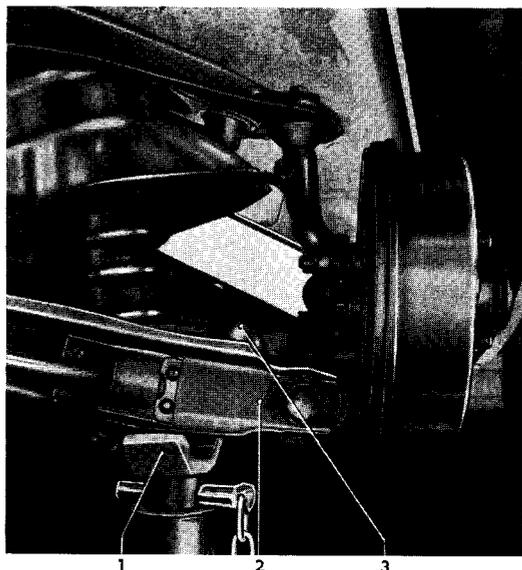


Bild 130 – Wagen am unteren Lenker an der Einstellseite abgestützt

- 1 Abstützbock
- 2 Unterer Lenker
- 3 Gummipuffer

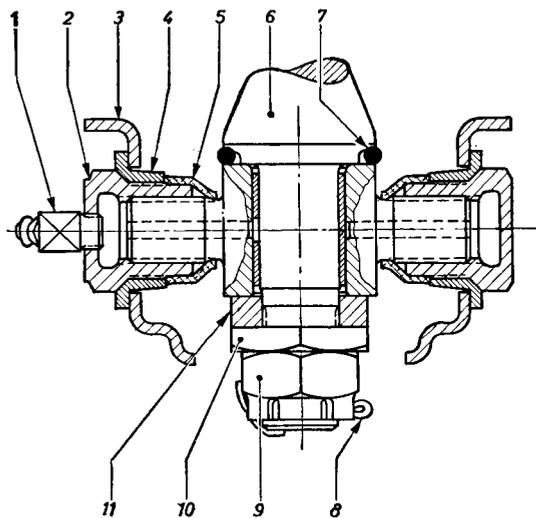


Bild 131 – Untere Achsschenkellagerung

- 1 Schmiernippel
- 2 Gewindebuche
- 3 Unterer Lenker
- 4 Verstärkung an 3
- 5 Gummidichtkappe
- 6 Achsschenkel
- 7 Gummidichtring
- 8 Splint
- 9 Kronenmutter
- 10 Flachmutter, abgefaste Seite zeigt nach unten
- 11 Druckscheibe

Danach Kronenmutter am unteren Achsschenkel entsplinten, von Flachmutter entkontern und beide Muttern abschrauben. Druckscheibe abnehmen und Achsschenkellagerzapfen aus Querstück am unteren Lenker ausführen (Bild 131).

Jetzt ist das Querstück entsprechend der erforderlichen Nachlaufveränderung – wie in Bild 132 gezeigt – zu verdrehen. Die Drehrichtung des Querstückes für beide Seiten, von vorn gesehen, ergibt folgende Nachlaufänderung:

Im Uhrzeigersinn: **Verkleinern** des Nachlaufes.

Entgegen dem Uhrzeigersinn: **Vergrößern** des Nachlaufes.

Eine Verstellung des Querstückes um mehr als eine Umdrehung aus der Mittelstellung des Querstückes zu den Lenkerarmen heraus ist nicht zulässig.



Bild 132 – Drehrichtung des Querstückes bei NachlaufEinstellung  
Ansicht von vorn

Anschließend Gummidichtring (131/7) über den Bund des unteren Achsschenkellagerzapfens nach oben schieben und alle Gleitstellen des Zapfens einfetten.

**Zur genauen Einstellung der unteren Achsschenkellagerung darf der Gummidichtring (131/7) keinesfalls in seinem Sitz belassen werden, da die Einstellung sonst nicht exakt vorgenommen werden kann. Erst wenn das untere Lager eingestellt ist, wird der Gummidichtring wieder in seinen ursprünglichen Sitz geschoben.**

Achsschenkel von oben in das Querstück einführen. Druckscheibe beiderseits einfetten und auf Achsschenkelagerzapfen stecken. Flachmutter – mit abgefaster Seite nach unten – vorerst nur von Hand so weit anziehen, daß kein axiales Spiel zwischen Querstück und Achsschenkelagerzapfen mehr vorhanden ist.

**Das endgültige Einstellen und Sichern der unteren Achsschenkelagerung erfolgt erst, nachdem die Kontrollmessung durchgeführt ist.**

## b) Sturz einstellen

Hierzu Kugelgelenk der oberen Achsschenkelagerung vom oberen Lenker – 2 Sechskantschrauben, Federringe, Muttern – und vom Achsschenkel – Klemmschraube, Federring, Mutter – abschrauben und Flansch um 180° verdrehen (Bild 133).

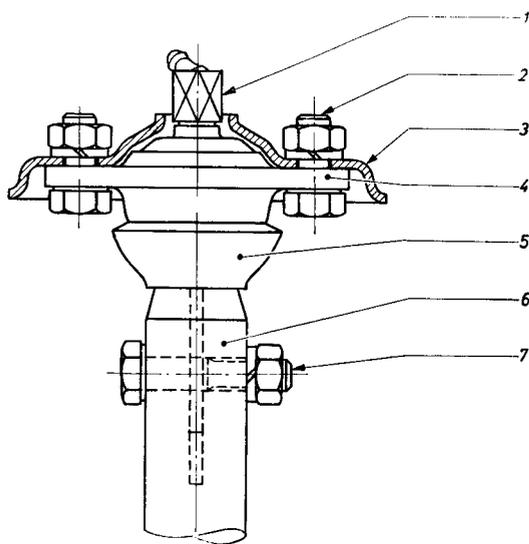


Bild 133 – Obere Achsschenkelagerung

- 1 Schmiernippel
- 2 Sechskantschraube – Federring, Mutter – für 4 an 3
- 3 Oberer Lenker
- 4 Oberes Kugelgelenk
- 5 Gummistaubkappe
- 6 Achsschenkel
- 7 Klemmschraube – Federring, Mutter – für 4 an 6

Die Schraubenlöcher im Flansch des Kugelgelenkes sind für die Sturzverstellung außermittig versetzt. Das bedeutet, daß für die Sturzeinstellung nur 2 Verstellmöglichkeiten vorhanden sind (Bild 134).

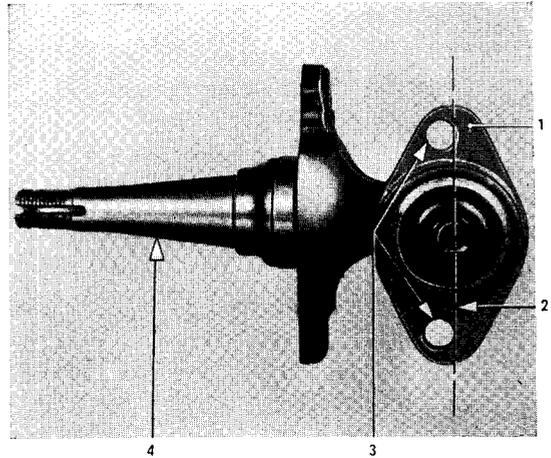


Bild 134 – Außermittig versetzte Löcher im Flansch des oberen Kugelgelenkes – Achsschenkel ausgebaut

- 1 Befestigungsflansch am oberen Kugelgelenk
- 2 Flanschschnittlinie
- 3 Löcher in 1 – außermittig versetzt – für Sturzeinstellung
- 4 Radlagerzapfen des Achsschenkels

Produktionsseitig wird das Kugelgelenk so montiert, daß der geringste positive Radsturz vorhanden ist, wobei die außermittigen Löcher nach außen – wie Bild 134 zeigt – zum Radlagerzapfen zeigen.

Nach der Sturzeinstellung ist das Kugelgelenk am oberen Lenker und am Achsschenkel festzuschrauben. Den Schmiernippel so verdrehen, daß er **schräg nach vorn** zeigt.

Dann Rad montieren. Nachlauf und Sturz nochmals kontrollieren, wenn erforderlich, Einstellung wiederholen. Untere Achsschenkelagerung einstellen und sichern.

## B) Bei Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk

Die Einstellung des Nachlaufes und des Sturzes ist hier voneinander abhängig. **Die Sturzverstellung** erfolgt durch **gleichmäßiges** Entfernen oder Beilegen von Ausgleichscheiben, während **die Nachlaufverstellung** durch **ungleichmäßiges** Entfernen oder Beilegen von Ausgleichscheiben – vorn mehr, hinten weniger – an den beiden Befestigungsschrauben der oberen Lenkerachse vorgenommen wird.

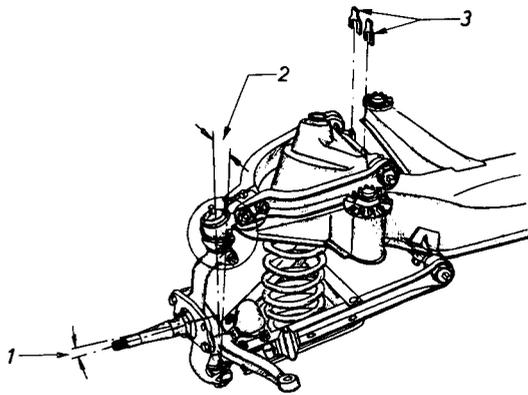


Bild 135 – Nachlauf- und Sturzeinstellung

- 1 Sturzwinkel
- 2 Nachlaufwinkel
- 3 Gabelförmige Ausgleichscheiben

**Nachlauf und Sturz prüfen.** Der Nachlauf soll an beiden Rädern gleich und der Sturz positiv – Rad oben nach außen geneigt – sein. Entsprechen Nachlauf und Sturz nicht den vorgeschriebenen Werten, dann sind beide neu einzustellen.

Hierzu Befestigungsschrauben der oberen Lenkerachse an Vorderachse lösen und gabelförmige Ausgleichscheiben zwischen Lenkerachse und Vorderachskörper entsprechend entfernen

oder so zwischenstecken (Bild 136), daß die Griffstücke nach oben zeigen.

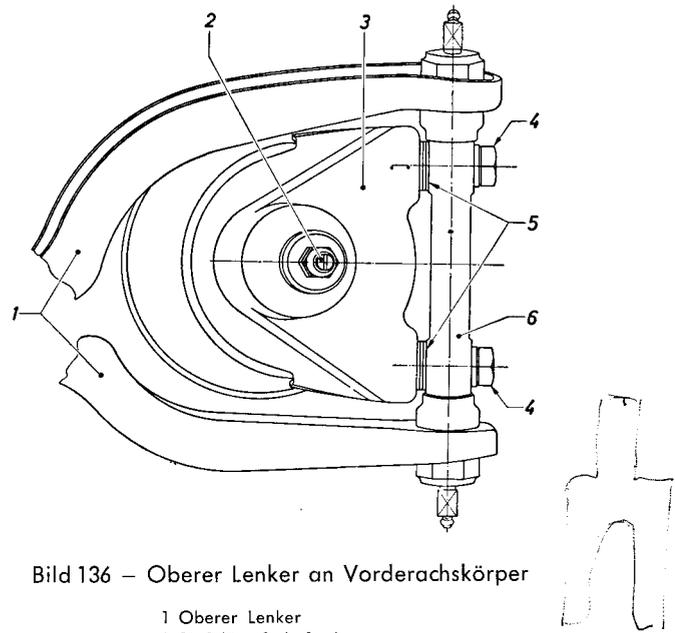


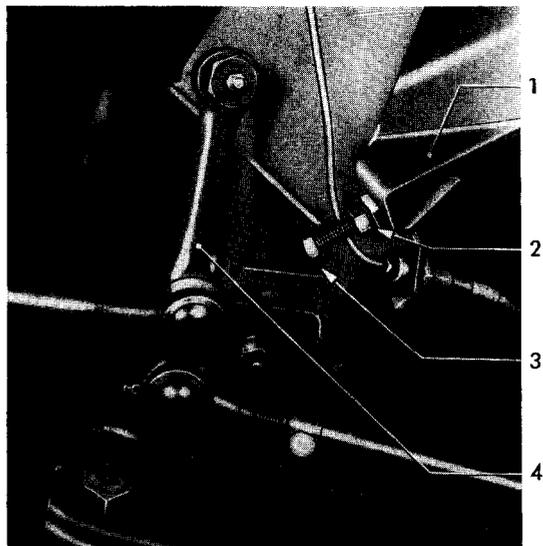
Bild 136 – Oberer Lenker an Vorderachskörper

- 1 Oberer Lenker
- 2 Stoßdämpferbefestigung
- 3 Achskörper
- 4 Befestigungsschraube für 6 an 3
- 5 Gabelförmige Ausgleichscheiben
- 6 Lenkerachse

Befestigungsschrauben auf das vorgeschriebene Drehmoment festziehen und Nachlauf sowie Sturz nochmals kontrollieren. Wenn erforderlich, Einstellung wiederholen.

## Vorderradeinschlag prüfen und einstellen

Bei der Lenkungsausführung mit Stahlscheibengelenk ist der Radeinschlag fest fixiert und folglich nicht einstellbar.



Bei der Lenkung mit durchgehendem Lenkstützrohr wird der Radeinschlag auf der linken und rechten Wagenseite durch je eine Sechskantschraube begrenzt, die in einem Halter am Vorderrahmenlängsträger eingeschraubt ist. Bei Rechteinschlag der Vorderräder kommt der Lenkstockhebel auf der linken Wagenseite an die Sechskantschraube zum Anliegen, bei Linkeinschlag der Vorderräder kommt der Lenkzwischenhebel auf der rechten Wagenseite (Bild 137) an die Sechskantschraube zum Anliegen.

Bild 137 – Radeinschlagbegrenzung – Bild zeigt rechte Wagenseite

- 1 Halter für 3
- 2 Kontermutter für 3
- 3 Radeinschlagbegrenzungsschraube
- 4 Lenkzwischenhebel

Der vorgeschriebene Radeinschlagwinkel „ $\alpha$ “ des rechten Vorderrades wird bei Linkseinschlag der Vorderräder und der des linken Vorderrades bei Rechtseinschlag der Vorderräder geprüft (Bild 139 und 140). Bei der Prüfung und Einstellung muß der Wagen vorn so hochgehoben und abgestützt sein, daß die Vorderräder vom Boden frei sind. Ein Herunterziehen des Wagens in Meßebene ist nicht erforderlich.

Die Vorderräder zunächst nach links bis zum Anschlag einschlagen. Hierbei am gesäuberten Lenkzwischenhebel Mitte der rechten Begrenzungsschraube gut sichtbar markieren. Anschließend Vorderräder nach rechts bis zum Anschlag einschlagen und am gesäuberten Lenkstockhebel Mitte der linken Begrenzungsschraube ebenfalls gut sichtbar markieren.

Dann Lenkung genau in Mittelstellung bringen. Damit stehen Lenkstockhebel und Lenkzwischenhebel ebenfalls in Mittelstellung.

Jetzt mit Radeinschlaglehre Abstand der Begrenzungsschraube vom Lenkstockhebel bzw. Lenkzwischenhebel prüfen. Hierbei auf Kennzeichen „links“ und „rechts“ der Lehre achten (Bild 138). Die Seite der Lehre mit Kennzeichen „links“ ist für die linke Wagenseite und die mit dem Kennzeichen „rechts“ für die rechte Wagenseite – in Fahrtrichtung gesehen – bestimmt.

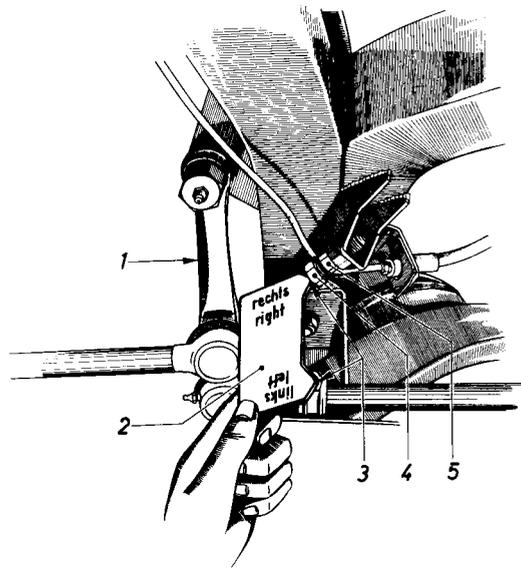


Bild 138 – Mit Radeinschlaglehre Abstand zwischen Begrenzungsschraube und Lenkzwischenhebel bzw. Lenkstockhebel messen

- 1 Lenkzwischenhebel bzw. Lenkstockhebel
- 2 Radeinschlaglehre
- 3 Höcker der Lehre
- 4 Begrenzungsschraube
- 5 Kontermutter der Begrenzungsschraube

Der Radeinschlagwinkel ist richtig eingestellt, wenn der Abstand der Einstellschraube vom Lenkstockhebel bzw. Lenkzwischenhebel der entsprechenden Lehrenbreite entspricht. Hierbei muß jeweils der Höcker der Lehre in Mitte der Begrenzungsschraube und die dem Höcker gegenüberliegende Seite der Lehre an der Markierung des Lenkstockhebels bzw. Lenkzwischenhebels anliegen (Bild 138).

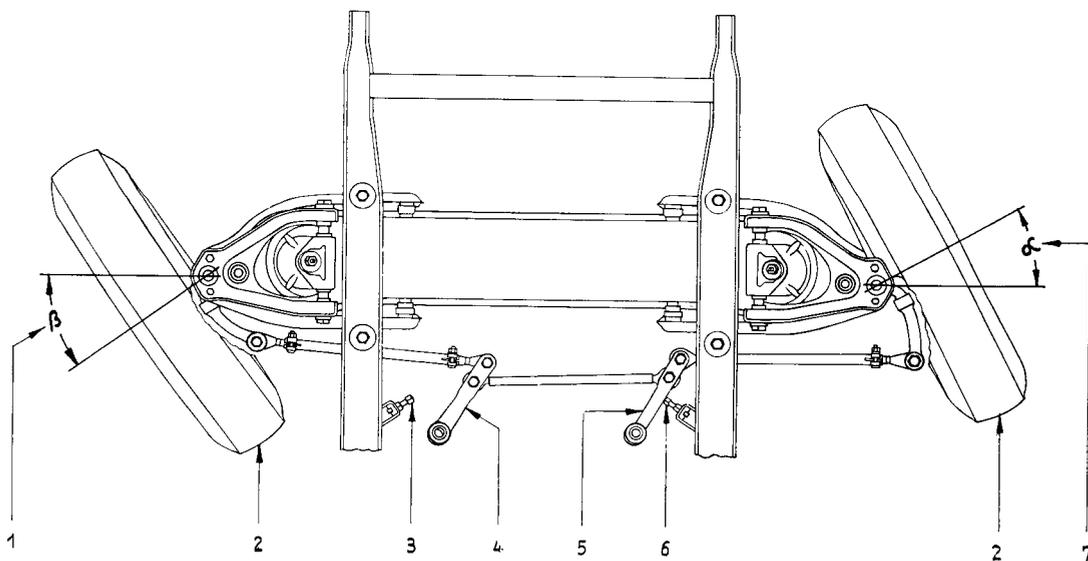


Bild 139 – Radeinschlagwinkel des rechten Vorderrades

- 1 Radeinschlagwinkel „ $\beta$ “ des Innenrades, zu 7 gehörig
- 2 Beide Vorderräder nach links eingeschlagen
- 3 Radeinschlagbegrenzungsschraube am linken Vorderrahmenlängsträger
- 4 Lenkstockhebel

- 5 Lenkzwischenhebel, liegt an 6 an
- 6 Radeinschlagbegrenzungsschraube am rechten Vorderrahmenlängsträger
- 7 Radeinschlagwinkel „ $\alpha$ “ des Außenrades

Entspricht der Radeinschlagwinkel „ $\alpha$ “ (Bild 138 und 140) – mit Radeinschlaglehre gemessen – nicht dem vorgeschriebenen Wert, dann ist es

erforderlich, die linke oder rechte Begrenzungsschraube entsprechend hinein- oder herauszudrehen und mit Kontermutter zu sichern.

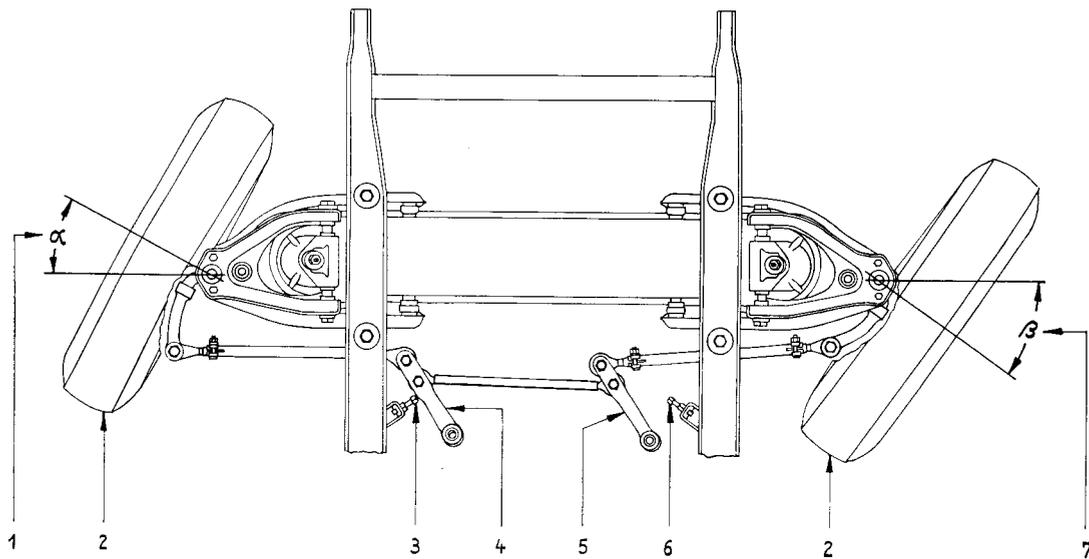


Bild 140 – Radeinschlagwinkel des linken Vorderrades

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 Radeinschlagwinkel „<math>\alpha</math>“ des Außenrades<br/>         2 Beide Vorderräder nach rechts eingeschlagen<br/>         3 Radeinschlagbegrenzungsschraube am linken Vorderrahmenlängsträger<br/>         4 Lenkstockhebel, liegt an 3 an</p> | <p>5 Lenkzwischenhebel<br/>         6 Radeinschlagbegrenzungsschraube am rechten Vorderrahmenlängsträger<br/>         7 Radeinschlagwinkel „<math>\beta</math>“ des Innenrades, zu 1 gehörig</p> |
|---|--|

## RÄDER UND REIFEN

### Aufbau eines Reifens

Das Baumaterial des Reifens ist in der Hauptsache natürlicher oder künstlicher Kautschuk. Dieser ist in rohem Zustand plastisch; durch Vulkanisieren verbindet er sich mit Schwefel und Füllmaterial und wird elastisch. Seine vorzüglichen stoßdämpfenden und Federungs-Eigenschaften verdankt der Reifen dem Kautschuk (vulkanisiert = Gummi).

Die Karkasse (141/3), der Unterbau des Reifens, verleiht dem Reifen die innere Festigkeit. Sie ist ein Textilgewebe oder eine Mischung aus Textil- und Stahldrahtgewebe oder reines Stahldrahtgewebe. Die einzelnen Fasern des Gewebes liegen so parallel aneinander und im Gummi eingebettet, daß sie sich gegenseitig nicht reiben können. Auf diese Weise werden Erwärmung und Verschleiß von dieser Seite vermieden. Die Gewebeschichten werden in mehreren Lagen übereinandergelegt und auch um ein Stahlseil, dem Wulstkern (141/5), gelegt, das den Reifenfuß in der Felge (141/6) festhält. Über der Karkasse (141/3) liegt eine Zwischenschicht (141/2) und darauf die Reifenlauffläche (141/1), die in den verschiedensten Profilierungen ausgeführt sein kann. Die elastische, profilierte Lauffläche des Reifens ist an sich schon in der Lage, in die Bodenunebenheiten einzugreifen und dort gut zu haften. Für besondere Fälle wie nasser Asphalt, Schnee, Eis, Schlamm, Sand und dergleichen wird die Lauffläche mit besonderen Profilierungen versehen. Da die Seitenwand am meisten gewalzt wird, muß sie deshalb möglichst dünn ausgeführt sein, da dünnes Material Dauerbeanspruchungen besser standhält.

Der Wagen wird durch die in dem Reifen unter Druck stehende Luft getragen. Infolge der Kompressionsfähigkeit der Luft ist der Reifen in der Lage, Stöße aufzunehmen bzw. zu dämpfen.

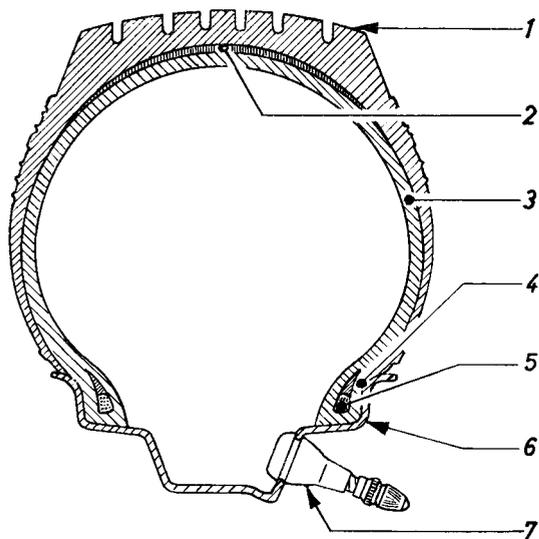


Bild 141 – Reifen mit Felge im Schnitt – Schlauchloser Reifen

- 1 Reifenlauffläche
- 2 Zwischenbau
- 3 Karkasse
- 4 Wulst
- 5 Wulstkern
- 6 Felge
- 7 Ventil

## Pflege eines Reifens

Damit der Reifen eine genügende Lebensdauer erreicht, muß er entsprechend gepflegt werden. Dazu gehören in erster Linie der vorschriftsmäßige Luftdruck, die richtige Belastung und die Radeinstellung.

Ein zu schwach aufgepumpter Reifen wird sich durch ein zu starkes Walken erwärmen und führt zur Strukturänderung und damit zur Zerstörung des Reifens. Ferner werden bei einem Reifen mit zu niedrigem Luftdruck die Profilseiten gegenüber der Profilmitte über das normale Maß hinaus abgenutzt.

Ein zu hoher Luftdruck verschlechtert nicht nur die Federung, sondern führt auch zu einem unnatürlich hohen Verschleiß der Profilmitte. Ebenso wird ein zu hart aufgepumpter Reifen durch Steine, Nägel, Straßenlöcher usw. schneller verletzt werden als ein weich aufgepumpter Reifen.

Auswaschungen auf dem Reifenprofil lassen vornehmlich auf Unwucht der Räder, schadhafte Stoßdämpfer oder Federn, Spiel in den Gelenken oder falsche Einstellung der Vorderräder schließen.

Falsche Radeinstellungen wie etwa falsche Vorspur, Radsturz, Nachlauf usw. führen ebenfalls zu einem mehr oder weniger starken einseitigen bzw. unterschiedlichen Verschleiß des Reifens.

## Prüfen des Reifendruckes

Alle Reifendrucke, die für die einzelnen Reifen vorgeschrieben sind, gelten nur im kalten Zustand des Reifens. Bei einer Drucksteigerung, verursacht durch die Erwärmung des Reifens während der Fahrt, darf keinesfalls Luft abgelassen werden, da hierdurch nach Abkühlen des Reifens ein unzulässig niedriger Reifendruck eintreten würde.

## Beurteilung der Verkehrssicherheit der Reifen

Nach der StVZO sind Reifen noch zulässig, wenn die Profiltrillen oder Einschnitte (original oder nachgeschnitten) am ganzen Umfang und auf der ganzen Breite der Lauffläche noch mindestens 1 mm tief sind. Bei diesem Abnutzungsgrad ist jedoch die Grenze der Verkehrs- und Rutschsicherheit der Reifen erreicht.

Unzulässig sind Reifen mit einem höheren als vorstehend angegebenen Abnutzungsgrad, auch dann, wenn dieser Abnutzungsgrad nur auf einem Teil der Lauffläche überschritten ist, außerdem bei wesentlichen Verletzungen der Lauffläche oder der Seitenwände sowie bei Gewebebrüchen oder gerissenen Drahteinlagen.

Reifen dürfen nur bis zu 2 mm oberhalb des Zwischenbaues nachgeschnitten werden.

## **Ersatz von Reifen**

Der günstigste Zeitpunkt für den Ersatz von Reifen ist der Herbst, da im Durchschnitt der Reifenverschleiß im Sommer wesentlich größer ist als in der kalten Jahreszeit. Gleichzeitig ist es von Vorteil, die erhöhte Rutschgefahr in der feuchten und kühleren Jahreszeit durch die griffigen Profile neuer Reifen verringern zu können.

## **Rad mit Reifen wechseln**

Um eine Beschädigung der Radzierkappe und der Felge beim Abziehen der Radzierkappe zu vermeiden, ist hierfür ein Radkappen-Abzieher zu benutzen. Bei Befestigung des Rades Radmuttern auf das vorgeschriebene Drehmoment über Kreuz festziehen.

## **Schlauchlosen Reifen auf- und abmontieren**

In allen PKW-Typen kommen ausschließlich schlauchlose Reifen zur Verwendung. Diese Reifen dürfen auf keinen Fall mit Schlauch gefahren werden. Im Gegensatz zum Reifen mit Schlauch könnten sich hier bei der Montage leicht Luft einschließen zwischen Schlauch und Reifenwand bilden, die zu vorzeitigen Schlauchdefekten führen könnten. Dies kann besonders vorkommen, wenn der Ventilschaft das Felgenloch dicht abschließt. Ist ein Schlauchdefekt entstanden, so wird der Schlauch durch die beim Fahren auftretenden Zentrifugalkräfte vollkommen zerstört, was bei höheren Geschwindigkeiten zu großen Unwuchten führen kann. Es sollte ein schlauchloser Reifen nur dann in Ausnahmefällen mit Schlauch gefahren werden, wenn infolge Verletzungen des Reifens irgendwelcher Art oder Felgenfehlern keine Dichtung mehr zustande kommt.

Bei der Montage bzw. Demontage von schlauchlosen Reifen sind besondere Hinweise zu beachten, um absolute Dichtigkeit zu erzielen. Keinesfalls dürfen die Reifenwulste oder die Felgenhörner beim Auf- oder Abziehen des Reifens beschädigt werden.

Zur einwandfreien Montage bzw. Demontage des schlauchlosen Reifens wird ein Reifenmontiergerät empfohlen. Im Notfall kann der schlauchlose Reifen auch mit Montiereisen ab- oder aufgezogen werden. In diesem Fall ist darauf zu achten, daß die Montiereisen sehr schlank gehalten sind und eine Breite von min-

destens 25 bis 30 mm bei gut abgerundeten Kanten haben, damit keine Wulstbeschädigungen eintreten können. Die Montage oder Demontage ist genauso wie bei einem Reifen mit Schlauch vorzunehmen.

Vor der Montage Reifenwulst mit einer ca. 5%igen Seifenwasserlösung bestreichen, um ein gutes Gleiten zu erzielen, und Felgenschultern und -flanken gründlich reinigen, so daß sie vollkommen sauber und glatt sind, damit eine gute Abdichtung der Reifen erzielt wird. Verbeulte Felgen nicht wieder verwenden.

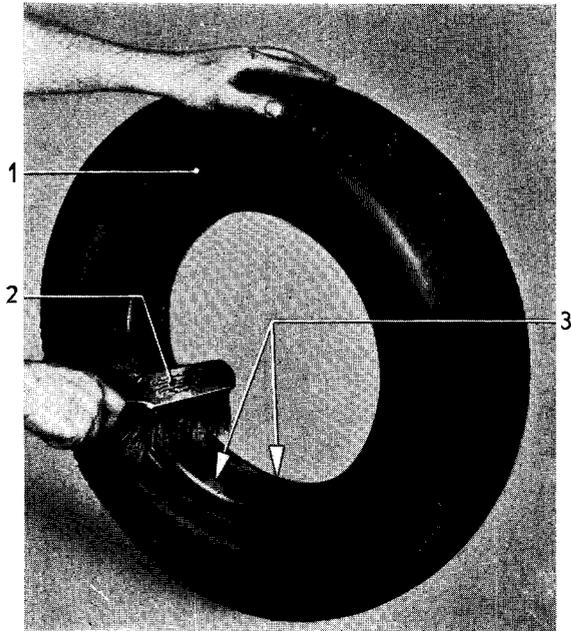


Bild 142 – Beide Reifenwulste mit 5%iger Seifenwasserlösung leicht anfeuchten

- 1 Reifen
- 2 Mit Handbesen wird Seifenwasserlösung aufgetragen
- 3 Reifenwulste

Beim erstmaligen Aufpumpen des Reifens nach der Montage muß dieser bei herausgeschraubtem Ventileinsatz mit einem Luftstoß bis zu einem Druck von 4 atü aufgepumpt werden, damit die Reifenwulste gleichmäßig ohne Unterbrechung auf die Felgenschultern springen und sich bis zur luftdichten Anlage an die Felgenflanken anschmiegen. Wird durch den

Luftstoß ein Anliegen der Wulste an die Felgenflanken nicht erreicht, muß der Reifen mit einem Reifenspanner zusätzlich gespannt werden.

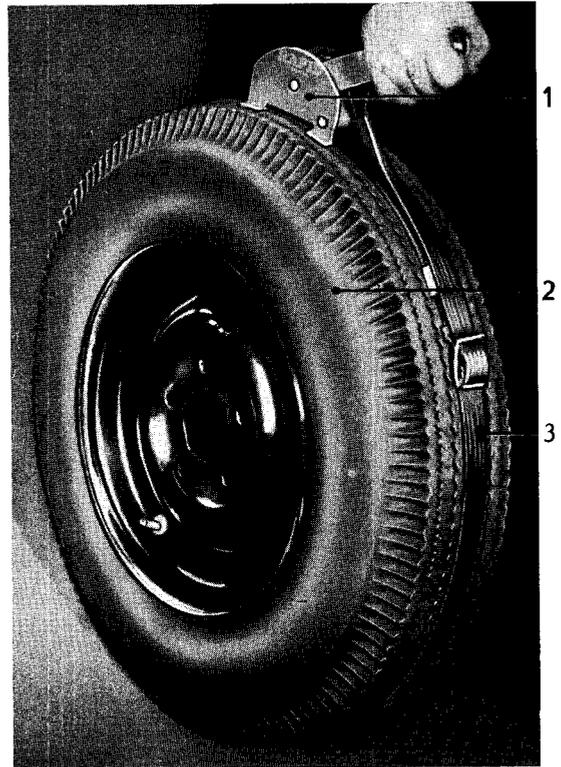


Bild 143 – Reifenspanner um Reifen gelegt und gespannt

- 1 Reifenspanner
- 2 Reifen
- 3 Reifenspannband um Reifen gelegt

## Ventil ersetzen

Für die Felgen der schlauchlosen Reifen sind Gummistekventile vorgesehen.



Beim Einbau eines Steckventils ist dieses vorher mit einer Seifenwasserlösung anzufeuchten, damit es besser in das Loch der Felge gleitet und an den Lochkanten nicht schabst. Das Ventil ist mit dem Messingschaft zuerst von Felgeninnen- zur Felgenaußenseite so weit wie möglich von Hand durchzustecken. Auf den aus der Felge herausragenden Messingschaft Ventileinzieher (Spezial-Werkzeug) vollständig aufschrauben und Ventil durch gleichmäßiges Ziehen am Knebel des Einziehers bis zum fühlbaren Anliegen der Dichtlippe an Felgeninnenseite in Felge ziehen.

Bild 144 – Gummistekventil mit Einzieher in Felge ziehen

- 1 Felge
- 2 Gummistekventil-Einzieher
- 3 Steckventil wird eingezogen

## Aufgabe und Aufbau der Felgen

Die Felge ist das Verbindungsglied zwischen Reifen und Radnabe. Mit den Radmuttern wird sie zentrisch an der Radnabe festgeschraubt.

Die heute verwendeten Felgen, sogenannte Scheibenräder, sind aus Stahlblech gezogen und zusammengeschweißt. Diese Felgen besitzen ein vertieftes Felgenbett, um die Reifenmontage zu erleichtern, da Reifen mit Stahlseileinlage im Reifenfuß auf der ungeteilten Felge nur dann montiert werden können, wenn ein Teil des Reifenfußes zuerst in das vertiefte Felgenbett eingelegt wird. Die Maulbreite ( $145/m$ ) der Felge wird möglichst breit gehalten, um damit die Seitensteifigkeit des Reifens zu verbessern. Ebenso ist die Höhe ( $145/h$ ) der Felgenhörner ein Maß für die Seitenstabilität des Reifens, jedoch behindern hohe Felgenhörner den Reifen am Durchfedern, so daß diesen hiermit eine Grenze gesetzt ist. Die Felgenschultern ( $145/2$ ) sind leicht abgeschrägt, um den Reibungsschluß zwischen Reifen und Felge möglichst groß zu halten und ein Wandern des Reifens auf der Felge zu verhindern.

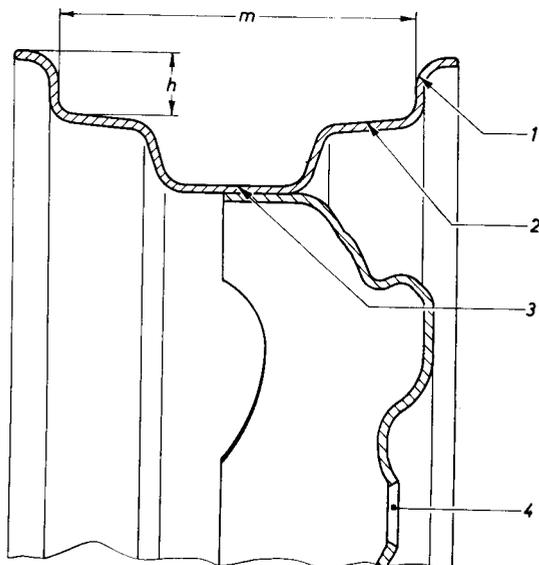


Bild 145 – Ungeteilte Felge im Querschnitt

- 1 Felgenhorn
- 2 Felgenschulter
- 3 Felgenbett
- 4 Aufnahmeloch, für Radbolzen,  
Radmutter
- $m$  = Maulbreite der Felge
- $h$  = Felgenhornhöhe

Felgen für schlauchlose Reifen, wie sie in Opel-PKW-Fahrzeugen verwendet werden, müssen unbedingt eine saubere und gratfreie Oberfläche der Felgenschulter und des Felgenhorns besitzen, da nur der Reibungsschluß zwischen Wulstrand am Felgenhorn und Wulstfuß auf der Felgenschulter abdichtet.

## Auswuchten der Räder

Bei den hohen Geschwindigkeiten, die heute gefahren werden können, ist es unbedingt erforderlich, daß die Räder keine Unwucht haben. Nicht ausgewuchtete Räder können zu gefährlichen Trampel- und Flattererscheinungen führen und eine unangenehme Unruhe in der Lenkung hervorrufen.

Alle Räder mit Neureifen, insbesondere die Vorderräder, müssen nach kurzer Laufstrecke statisch und dynamisch ausgewuchtet werden. Auch späterhin sind diese Räder jeweils nach einer gewissen Laufstrecke auszuwuchten, da vornehmlich durch den Abrieb der Reifen Unwucht entstehen kann.

Als Unwucht bezeichnet man die ungleichmäßige Material- und Gewichtsverteilung in einem sich drehenden Körper. Ein Rad ist ausgewuchtet, wenn es sich statisch und dynamisch im Gleichgewicht befindet.

Statisches Gleichgewicht bedeutet gleichmäßige Verteilung des Gewichtes von Felge und Reifen um die Drehachse des Rades.

Eine Störung des statischen Gleichgewichtes macht sich beim Fahren durch Schüttel-, Trampel- oder Springerscheinungen der Räder bemerkbar.

Dynamisches Gleichgewicht bedeutet **zusätzlich** die gleichmäßige Verteilung des Gewichtes zur Mittelachse des Rades.

Eine Störung des dynamischen Gleichgewichtes ist nur beim Fahren oder mit einem Radspinner festzustellen und macht sich als Flattern der Räder bemerkbar.

Diese Erscheinungen sind umso größer, je höher die Fahrgeschwindigkeit, also je höher die Drehzahl des Rades ist.

Die Reifen sind vom Herstellerwerk an ihrer leichtesten Stelle seitlich durch einen oder zwei rote Punkte markiert, die bei der Reifenmontage am Ventil liegen sollen. Hierdurch ist ein gewisser Schwerpunktausgleich des Reifens zur Felge erzielt.

Zum statischen und dynamischen Auswuchten ist eine Auswuchtmaschine erforderlich. Derartige Maschinen für statisches und dynamisches Auswuchten werden von mehreren Firmen hergestellt. Die Durchführung des Auswuchtens ist je nach der zur Verwendung kommenden Maschine verschieden, insbesondere hinsichtlich der Errechnung der Ausgleichgewichte und der Ermittlung der Stellen, an denen die Gewichte anzubringen sind. Hierüber geben die jeweiligen Betriebs- und Bedienungsanleitungen der Herstellerfirmen dieser Maschinen Auskunft.

Die zum Auswuchten benötigten Ausgleichgewichte bestehen aus Blei und werden in verschiedenen Gewichtsgrößen geliefert.

Das statische und dynamische Auswuchten der Räder mit Reifen im stationären Zustand führt nicht in jedem Fall zu einem einwandfreien Rundlauf der Räder am Wagen. Um einen vibrationsfreien Rundlauf des Rades zu erzielen, ist es unbedingt notwendig, nachdem die stationär ausgewuchten Vorderräder an die Bremstrommel angeschraubt sind mit einem Radspinner (Motor, der die Vorderräder antreibt) den Rundlauf des Rades zu kontrollieren. Der Radspinner muß dem Rad mindestens eine Drehzahl geben, die einer Geschwindigkeit von über 110 km/h entspricht. Ergibt sich hierbei, daß das Rad trotz einwandfreier stationärer Auswuchtung noch Vibrationerscheinungen verursacht, so ist bei einfachen Radantreibern die Unwucht in Größe und Lage durch Probieren zu ermitteln. Bei Radantreibern mit elektronischer Meßanzeige wird die Unwucht in Größe und Lage sofort angezeigt, so daß schnelle und einwandfreie Auswuchtung des Rades erfolgen kann. Bei den Radantreibern mit elektronischer Meßanzeige erübrigt sich ein vorheriges stationäres Auswuchten.