

## Eine Bildreise durch Einstell- Mess- und Prüfarbeiten an Motor und Fahrwerk.

### 1. Ventilspieleinstellung

Beim gezeigten Motor handelt es sich um einen 2-Zylinder V-Motor mit einem Zylinderwinkel von 90 Grad.

Das Ventilspiel beträgt nach Herstellervorgabe für das Einlassventil  $0,16 \pm 0,03$  mm und für das Auslassventil  $0,31 \pm 0,03$  mm und muss alle 24000 km kontrolliert und bei Bedarf eingestellt werden.

Zur Kontrolle des Ventilspiels müssen die Ventildedeckel demontiert werden und die Markierungen der Kurbelwelle sichtbar sein.

Der Motor wird in Drehrichtung auf den oberen Totpunkt des hinteren Zylinders gestellt. Die Markierungen am Polrad (RT = Rear Top, OT Hinten) und die Markierung am Kurbelgehäuse müssen dabei genau fluchten. Beim Überprüfen der Fluchtung ist darauf zu achten, dass keine Parallaxefehler gemacht werden.

Die Markierungen auf den Nockenwellenrädern der Einlasswelle und der Auslasswelle sind ebenfalls ohne Parallaxefehler zu kontrollieren.

Besondere Beachtung muss auf die vielfältigen Markierungen der Nockenwellenräder gerichtet werden.

Aus Kostengründen finden bei diesem Motor identische Kettenräder für Ein- und Auslasswelle des vorderen und des hinteren Zylinders Verwendung.

Neben herstellerseitigen Montage- und Kontrollmarkierungen (Kreise und Dreiecke) befinden sich auf den Kettenrädern die Markierungen:

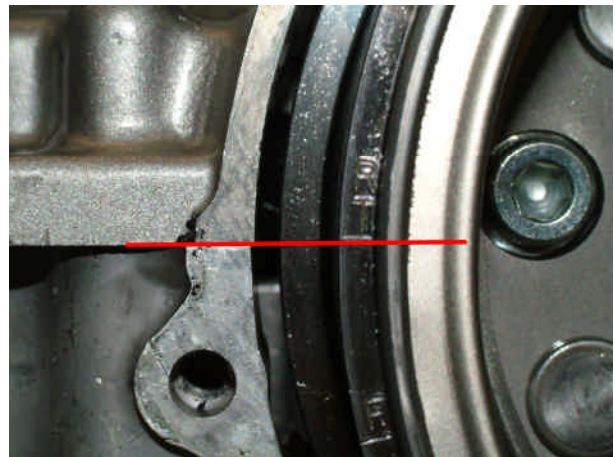
RI	= Rear Intake (Einlass hinten)
RE	= Rear Exhaust (Auslass hinten)
FI	= Front Intake (Einlass vorne)
FE	= Front Exhaust (Auslass vorne)

Passend dazu sind auf dem Polrad des Generator die Markierungen für die Frühzündung und die OT-Stellung der Zylinder hinten (RT) und vorne (FT) angebracht.

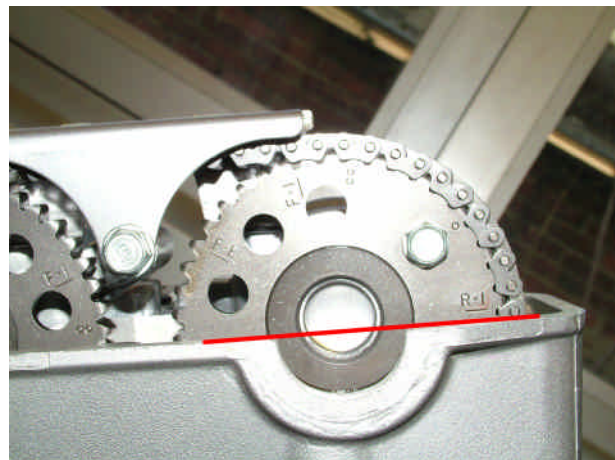
Da die Ventilspielprüfung nur im OT Arbeitstakt erfolgen kann, muss geprüft werden ob der hintere Zylinder im Arbeits- oder Überschneidungstakt steht. Die Temperatur des Motors muss bei der Prüfung kalt (= Kleiner 35 Grad C) sein.

Sollte der Zylinder im Überschneidungstakt stehen, ist der Motor weitere 360 Grad in Drehrichtung zu drehen um in den OT Arbeitstakt zu gelangen.

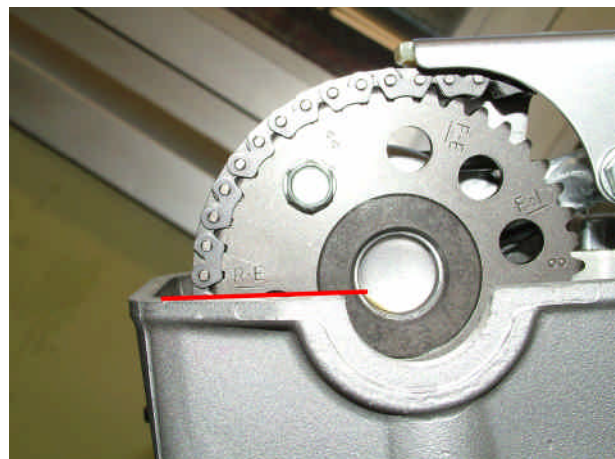
Fahrzeuge mit Kettenantrieb besitzen in den meisten Fällen linksdrehende Motoren (Kurbelwelle dreht in Fahrtrichtung)



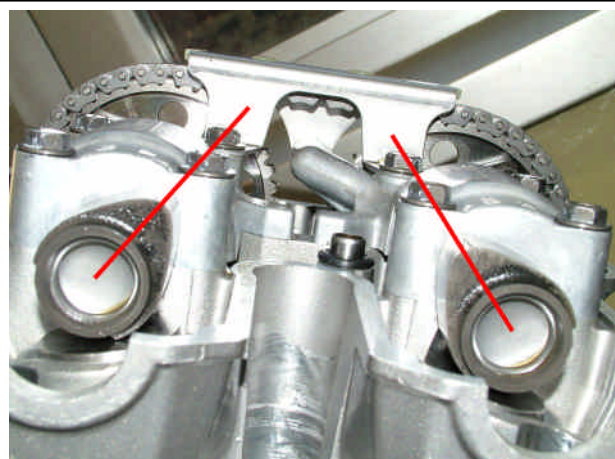
Markierungen auf Polrad und Gehäusedichtfläche fluchten genau.



Einlassnockenwelle hinterer Zylinder



Auslassnockenwelle hinterer Zylinder



Nocken zeigen beim hinteren Zylinder nach innen.

Zum Prüfen des Ventilspiels wird eine passende Blattlehre zwischen Tassenstößel und Nockenwelle geschoben. Beim Beispielmotor wird gerade das Ventilspiel der Auslasswelle geprüft.

Das Ventilspiel soll  $0,31 \pm 0,03$  mm betragen und muss sich daher insgesamt zwischen 0,28 und 0,34 mm bewegen. Sollte das gemessene Spiel innerhalb des Toleranzbereiches liegen wären keine Einstellarbeiten zwingend notwendig.

Im Sinne eines optimalen Motorlauf (Leistung) sollte normalerweise aber nur der obere Toleranzwert genutzt werden ( $0,31 + 0,03$ mm)

Da das gemessene Ventilspiel 0,30 mm beträgt muss die Nockenwelle demontiert werden.

Bevor mit der Demontage begonnen wird ist vorher das Ventilspiel aller Ventile des Zylinders bzw. des Motors zu prüfen.

Die gemessenen Ventilspiele sind in einem Messprotokoll festzuhalten. Aus dem Messprotokoll muss insbesondere hervorgehen, welches Spiel an welchem Ventil gemessen wurde.

Bei der Demontage der Nockenwellen ist auf Sauberkeit des Arbeitsbereiches zu achten.

Fremdkörper, Schmutz und dergleichen dürfen zu keinem Zeitpunkt in den Motor gelangen.

Bevor die Nockenwellen demontiert werden können ist der Steuerkettenspanner zu entspannen bzw. zu demontieren. Je nach Modell muss der Steuerkettenspanner bereits bei der Ventilspielprüfung entspannt werden, da der Zug des Steuerkettenspanner bereits eine Verfälschung des Ventilspieles ergeben kann.

Bei der Demontage der Schrauben muss darauf geachtet werden, dass keine Schraube in den Steuerkettenschacht fällt.

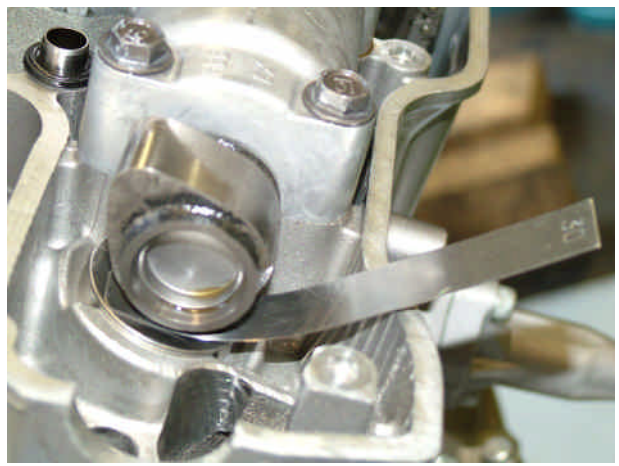
Die demontierten Bauteile werden auf einem sauberen Arbeitsplatz in der Demontagereihenfolge abgelegt. Bei der Demontage sind die Bauteile einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Beschädigungen an Schrauben, Lagerböcken der Nockenwelle, Nockenwellen, Lagerstellen und den sonstigen Bauteilen der Motorsteuerung müssen festgestellt werden.

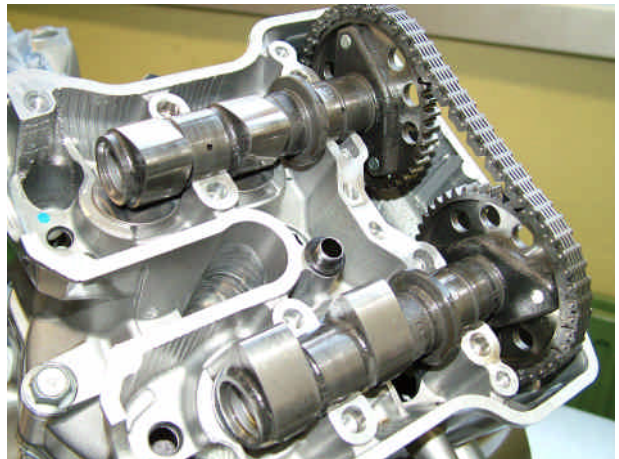
Der Tassenstößel wird mit einem Magnetheber demontiert.

Beim Demontieren des Tassenstößels muss darauf geachtet werden, wo der Ventilshim liegt.

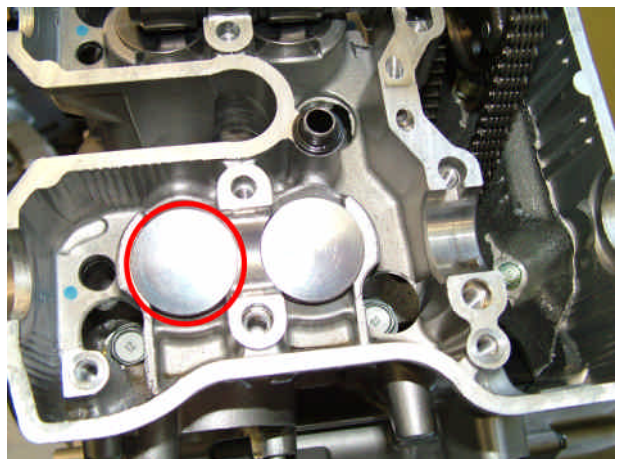
Der Ventilshim kann wegen der Ölanhaftung bereits mit dem Tassenstößel vom Ventil entfernt werden.



Prüfen des Ventilspiels mittels Blattlehre.



Demontage der Nockenwellen.



Tassenstößel des einzustellenden Ventils.



Tassenstößel mit Ventilshim

Es kann jedoch auch vorkommen, dass der Shim noch auf dem Ventilschaftende liegt.

Der Shim ist unmittelbar nach Ausbau zu vermessen und das Messergebnis ist in das Messprotokoll zu übertragen.

Je Ventil ist dabei folgendes Muster einzuhalten:

Gemessenes Ventilspiel	0,30 mm
- Sollspiel	- 0,32 mm
+ Alte Ventilshim Dicke	+ 1,90 mm
= Neue Ventilshim Dicke	= 1,88 mm

Der neue Shim wird in das Ventil eingelegt und der zu diesem Ventil gehörende Tassenstößel wird wieder an seiner ursprünglichen Position verbaut.

Wenn die Einstellarbeiten am hinteren Zylinder abgeschlossen sind, werden die demontierten Bauteile (Nockenwelle, Lagerböcke usw.) an den ursprünglichen Stellen wieder montiert.

Die Schrauben sind mit Drehmoment anzuziehen. Dabei ist darauf zu achten, ob die Schrauben mit trockenem, öl- und fettfreien Gewinde montiert werden müssen, oder ob der Fahrzeughersteller besondere Schmiervorschriften der Gewinde erlassen hat.

Macht der Fahrzeughersteller keine besonderen Angaben sind die Gewinde öl- und fettfrei zu machen.

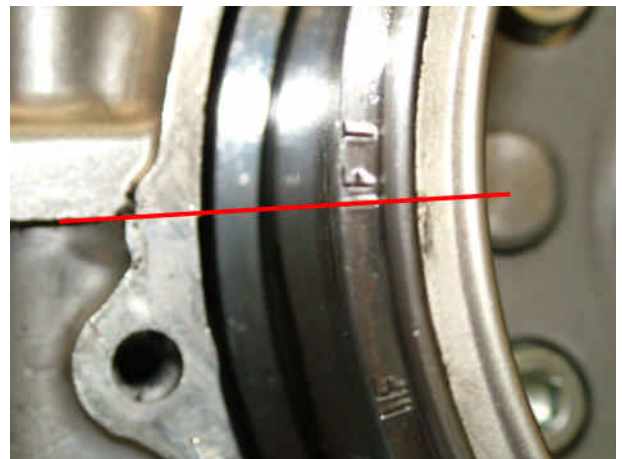
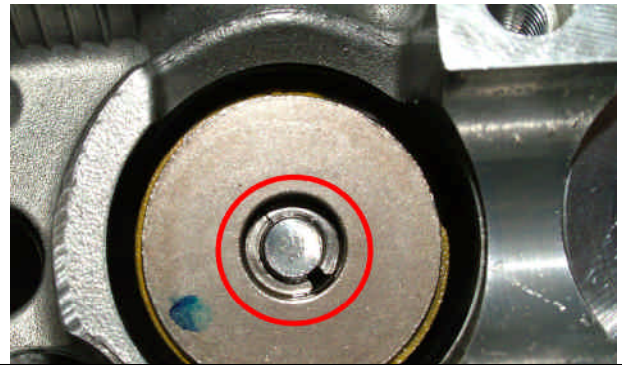
Die Steuerzeiten sind nach der Montage zu prüfen.

Das Polrad wird anschließend in Drehrichtung des Motors auf die FT – Markierung gedreht.

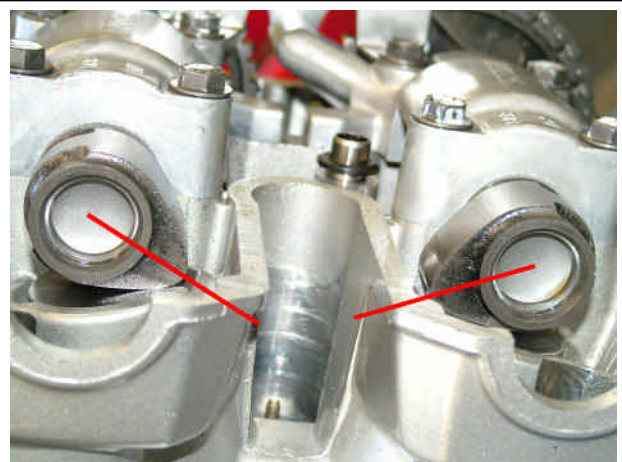
Ein Blick auf die Stellung der Nockenwelle zeigt, dass der Motor nach 90 Grad Kurbelwellenwinkel im Überschneidungstakt steht. Ein- und Auslassventil sind leicht geöffnet.

Um das Ventilspiel prüfen und soweit erforderlich einstellen zu können, muss der Motor weitere 360 Grad in Drehrichtung gedreht werden.

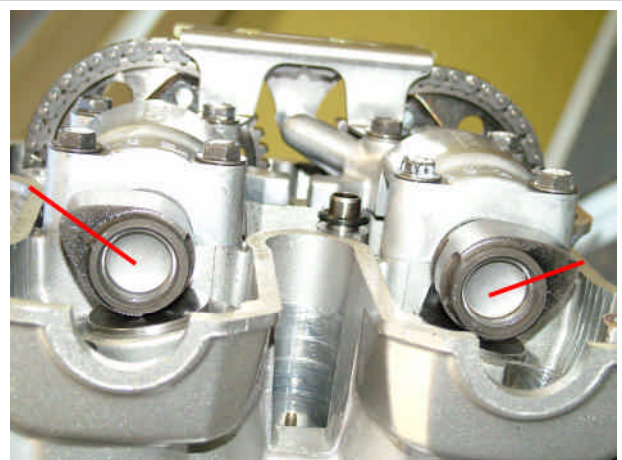
Die Arbeiten die bereits am hinteren Zylinder durchgeführt wurden (messen und einstellen des Ventilspiels) werden auch am vorderen Zylinder vorgenommen.



Polrad auf Markierung OT vorderer Zylinder



Ventile in Überschneidung



Ventile vorderer Zylinder im Arbeitstakt.  
Nocken zeigen nach außen.

Um den Motor leichter durchdrehen zu können ist es sinnvoll, die Zündkerzen zu demontieren. Bevor die Zündkerzen demontiert werden ist der Zündkerzenschacht mit Pressluft auszublasen (Schutzbrille tragen), damit keine Fremdkörper in den Zylinder gelangen.

Der Elektrodenabstand der Zündkerze ist mit Blatt- oder Rundlehre zu prüfen. Die Kanten der Elektroden sind auf Verrundung zu prüfen. Bei Verschleiß sind die Zündkerzen zu erneuern.

Zündkerzen mit Drehmoment montieren.

## 2. Füllstände kontrollieren

Im Rahmen einer Inspektion müssen eine Reihe von Füllständen kontrolliert, geprüft und bei Abweichungen korrigiert werden.

### □ Kühlsystem

Beim Kühlsystem gilt es zwei Füllstände zu kontrollieren.

Solange der Motor kalt ist, muss der Füllstand des Kühlers geprüft werden. Hier gilt, dass das Kühlsystem vollständig mit Kühflüssigkeit der vorgeschriebenen Spezifikation befüllt sein muss.

Der Ausgleichsbehälter ist bei vielen Fahrzeugen in betriebswarmen Zustand zu prüfen. Bei Erwärmung des Motors erhöht sich der Druck im Kühlsystem. Zum Druckausgleich kann eine geringe Menge Kühlmittel über das Ventil des Kühlerdeckels in den Ausgleichsbehälter gelangen.

### □ Schmiersystem

In vorgegebener Fahrzeugposition ( z.B. ebene Fläche, Fahrzeug senkrecht auf den Rädern stehend) ist der Ölstand des Motors zu prüfen.

Je nach Fahrzeug gibt entweder ein Schauglas oder ein Peilstab den Füllstand des Motoröles an.

Wenn der Motor vorher gelaufen ist. Sollte eine Abtropfzeit von etwa 5 Minuten eingehalten werden, um den Ölstand messen zu können.

### □ Bremssystem

Das Bremssystem ist ebenfalls auf korrekten Füllstand zu prüfen. Auch hier muss eine vorgegebene Fahrzeugposition (meistens ebene Fläche, Fahrzeug senkrecht auf den Rädern stehend) eingehalten werden.



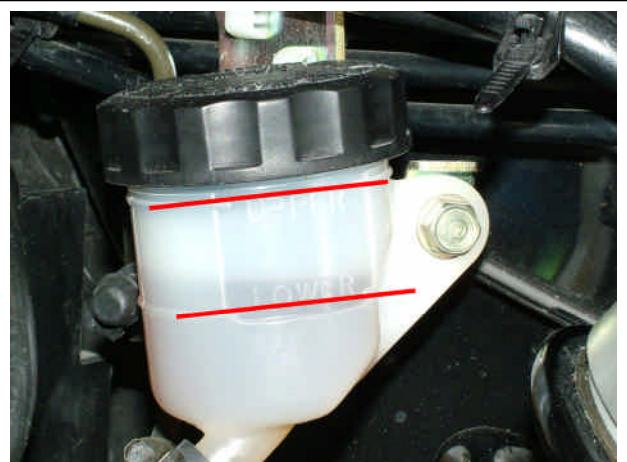
Prüfen des Elektrodenabstandes



Minimaler und Maximaler Füllstand des Kühlmittelausgleichsbe-



Ölstand unter Minimum



Füllstand des Ausgleichsbehälters Bremse

Fehlende Bremsflüssigkeit darf erst dann eingefüllt werden, wenn die Ursache für ein Absinken des Füllstandes ermittelt wird.

Verschleiß der Bremsbeläge und damit weiter ausgefahrene Bremskolben führen zu einem normalen Absinken des Füllstandes. Aber auch äußere Undichtigkeiten des Bremssystems können zu einem Absinken führen. Zum Nachfüllen ist ausschließlich die herstellerseitig vorgeschriebene Bremsflüssigkeit zu verwenden. Durch Belagverschleiß entstandenes Absinken muss normalerweise nicht korrigiert werden.

Die Bremsflüssigkeit ist in regelmäßigen Abständen (meistens alle 24 Monate) zu erneuern.

Bei der Überprüfung des Bremsbelagverschleißes wird zweckmäßigerweise auch der Zustand der Bremscheiben überprüft.

Auf der Bremscheibe ist die Mindestdicke dauerhaft eingepreßt.  
Die Bremscheibe muss frei von übermäßiger Riefenbildung sein, darf keine unzulässige Formabweichung (Schlag, Dickenoleranz) aufweisen und muss frei von sonstigen Beschädigungen sein.

Schäden (Risse) können besonders im Bereich der Bohrungen oder der schwimmenden Lagerung (Floatern) festgestellt werden.

Bei ABS-Bremssystemen ist ein weiteres Bauteil auf korrekte Montage zu prüfen.

Radsensoren arbeiten meistens als Hallgeber, seltener als Induktivgeber.

Damit die Raddrehzahl fehlerfrei erkannt wird, darf der Radsensor nur einen bestimmten Abstand zum Segmentrad haben.

Der Abstand zwischen Sensor und Segmentrad wird mittels Blattlehre ermittelt.

### 3. Radaufhängung kontrollieren

Radaufhängungen müssen grundsätzlich spielfrei und leichtgängig sein.

Das Lenksystem hat meist eine herstellerseitig vorgegebene Vorspannung der Lenkkopflager um spielfreien und leichtgängigen Betrieb zu gewährleisten.

Die Höhe der Lagervorspannung ist maßgeblich vom Lagertyp und Fahrzeug abhängig.

Die Überprüfung der Leichtgängigkeit geschieht mit einer Federzugwaage, die bei entlastetem Vorder-



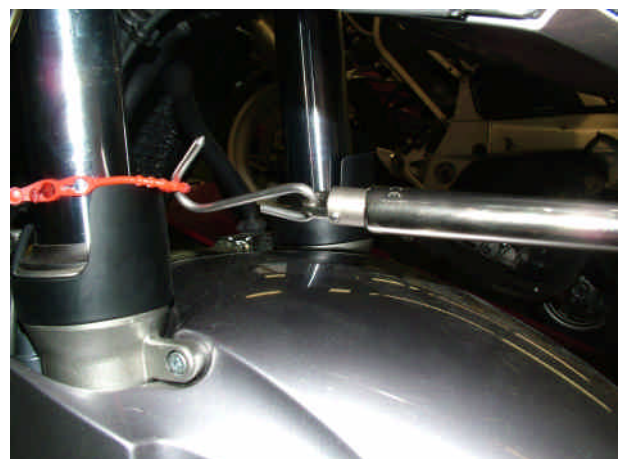
Prüfen der Bremsanlage auf Undichtigkeiten



Markierung der Mindestscheibendicke



Prüfen des Luftspaltes zwischen Radsensor und Segmentrad.



Prüfen der Lenkkopflagervorspannung mit Federzugwaage

rad mit der Gabel verbunden wird (Kabelbinder zum Einhängen verwenden)

Geprüft wird hier nicht der Anfangswert sondern der Wert der notwendig ist um aus der Geradeausstellung die Lenkung zu betätigen.

#### □ **Federung und Dämpfung kontrollieren**

Bei vielen Motorrädern können an den Federungs- und Dämpfungselementen vielfältige Einstellungen vorgenommen werden.

Neben der Federvorspannung kann auch die Dämpfung in Druck und Zugstufe auf die individuellen Belange des Fahrers eingestellt werden.

Für die wechselnden Fahrbedingungen lassen sich dabei sinnvolle und weniger sinnvolle Einstellungsvarianten wählen.

Bei allen Einstellungen ist aber immer darauf zu achten, dass die Einstellungen links und rechts gleichmäßig erfolgen.

Ungleiche Dämpfereinstellungen links und rechts ergeben möglicherweise Fahrwerksprobleme, da Kräfte ungleichmäßig in den Rahmen eingeleitet werden.

Wo die Zug- und Druckstufendämpfung eingestellt wird ist dem jeweiligen Werkstatthandbuch zu entnehmen. Sinnvolle Dämpfungseinstellungen sind dem Fahrerhandbuch aber auch der Fachpresse zu entnehmen und sollten mit dem Fahrer abgesprochen werden.

#### **4. Räder und Reifen kontrollieren**

Bei Reifen steht insbesondere die Messung der Profiltiefe im Vordergrund.

Der Gesetzgeber hat für Krafräder in Deutschland eine Mindestprofiltiefe von 1,6 mm vorgeschrieben.

Für Mofas, Kleinkrafräder und Leichtkrafräder genügt nach StVZO eine Mindestprofiltiefe von 1,0 mm.

Die Fahrzeughersteller geben darüber hinaus Empfehlungen, ab welcher Profiltiefe der Reifen erneuert werden sollte um ein möglichst optimales Fahrverhalten zu erzielen. Häufig werden hier 2,0 mm vorne und 3,0 mm hinten empfohlen.

Das Reifenprofil wird in den Hauptprofilrillen gemessen. Als Hauptprofilrillen gelten alle Profilrillen in denen die TWI (Tread Wear Indicator) vorhanden sind.

Die TWI-Markierungen (6 Stück) sind entweder durch die Buchstaben TWI oder durch ein Dreieck gekennzeichnet.



Federvorspannung und Dämpfereinstellung der Gabel



Dämpfereinstellung der Gabel



Messen der Reifenprofiltiefe in einer Hauptprofilrinne



TWI oder Dreieck-Markierung am Reifen

An diesen 6 Stellen des Reifens befinden sich kleine Erhebungen in den Hauptprofilrillen.

Fälschlicherweise wird davon ausgegangen, dass der Reifen in Deutschland genutzt werden kann, bis die TWI-Stege mit dem Rest des Reifens gerade bündig geworden sind.

Im Gegensatz zum PKW (TWI-Steg Höhe Europweit 1,6 mm) ist der TWI-Steg bei Motorrad nur ca 0,8 bis 1,0 mm hoch.

Sobald also die Markierung bündig wird, ist die gesetzlich vorgeschriebene Mindestprofiltiefe bereits deutlich unterschritten.

## 5. Kettenspannung einstellen

Zum Prüfen und Einstellen der Kettenspannung ist das Fahrzeug ebenfalls wieder in eine Position zu bringen die vom Fahrzeughersteller vorgegeben wird.

Je nach Last auf dem Hinterrad (Fahrzeug steht auf dem Seitenständer oder Hauptständer) ergeben sich unterschiedliche Werte für den Kettendurchhang.

Vor der Prüfung des Kettendurchhanges sind Kette, Ritzel und Kettenrad auf Verschleiß zu prüfen.

Die Zähne von Kettenrad und Ritzel müssen noch symmetrisch sein, die Kette darf keine unzulässige Längung aufweisen, Die Glieder müssen beweglich sein, die Rollen unbeschädigt und die Abdichtung (O- oder X Ringe) funktionstüchtig sein.

Zum Spannen der Kette muss die hintere Radachse gelöst werden, und die Kettenspanner sind links und rechts auf die gleiche Markierung zu bringen.

Durch eine optische Sichtkontrolle ist weiterhin zu prüfen ob die Kettenflucht zwischen Kettenrad und Ritzel stimmt. Hier können mittlerweile auch preiswerte spezielle Laserpointer unterstützend benutzt werden.

Die Kettenspannung ist an mehreren Stellen zu prüfen.

Da beim Anziehen der hinteren Steckachse noch Veränderungen der Hinterradposition auftreten können muss die Kettenspannung abschließend erneut geprüft werden.

## 6. Betätigungseinrichtung prüfen und einstellen

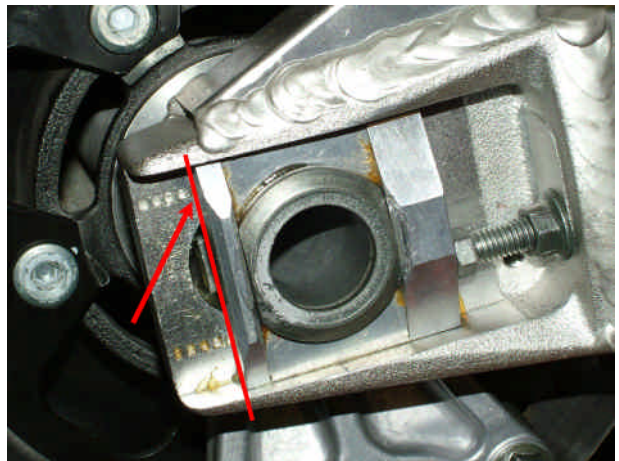
Betätigungseinrichtungen sollen für den Fahrer möglichst ergonomisch bedienbar sein und die Funktion gewährleisten.



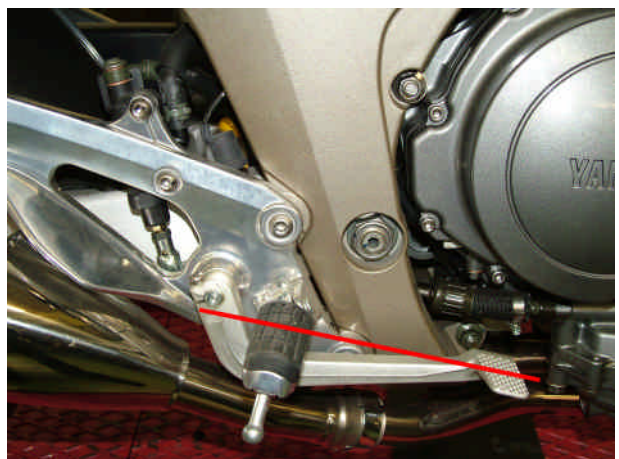
TWI – Steg in der Hauptprofilrinne



Radaufhängung hinten



Kettenspanner der Sekundärkette



Stellung des Fußbremspedals zur Fahrerraste

Bei Schalt- und Bremspedal kommt es wegen unergonomischer Einstellung häufig zu Fehlbedienungen von Bremse oder Getriebe.

Wenn der Fuß des Fahrers zum Schalten zu weit angehoben werden muss, ist besonders bei schnellen Schaltmanövern damit zu rechnen das der Gang nur unvollständig eingelegt wird und evtl. wieder herauspringt.

Ist das Fußbremspedal zu hoch eingestellt, kann es nur sehr schlecht betätigt werden, ist das Pedal zu niedrig eingestellt, besteht die Gefahr einer Dauerbetätigung.

Pedale sind daher passend zur jeweiligen Fahrerposition einzustellen.

Die Drosselklappen des Motorrades werden durch Seilzüge betätigt. Züge verändern im Lauf der Zeit die Länge und sind daher in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren (Beschädigungen) und einzustellen.

Bei Gaszügen wird häufig ein Wert für die Einstellung angegeben der 2 – 4 mm beträgt.

Dieser Wert ist am äußeren Umfang des Griffgummis zu messen. Auch bei eingeschlagenem Lenker ist ein Mindestspiel einzuhalten.

Damit der Kraftfluss des Getriebes zum Schalten vollständig unterbrochen werden kann, muss die Kupplung einen ausreichenden Betätigungsweg aufweisen.

Das Spiel muss aber auch einen Mindestwert aufweisen, da sonst möglicherweise die Kupplung immer leicht betätigt wird und dann zum rutschen neigt.

Je nach Fahrzeughersteller wird das Seilzugspiel entweder direkt am Seilzug gemessen, oder aber indirekt wenn das Spiel der Kupplung z.B. am Hebelende gemessen wird.

#### Merke:

- Mess- und Prüfarbeiten erfolgen immer nach Herstellervorgaben.
- Bei allen Prüfarbeiten ist ein Soll / Ist Vergleich vorzunehmen.
- Über alle Mess- und Prüfarbeiten ist ein Messprotokoll zu erstellen.
- Mögliche systematische Messfehler (Parallaxefehler) sind zu vermeiden.



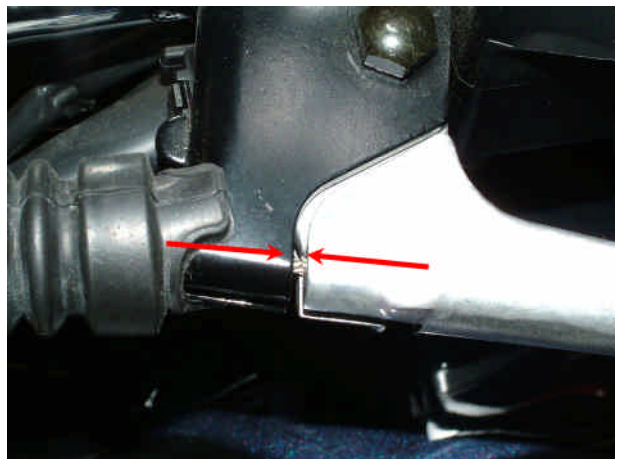
Anpassung der Pedalstellung an der Kolbenstange



Gasgriff Einstellung



Spiel des Kupplungszuges



Spiel des Kupplungszuges direkt am Seilzug gemessen