

**Hans Joachim Pahl**

**Der**

# **XS 650 Motor**

**Aufbau und Funktion  
– mit der Elektrik der XS**



# **Der XS 650 Motor Aufbau und Funktion**



Hans Joachim Pahl

1. Auflage 2008

© Hans Joachim Pahl

Umschlag, Satz und Gestaltung: Udo Land (info@udo-land.de)

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk darf – auch teilweise –  
nur mit Genehmigung des Autors wiedergegeben werden.



Hans Joachim Pahl - Ingenieurbüro für Fahrzeugtechnik  
Fahrzeugtechnische Gutachten im Auftrag von Gerichten und Versicherungen

Kontakt: Hans Joachim Pahl, Anton-Bruckner-Straße 9, 30952 Ronnenberg

Tel.: (0 51 09) 6 46 01 27 – Fax: (0 51 09) 35 31 – E-Mail: info@hjpahl.de

Web: www.hjpahl.com

# INHALT



<b>Vorwort</b> .....	6
<b>1. Funktionsbeschreibung</b> .....	8
1.1 Motor .....	12
1.1.1 Kurbelwelle, Kolben .....	12
1.1.2 Steuerkette, Nockenwelle .....	18
1.1.3 Ventiltrieb .....	23
1.2 Kraftübertragung .....	26
1.2.1 Primärtrieb .....	26
1.2.2 Kupplung .....	26
1.2.3 Kupplungsbetätigung .....	31
1.2.4 Getriebe .....	32
1.2.5 Übersetzungen .....	32
1.2.6 Aufbau .....	34
1.2.7 Kraftfluss .....	35
1.2.8 Schaltmechanismus .....	38
1.2.8.1 Leerlaufstellung .....	40
1.2.9 Kickstarter .....	43
1.3 Ölkreislauf .....	45
1.3.1 Ölfilter .....	45
1.3.2 Ölpumpe .....	47
1.3.3 Schmierstellen des Motors .....	48
1.3.3.1 Kurbelwellen-, Pleuellager .....	50
1.3.3.2 Kipphebel, Ventile .....	50
1.3.4 Schmierung des Schaltmechanismus und der Getriebelager .....	53

<b>2. Werkzeuge</b>	55
<b>3. Ausbau des Motors aus dem Rahmen</b>	59
<b>4. Bauteile</b>	62
4.1 Ersatzteilsituation	64
<b>5. Demontage des Motors</b>	70
5.1 Demontage des Zylinderkopfes	72
5.1.1 Demontage der Unterbrechergrundplatte und des Fliehkraftreglers	72
5.1.2 Abnehmen des Zylinderkopfdeckels	73
5.2 Demontage der Kolben	76
5.3 Demontage der Lichtmaschine	77
5.4 Demontage der Kupplung	78
5.5 Trennen der Gehäusehälften	81
5.6 Demontage der Kurbelwelle und des Getriebes	84
<b>6. Zusammenbau des Motors</b>	86
6.1 Kurbelwelle, Schaltmechanismus, Getriebe und Kickstarter	88
6.2 Schließen des Gehäuses	94
6.3 Montage der Schaltwelle und der Kupplung	98
6.3.1 Schaltwelle	98
6.3.2 Kupplung	99
6.4 Montage des rechten Gehäusedeckels	105
6.5 Montage der Kupplungsdruckstange und des Antriebsritzels	108
6.6 Montage der Lichtmaschine	110
6.7 Montage der Kolben und Zylinder	113
6.8 Montage des Zylinderkopfes und der Nockenwelle	117
6.9 Vernieten der Steuerkette	121
6.10 Montage des Zylinderkopfdeckels	122
6.11 Steuerkettenspanner montieren	125
6.12 Anziehmomente	126
<b>7. Typische Schäden</b>	128
7.1 Motor	129
7.1.1 Kurbelwelle	129
7.1.2 Kolben	129
7.1.3 Ventiltrieb, Steuerkette, Spannschienen	130

7.1.4 Nockenwelle .....	130
7.1.5 Ventile .....	131
7.2 Kupplung .....	132
7.3 Getriebe .....	134
7.3.1 Zahnräder .....	134
7.3.1.1 Zahnflanken .....	134
7.3.1.2 Schaltklauen .....	134
7.3.1.3 Nuten der Schaltgabeln .....	136
7.3.2 Schaltgabeln .....	136
7.4 Ölkreislauf .....	137
7.4.1 Ölfilter .....	137
7.4.2 Ölpumpe .....	138
7.5 Einfahren .....	139

<b>8. Elektrik .....</b>	<b>140</b>
8.1 Vereinfachter Schaltplan .....	140
8.1.1 Verbraucherstromkreis .....	141
8.1.2 Ladestromkreis .....	144
8.2. Funktion der Bauteile des Ladestromkreises .....	147
8.2.1 Die Lichtmaschine .....	148
8.2.2 Der Ständer .....	151
8.2.3 Der Rotor .....	152
8.2.4 Die Kohlebürsten .....	153
8.2.5 Der Gleichrichter .....	154
8.2.6 Der Regler .....	155
8.2.7 Das Zündschloss .....	158
8.3 Prüfung der Bauteile des Ladestromkreises .....	159
8.3.1 Notwendige Messgeräte .....	159
8.3.2 Prüfung auf Kriechströme .....	160
8.3.3 Prüfung des Ladestromkreises .....	161
8.3.4 Prüfung des Rotors .....	162
8.3.5 Der Ständer .....	164
8.3.6 Prüfung der Kohlebürsten .....	164
8.3.6.1 Originalkohlen richtig einbauen .....	165
8.3.6.2 Panne beheben .....	166
8.3.6.3 Nachbaukohlen richtig anlöten .....	167
8.3.7 Prüfung des Gleichrichters .....	167
8.3.8 Prüfung des Reglers .....	168
8.3.9 Prüfung des Zündschlosses .....	170
8.4 Der Zündstromkreis .....	171

## VORWORT

**D**ieses ist kein eigenständiges Werkstatthandbuch, sondern es soll als Ergänzung zu dem originalen Werkstatthandbuch, das inzwischen online verfügbar ist, dienen. Alle Informationen im originalen Werkstatthandbuch, wie technische Daten, die Unterschiede zwischen den verschiedenen Versionen, Verschleißmaße usw. werden hier nicht wiederholt. In den einzelnen Kapiteln wird, wo notwendig, auf das originale Werkstatthandbuch verwiesen.

Die vorliegende Ausarbeitung ist daher auch nicht für den erfahrenen Schrauber gemacht, der natürlich mit dem Werkstatthandbuch alleine auskommt, sondern sie soll denjenigen helfen, die ohne viel Erfahrung ihren eigenen Motor reparieren möchten/müssen und die grundlegende Wartungsarbeiten, wie Zündung und Ventile einstellen, beherrschen. Hierbei gilt es zunächst einmal, die Hemmschwelle zu überwinden, einen unbekanntem Motor zu öffnen. Das originale Werkstatthandbuch enthält wenige Abbildungen, die dazu nicht farbig sind, anhand derer es manchem schwer fallen mag, sich den Aufbau und die Funktionsweise des Motors vorzustellen. Deshalb ist in der vorliegenden Ausarbeitung auch die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen in Kapitel 1 sehr ausführlich beschrieben und mit vielen Grafiken und Fotos verdeutlicht. Ich habe hierzu, um den Aufbau der Baugruppen darzustellen, teilweise Explosionszeichnungen aus der Ersatzteilliste und Detailfotos von einem Schnittmodell verwandt, dass beim deutschen Importeur zu Schulungszwecken benutzt wurde.

Das originale Werkstatthandbuch geht davon aus, dass man an einem Motor im Originalzustand arbeitet. Wenn man heute, fast 30 Jahre nachdem diese Motoren gebaut wurden, so einen Motor öffnet, kann man kaum sicher davon ausgehen, einen Motor im Originalzustand vorzufinden. Einige Baugruppen, wie z.B. die Kupplung oder der Steuerkettenspanner wurden zum Teil mehrfach geändert. Wenn man diese Teile aus einem Motor, der bisher gelaufen ist, ausgebaut hat, dann kann man sie auch so wieder einbauen. Baut man jedoch nicht zueinander passende Teile unterschiedlicher Herkunft, z. B. Teile des Steuerkettenspanners zusammen, so kann es zu Schäden kommen, indem die Steuerkette entweder zu stramm oder auch gar nicht gespannt wird, wenn man der Beschreibung im originalen Werkstatthandbuch folgt.

Bevor man anfängt einen Motor zusammenzubauen, sollte man sich daher über die Funktion aller Baugruppen im Klaren sein und immer – auch während des Zusammenbaus – prüfen, ob die Baugruppe richtig funktioniert.

Die benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel sind im Kapitel 2 beschrieben. Zur Reparatur des XS 650 Motors werden keine teuren Spezialwerkzeuge benötigt. So kann man z. B. die Kolbenbolzen bei angewärmten Kolben ohne Werkzeuge ausziehen. Auch die Kolbenringe lassen sich mit einigem Geschick ohne eine spezielle Zange aufziehen und die Kolben ohne Kolbenringspannbänder in die Laufbuchsen schieben. Man sollte sich jedoch bewusst sein, bevor man eine Reparatur beginnt, welche Werkzeuge dazu benötigt werden. Zum Teil geht die Anfertigung von Hilfsmitteln auch wesentlich schneller, als die eigentliche Reparatur ohne diese Geräte. Hilfreich ist auf jeden Fall ein Montagebock, wie er im Kapitel 2 beschrieben ist, mit dem man den Motor immer in die zum Arbeiten günstigste Position bringen kann.

Im Kapitel 3 geht es um den Ausbau des Motors aus dem Rahmen. Hier ist ein Vorgehen mit einem von Reiner Althaus entwickeltem Werkzeug, mit dem man den Motor alleine und ohne Kraftanstrengung ausbauen kann, beschrieben.

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, die einzelnen Arbeitsschritte der Demontage eines Motors bei Reiner Althaus im Detail zu fotografieren. Die Vorgehensweise ist in Kapitel 5 beschrieben.

Obwohl dieser prinzipiell in umgekehrter Reihenfolge erfolgt, ist in Kapitel 6 der Zusammenbau des Motors beschrieben. Fotografien von den Bauteilen des Motors nach Art von Explosionszeichnungen findet man im Kapitel 4.

Im Kapitel 7 sind die für den XS 650 Motor typischen Schäden, wie sie durch normalen Verschleiß, mangelnde Wartung oder Fehlbedienung entstehen können, beschrieben. Ulli Löttsch hat hierzu beschädigte Teile zur Verfügung gestellt.

Im Abschnitt „Typische Schäden“ sind natürlich nur solche Schäden beschrieben, wie sie für den XS 650 Motor typisch sind. Auf den häufigsten Motorschaden überhaupt, den Kolbenfresser, bin ich daher nicht eingegangen, da dieser und dessen Ursachen z. B. in dem Buch „Motorschäden“ von Ernst Greuter (ISBN 3-8023-1515-4) und in Druckschriften von Kolbenherstellern ausführlich beschrieben ist.

Wer nicht nur Teile austauschen will, sondern die Elektrik der XS 650 verstehen will, findet im Kapitel 8 eine ausführliche Beschreibung der Funktion und der Prüfung der einzelnen Bauteile der Stromversorgung und der Verbraucher. Darüber hinaus wird die Anfertigung eines stark vereinfachten Kabelbaums, der jedoch alle notwendigen Funktionen enthält, beschrieben.

# 1. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

**S**o wie in Deutschland der Motor eines „großen Motorrades“ ein Zweizylinder Boxermotor war, wie er in der KS 601, dem „grünen Elefanten“ von Zündapp bekannt und von BMW in vielen Modellvarianten gebaut wurde, war dieses in England, dem Land mit der führenden Motorradindustrie in den sechziger Jahren, der Paralleltwin. Er wurde von den drei großen Marken Triumph, BSA und Norton, aber auch von einigen hier in Deutschland weniger bekannten, wie z.B. Royal Enfield, gebaut.

Ein Paralleltwin ist, wie der Name besagt, ein Zweizylindermotor, dessen Kolben sich gleichzeitig auf und ab bewegen. Dieses hat den Vorteil eines hohen Drehmoments bei niedrigen Drehzahlen, der mit dem Nachteil von starken Vibrationen über den gesamten Drehzahlbereich erkauft wird.

Bei niedrigen Drehzahlen werden diese Vibrationen von manchen Fahrern noch als „kernig“ empfunden, während sie in höheren Drehzahlbereichen durchaus störend wirken können. Andere Paralleltwins, z.B. die Kawasaki Z 750, hatten daher Ausgleichswellen, um die Vibrationen auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.

In den sechziger Jahren vollzog sich der Wandel des Motorrades vom Gebrauchsfahrzeug, wie es nur bei Polizeibehörden

bestehen blieb, zum Freizeitfahrzeug. Hier kam es weniger auf Langlebigkeit und Zuverlässigkeit als auf Leistung und technische Raffinessen, mit denen man vor seinen Freunden Eindruck machen konnte. Vier Zylinder mit ebenso vielen Auspuffrohren waren Standard. Die Verkehrsdichte war noch nicht so hoch wie heute und es gab keine allgemeinen Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Landstraßen, so dass man die vorhandene Leistung durchaus einsetzen konnte.

Die XS 650 oder XS 1 und XS 2, wie die ersten Modelle genannt wurden, tendierte noch mehr in Richtung Gebrauchsfahrzeug. Der Motor war bewusst einfach gehalten, ohne Ausgleichswellen, bei der ersten Modellserie sogar ohne Anlasser.

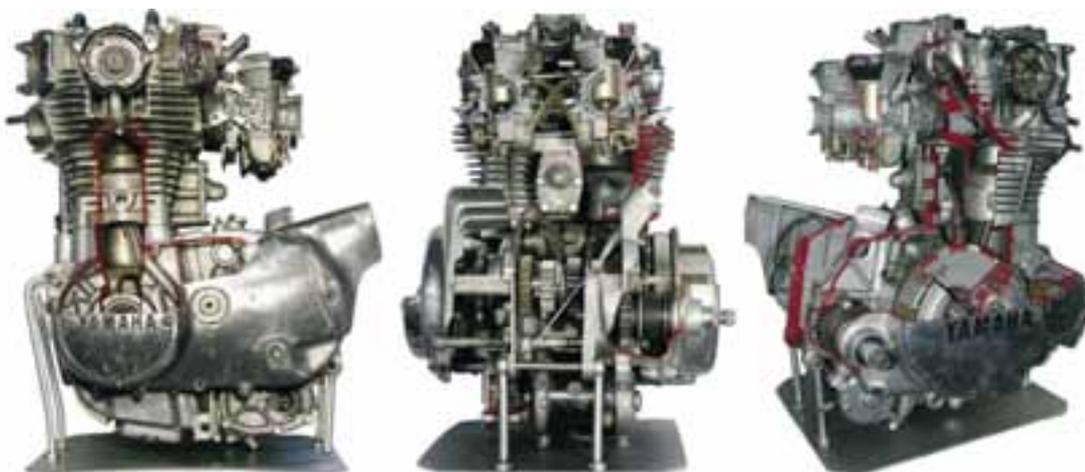
Von aussen war es der klassische englische Motorradmotor, im Inneren gab es jedoch deutliche Unterschiede: Motor und Getriebe sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, dass im Gegensatz zu den englischen Paralleltwins horizontal geteilt ist. Diese Bauweise sorgt dafür, dass die Motoren zumindestens im Stand einigermaßen öldicht sind. Die obenliegende Nockenwelle wird durch eine Rollenkette angetrieben, das Hub-/ Bohrungsverhältnis ist mit 74/75 nicht mehr ausgesprochen

langhubig. Gegenüber beispielsweise der Triumph Bonneville wird hierdurch etwas an Drehmoment eingebüßt, was jedoch der Langlebigkeit des Motors zugute kommt.

Fahrzeugantriebe bestehen aus folgenden Funktionsgruppen: dem Antriebsmotor, der Verbindung zwischen dem Motor und dem Getriebe (Primärtrieb

samen Gehäuse. Solche Gehäuse sind zumeist horizontal geteilt, wobei sich die Kurbelwelle und die Getriebewellen in der Trennfuge zwischen den beiden Gehäusehälften befindet.

Abbildung 1-2 zeigt in einer schematischen Darstellung die Baugruppen des XS 650 Motors. Im Folgenden wird er Begriff „Motor“ sowohl für die gesamte



**Abb. 1-1:** Schnittmodell des Motors

und Kupplung), dem Getriebe zur Anpassung der Motordrehzahl an die Fahrgeschwindigkeit und die Fahrwiderstände, sowie dem Sekundärtrieb.

Bei Pkw- und Lkw-Antrieben handelt es sich hierbei um voneinander getrennte Baugruppen, die häufig als eigenständige Aggregate von verschiedenen Zulieferern bezogen werden.

Bei modernen Motorradantrieben – und dazu zählt in diesem Sinne auch der Motor der XS 650 – befinden sich alle Komponenten des Antriebs in einem gemein-

Einheit wie auch für die aus Kurbel- und Nockenwelle, den Kolben und dem Ventilttrieb bestehende Einheit verwendet. Der eigentliche Motor, ist durch eine blaue Farbmarkierung gekennzeichnet. Das Getriebe und der Schaltmechanismus sind durch eine grüne Farbmarkierung hervorgehoben.

Der XS 650 Motor ist ein im Grunde sehr einfach aufgebauter und – mit Ausnahme des Anlassers – auf das Notwendige reduzierter Motor. So ist z.B. keine Ausgleichswelle vorhanden, um die unver-

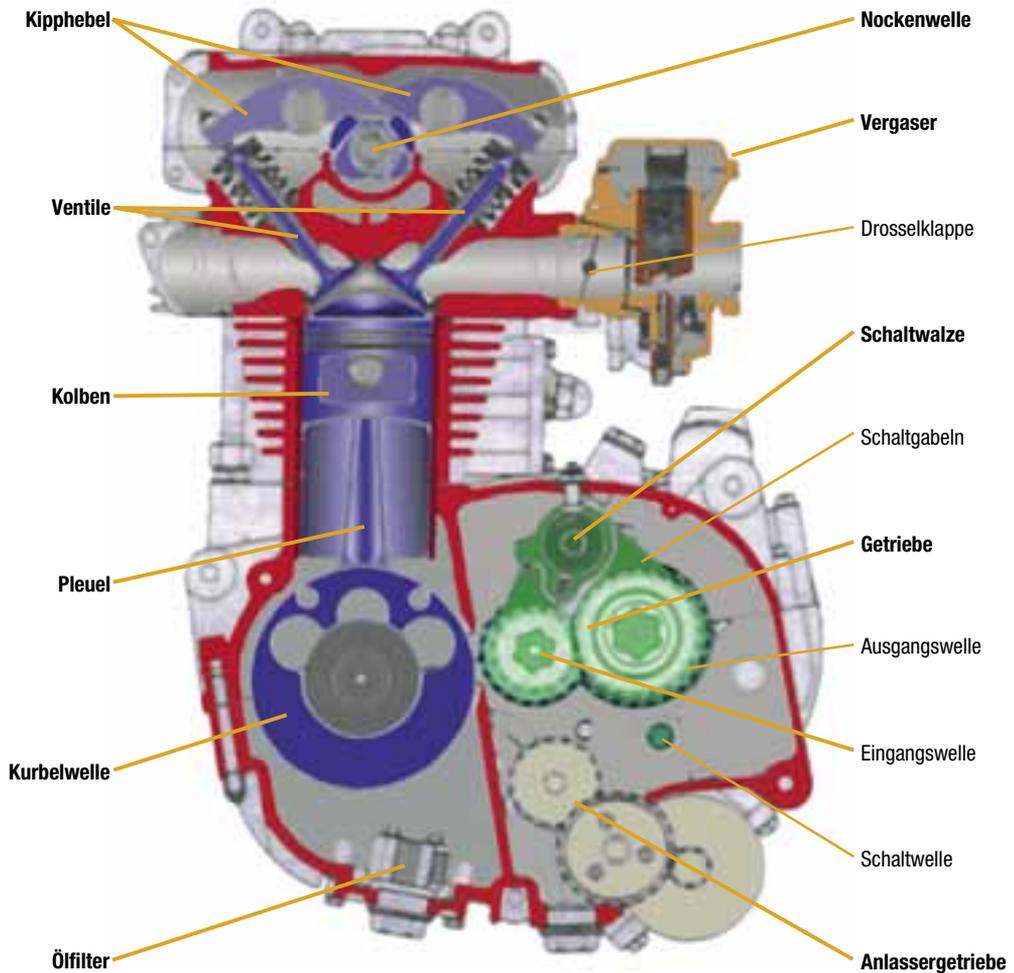


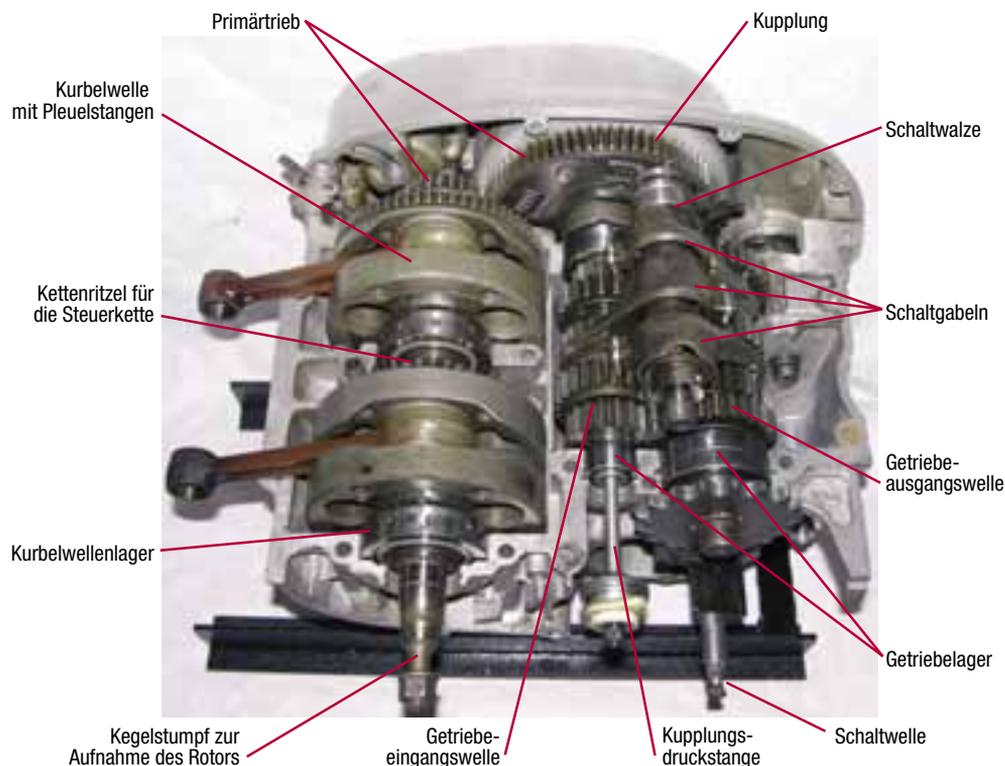
Abb. 1-2: Schematische Darstellung der Baugruppen des Motors

meidbaren Vibrationen eines Parallelwings zu mildern.

Entgegen der Mode in den 70er Jahren gibt es auch nur eine obenliegende Nockenwelle. Als Konzession an den Zeitgeschmack wurde nachträglich ein Anlasser hineinkonstruiert, der mit der aufwändigen Ausführung seiner Übertragungsteile im Widerspruch zur sonst klaren und zweckgebundenen Konstruktion des Motors steht.

Während die gesamte Konstruktion des Motors auf Langlebigkeit und Reparaturfreundlichkeit ausgelegt ist, verschleiben die Übertragungsteile des Anlassers sehr schnell und ziehen durch die dabei entstehenden Späne auch noch andere Bauteile in Mitleidenschaft.

Was die Langlebigkeit und Reparaturmöglichkeiten angeht, ist der XS 650 Motor sehr aufwändig konstruiert. So sind alle sich drehenden Teile, mit Ausnah-



**Abb. 1-3:** Kurbelwelle, Primärtrieb, Kupplung, Schaltmechanismus und Getriebe

me der Kickstarterwelle, in Wälzlagern gelagert. Laufleistungen von 200.000 km ohne tiefgreifende Reparaturen sind bei regelmäßiger Wartung möglich und eine eventuelle Überholung des Motors in jedem Fall lohnend, weil alle einem Verschleiß unterliegenden Teile ausgetauscht werden können und danach ein neuwertiger Zustand wiederhergestellt ist.

Die Abbildung 1-3 zeigt die Kurbelwelle, den Primärtrieb mit der Kupplung, sowie das Getriebe mit dem Schaltmechanismus bei abgenommenem oberem Teil des Motorgehäuses.

Die Kurbelwelle mit insgesamt vier Hauptlagern befindet sich in einer Linie mit den beiden Getriebewellen, mit je einem Fest- und einem Loslager.

Der Primärtrieb und die Kupplung sowie die Ölpumpe sind auf der rechten Motorseite angeordnet. Das Ende der Schaltwelle, welches den Schalthebel trägt, ist – anders als bei englischen Motorrädern – auf der linken Motorseite angeordnet, während sich der eigentliche Schaltmechanismus auf der rechten Motorseite befindet. Mittig oberhalb der Getriebewellen ist die Schaltwelle mit den Schaltgabeln in einem Nadellager auf der linken Motorseite und einem Kugellager auf der rechten Motorseite im oberen Motorgehäuseteil gelagert.

## 1.1 MOTOR

Im Folgenden sind die einzelnen Baugruppen des Motors, deren Aufbau und Funktionsweise detailliert beschrieben.

Bauteile des „Motors“ sind die Pleuelwelle mit den vier Hauptlagern, den Pleuelstangen und den Pleueln, den Ventilen und dem Ventiltrieb (Abb. 1-4).

### 1.1.1 KURBELWELLE, KOLBEN

Die Pleuelwelle ist eine sogenannte „gebaute“, aus Einzelteilen bestehende, zerlegbare Pleuelwelle. Auf den Abbildungen 1-5 und 1-6 auf den folgenden Seiten ist die Pleuelwelle in Einzelteilen anhand einer Explosionszeichnung aus der Ersatzteilliste und in zusammengebautem Zustand anhand eines Fotos

dargestellt. Ein Zerlegen und erneutes Zusammenbauen der Pleuelwelle ist nur mit einer Presse möglich, wie sie in Motoreninstandsetzungsbetrieben zur Verfügung steht. Da das Zerlegen und Zusammenbauen mit den in einer üblichen KFZ-Werkstatt zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich ist, gehe ich hier nicht näher darauf ein. Informationen über die Pleuelwelle findet man im originalen Werkstatthandbuch ab Seite 154.

Die Pleuelwelle ist in vier Hauptlagern gelagert, von denen das rechte, abtriebsseitige Lager ein mit einem Sicherungsring axial im Gehäuse gesichertes Kugellager ist. Die anderen drei Hauptlager sind axial verschiebliche Rollenlager, deren Außenringe durch Zapfen lediglich so positioniert werden, dass die Ölbohrungen der Lageraußenringe mit den Ölbohrungen im unteren Gehäuseteil fluchten.

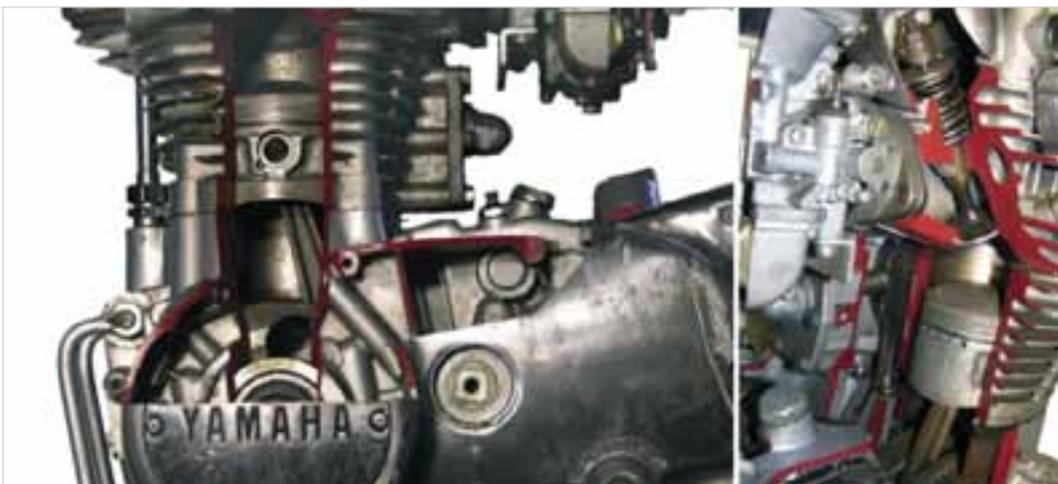


Abb. 1-4: Pleuelwelle mit Pleueln und Pleueln, Pleuelstange und rechtes Pleuelventil

Die Abbildungen 1-7 und 1-8 auf den nächsten Seiten zeigen die beiden mittleren Hauptlager der Kurbelwelle mit dem Antriebsritzel der Steuerkette in der

Mitte. Die Rollen sind in Käfigen geführt und gegenüber den Innenringen der Lager in axialer Richtung nicht verschieblich, während die Außenringe auf den

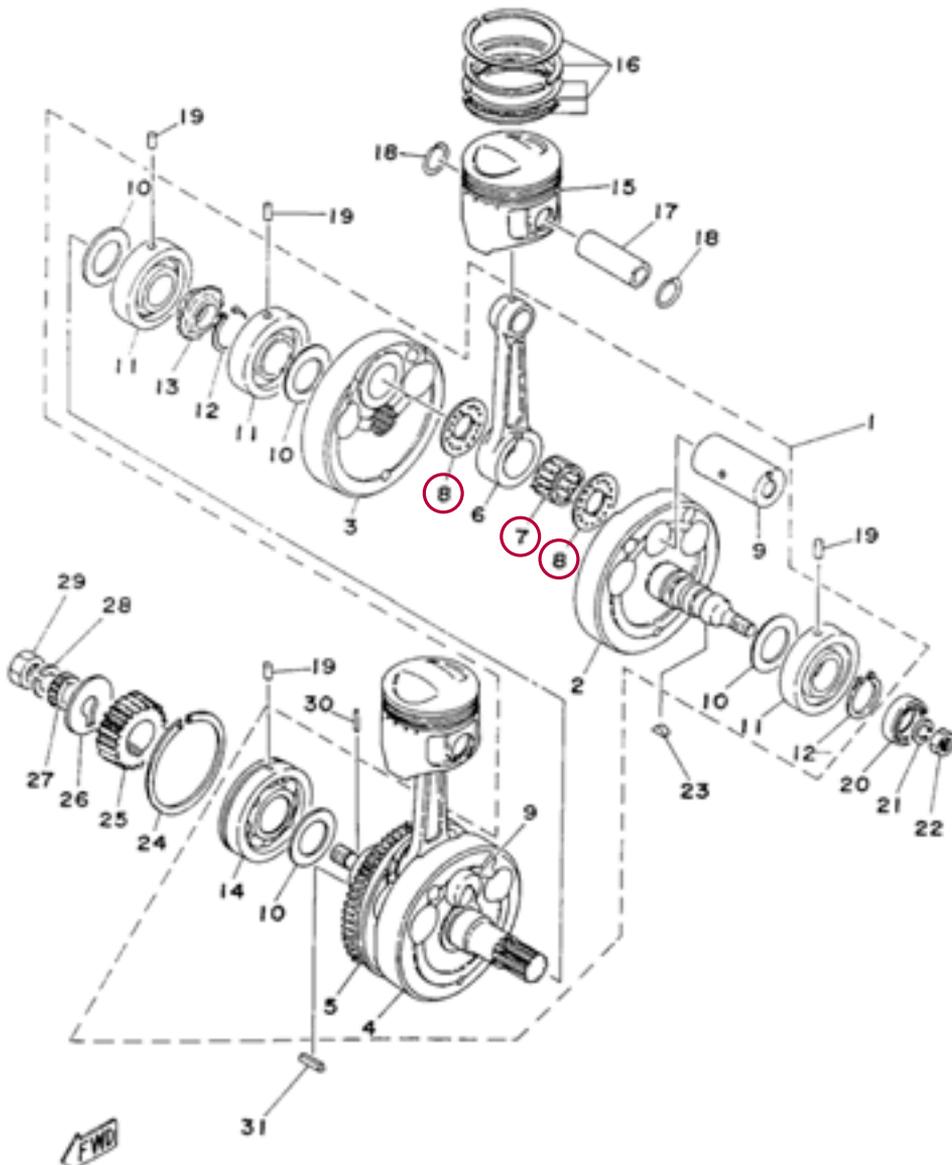


Abb. 1-5: Kurbelwelle und Kolben

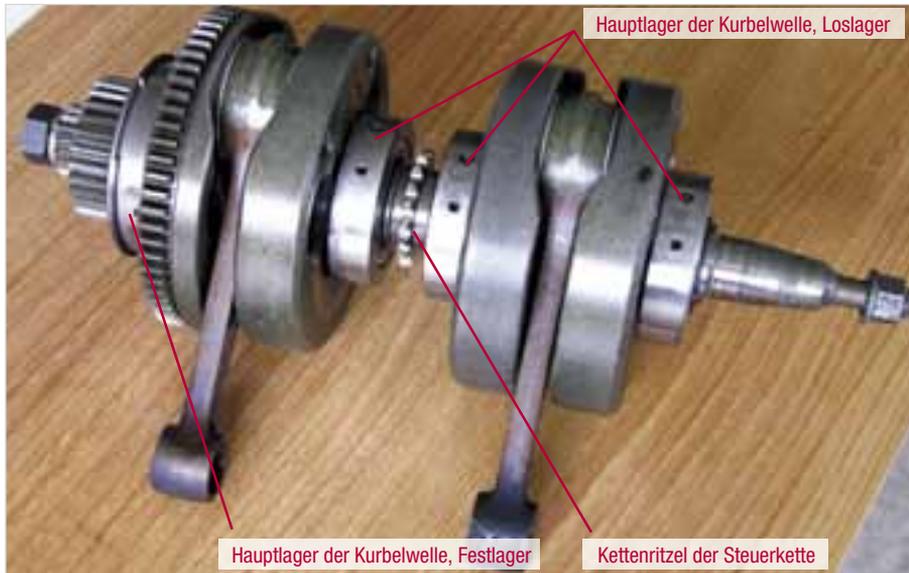


Abb. 1-6: Kurbelwelle

Rollen in axialer Richtung zu verschieben sind, um die Wärmedehnung der Kurbelwelle auszugleichen.

Auf der Abbildung 1-9 ist das linke Hauptlager der Kurbelwelle mit abgenommenem Außenring und einem Teil des kegeligen Kurbelwellenstumpfes zur Aufnahme des Lichtmaschinenrotors zu sehen. Der Innenring des Lagers ist in axialer Richtung durch einen Seegerring

fixiert. Weiterhin ist auf der Abbildung 1-9 der eingepresste Hubzapfen des linken Pleuels zu sehen, sowie zwei Erleichterungsbohrungen, welche die durch das Gewicht des Hubzapfens verursachte Unwucht ausgleichen.

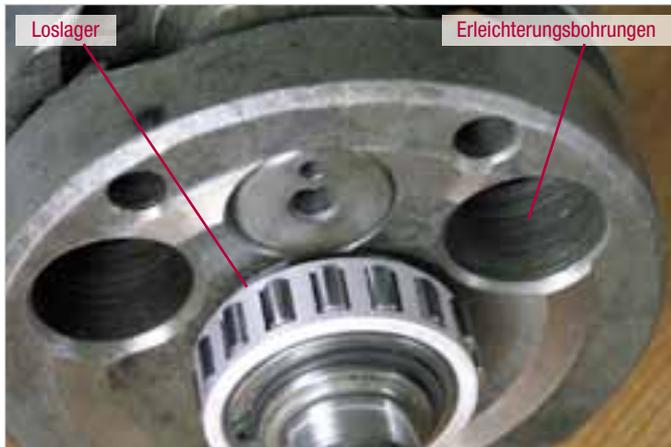
Die beiden Abbildungen 1-10 und 1-11 zeigen die Abtriebsseite der Kurbelwelle mit dem Zahnrad des Anlassergetriebes (Pos. 1 auf Abb. 1-11). Deutlich zu sehen



Abb. 1-7: Mittlere Lager der KW mit Antriebsritzel der Steuerkette



Abb. 1-8: Mittlere Lager der KW mit verschobenem Außenring des rechten Lagers



**Abb. 1-9:** Lichtmaschinen-seite der Pleuellager

ist hier bereits der durch das Einspielen des Ritzels beim Anlassvorgang verursachte Verschleiß an den vorderen Kanten der Zähne. Mit der Position 2 ist auf der Abbildung 1-11 das Ritzel des Primärtriebs und mit der Pos. 3 das Antriebsritzel der Ölpumpe aufgezeigt. Abbildung 1-10 zeigt das als Kugellager ausgeführte rechte Hauptlager der Pleuellager mit einem Sicherungsring zur axialen Fixierung im Gehäuse (Pos. 4).

Die Pleuellager (Abb. 1-12 und die Pos. 7 und 8 auf der Abb. 1-5) sind als Nadellager mit Anlaufscheiben zwischen den Seitenflächen der Pleuel und den Schwungmassen ausgeführt. Im Pleuellager (Abb. 1-13) befindet sich kein separates Lager d.h. der Pleuellager ist direkt im Pleuellager gelagert.

Weitere Ausführungen zur Pleuellager und Verschleißmaße, sowie die Beschreibung der Messung, findet man auf den



**Abb. 1-10:** Abtriebsseite der Pleuellager mit rechtem Hauptlager



**Abb. 1-11:** Abtriebsseite der Pleuellager mit Primärtrieb



Abb. 1-12: Pleuellager



Abb. 1-13: Pleuelauge

Seiten 153 bis 156 im originalen Werkstatthandbuch.

Auf der Abbildung 1-14 sind die Kolben mit zwei Kompressionsringen und einem Ölabstreifring zu sehen. Abb. 1-15 zeigt die ausgebauten Kolbenringe (Kompressions-, Mittel- und Ölabstreifring).

Die Zylinder bestehen aus einem Aluminiumgehäuse, in das Graugusslaufbuchsen eingepresst sind. Auf der Abbildung 1-18 rechts ist ein Kolbenring in eine Laufbuchse eingelegt. Der durch eine Pfeilmarkierung aufgezeigte Spalt

darf ein auf der Seite 139 des originalen Werkstatthandbuchs näher beschriebenes Maß nicht überschreiten. Wird ein zu großes Maß festgestellt, so müssen die Kolben und Laufbuchsen, wie im originalen Werkstatthandbuch beschrieben, vermessen und bei übermäßigem Verschleiß überarbeitet werden. Der Durchmesser der Laufbuchsen wird dann in einem Motoreninstandsetzungsbetrieb auf das nächstgrößere Schleifmaß vergrößert und größere Kolben mit neuen, dazu passenden Kolbenringen eingebaut.

*Bei der Demontage der Kolben muss nur der jeweils äußere Sicherungsring entfernt werden um die Kolbenbolzen zu ziehen. Ein Sicherungsring, der schon einmal montiert war sollte nach Möglichkeit ersetzt werden.*



Abb. 1-14: Kolben mit eingesetztem Kolbenbolzen und Sicherungsring



**Abb. 1-15:** Kolbenringe

*Der obere Kompressionsring ist flacher und schmaler als der untere. In der Nähe des Stoßes ist der Buchstabe „B“ eingeprägt, der die Oberseite kennzeichnet. Zusätzlich befindet sich hier eine Kennzeichnung in Form einer zweistelligen Ziffernkombination. Die Ziffern 25 zeigen das erste Schleifmaß von 75,25 mm an. Auf den Abbildungen 1-16 und 1-17 sind die Kolbenringnuten und die Kolbenrin-*

*ge im Detail dokumentiert. Der obere Ring auf der Abbildung 1-17 ist der flachere und im Querschnitt schmalere Ring, der zur oberen Kolbenringnut gehört.*

*Weitere Informationen über die Kolben findet man auf den Seiten 130 bis 137 des originalen Werkstatthandbuchs.*



**Abb. 1-16:** Kolbenringnuten



**Abb. 1-17:** Kennzeichnung der Kolbenringe

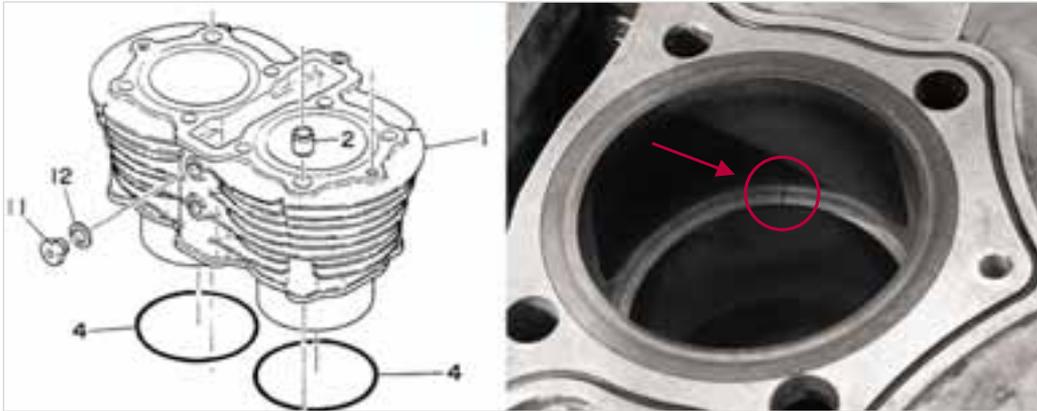


Abb. 1-18: Zylinder

## 1.1.2 STEUERKETTE, NOCKENWELLE

Die Abbildung 1-19 zeigt die Steuerkette mit ihrem Spannmechanismus und die Nockenwelle. Die Steuerkette ist eine endlose Rollenkette, die bei der Montage im Werk vernietet wurde. Eine Spannvorrichtung (Abb. 1-20 und 1-21) ist erforderlich, da zum Betrieb eine gewisse Vorspannung der Steuerkette notwendig ist und sich die Kette im Laufe der Zeit durch Verschleiß langt. Geführt und vorgespannt wird die Steuerkette durch zwei Spannschienen, von denen die vordere (Pos. 25 auf der Abb. 1-19) fest mit dem Zylindergehäuse verschraubt ist. Die Verschraubung der vorderen Spannschiene ist mit den Pos. 26 und 27 auf der Abbildung 1-19 aufgezeigt. Die hintere Spannschiene ist mit ihrem unteren Ende drehbar im oberen Teil des Motorgehäuses gelagert. Der Drehpunkt ist auf den Abbildungen 1-20 und 1-21, die die

Spannschienen in Form einer Grafik und eines Fotos zeigen, durch Pfeilmarkierungen aufgezeigt. Beide Spannschienen bestehen aus Aluminium, welches mit einer Gleitschicht für die Steuerkette aus Kunststoff belegt ist. Die drehbar gelagerte Spannschiene hat an der Rückseite eine Ausformung, in die der Spannmechanismus, wie auf der Abbildung 1-22 wiedergegeben, eingreift. Dieser Spannmechanismus besteht aus einem Gehäuse mit Innengewinde, das über sechs M 6 Schrauben mit dem Zylindergehäuse verbunden ist.

Das eigentliche Spannelement besteht aus einem hohlgebohrten Bolzen mit Außengewinde und einem Sechskant an einem Ende (Pos. 1 auf der Abb. 1-22), der in das Gehäuse mit Innengewinde eingeschraubt ist. Das Gewinde dient zum Einstellen der Spannung der Steuerkette. In gespanntem Zustand ist die Steuerkette durch eine Druckfeder (Pos. 2 auf Abb. 1-22) belastet.

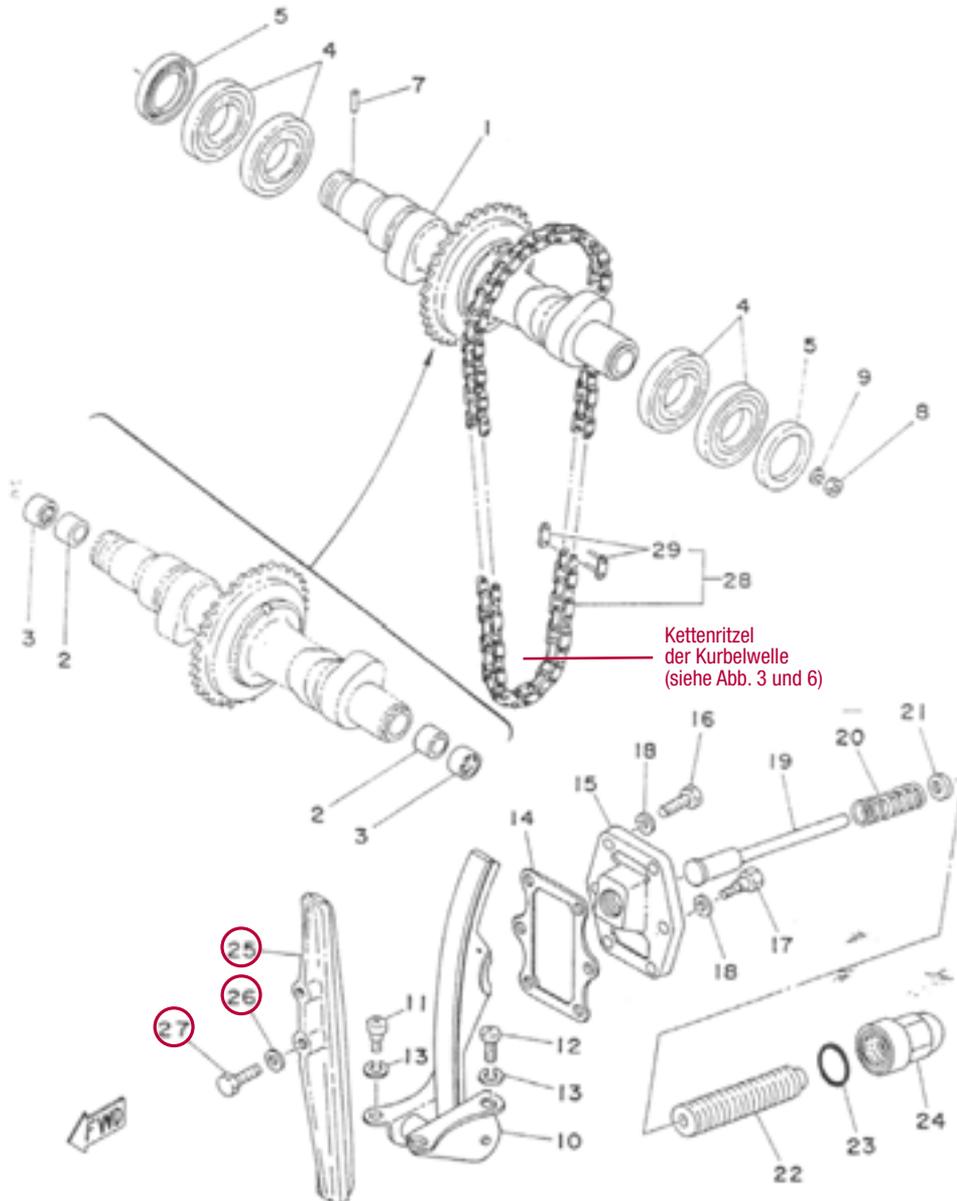


Abb. 1-19: Nockenwelle und Steuerkette

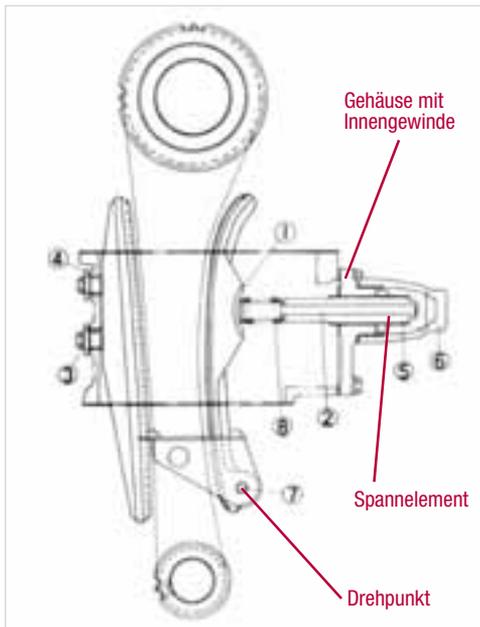


Abb. 1-20: Spannmechanismus der Steuerkette



Abb. 1-21: Steuerkettenspannschienen

Sie überträgt ihre Kraft über einen in dem hohlgebohrten Bolzen gelagerten Stift (Pos. 3 auf Abb. 1-22) mit einer pilzförmigen Ausformung am Ende, welche in eine entsprechende Ausformung der hinteren, drehbar gelagerten Steuerkettenspannschiene eingreift. Zwischen der Feder und dem hohlgebohrten Bolzen befindet sich eine mit Gummi belegte Scheibe (Pos. 4 auf Abb. 1-22), die verhindern soll, dass die von der Steuerkette verursachten Geräusche auf das Gehäuse übertragen werden. Diese Scheibe kann weggelassen werden, oder ist eventuell schon nicht mehr vorhanden. Ein einstellen der Steuerkettenspannung gemäß der Beschreibung im Werkstatthandbuch ist dann allerdings nicht mehr möglich.

Eine Vorspannung der Steuerkette ist notwendig, da die Kurbelwelle sich, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen, nicht mit konstanter Geschwindigkeit dreht, was bei ungespannter Kette zum Schlagen der Kette führt. Eine zu straff gespannte Steuerkette führt jedoch zu übermäßigem Verschleiß der Steuerkettenspannschienen und der Steuerkette selbst. Als Anhaltswert für die Spannung der Steuerkette wird im originalen Werkstatthandbuch beschrieben, dass der Stift (Pos. 3) bündig mit dem Sechskant des Bolzens abschließen soll. Da sich die Feder (Pos. 2) jedoch mit der Zeit setzt, kann das nur ein Anhaltswert sein. Besser ist es, die Steuerkette durch Hineindreihen des Bolzens zu spannen, während man gleichzeitig mit einer Fingerkuppe das

Ende des Stiftes berührt. Wenn der Stift noch leicht pulsiert, ist die Steuerkette richtig gespannt. **Man sollte sich hier durchaus auf sein Gefühl verlassen.** Was das Kontern des Bolzens angeht, gibt es verschiedene Ausführungen des Spannmechanismus, wobei die Funktionsweise jedoch die gleiche ist.

Es gibt Ventiltriebe mit einer Übersetzung von 17 zu 34 Zähnen und solche mit einer Übersetzung von 18 zu 36 Zähnen, wobei die Übersetzung 18 zu 36 Zähne mit dem Modelljahr 1974 (TX 650 A) eingeführt wurde. Die zu den einzelnen Varianten gehörenden Ketten haben unterschiedliche Teilungen, so dass ein Vertauschen nicht möglich sein sollte.

Die über die Steuerkette angetriebene obenliegende Nockenwelle ist vierfach in Kugellagern im Zylinderkopf gelagert. Der Zylinderkopf besteht aus einem Ober- und einem Unterteil. Im Unterteil des Zylinderkopfes befinden sich die Ventile und die untere Hälfte des Lagersitzes der Nockenwellenlager. Im oberen Teil befinden sich die Kipphebelwellen mit den Kipphebeln und die obere Hälfte des Lagersitzes der Nockenwellenlager. Auf der Abbildung 1-23 ist, anhand

eines Schnittmodells des Motors, in der Mitte die Steuerkette auf dem Kettenrad der Nockenwelle zu sehen. Rechts und links davon sieht man etwa in der Mitte des Bildes die Nocken der Nockenwelle mit den Enden der Kipphebel und weiter unten die hinteren Kipphebelwellen. Unten im Bild sind die Ventilteller, die Ventilsfedern und die anderen Enden der Kipphebel mit den Ventilspieleschrauben zu sehen. Im oberen Teil des Bildes sieht man die Anschlüsse der Ölsteigleitung zur Versorgung der Schmierstellen des Ventiltriebs.

Die Nockenwelle (Abb. 1-24) ist als geschmiedete Hohlwelle ausgeführt. Zur Aufnahme der als Rillenkugellager ausgeführten Nockenwellenlager sind ihre Enden zylindrisch geformt.

Weiter innen befinden sich jeweils die Nocken zur Betätigung der Ein- und Auslassventile des rechten und linken Zylinders. In der Mitte ist das Kettenrad der Steuerkette aufgeschraubt. Auf der rechten Seite befindet sich ein Gewinde zur Aufnahme des Fliehkraftreglers der Zündung, der durch eine in der hohlgebohrten Nockenwelle geführte Welle mit der Grundplatte der Zündkontakte



Abb. 1-22: Spannmechanismus



**Abb. 1-23:** Nockenwelle mit Ventiltrieb und Ventilen



**Abb. 1-24:** Nockenwelle

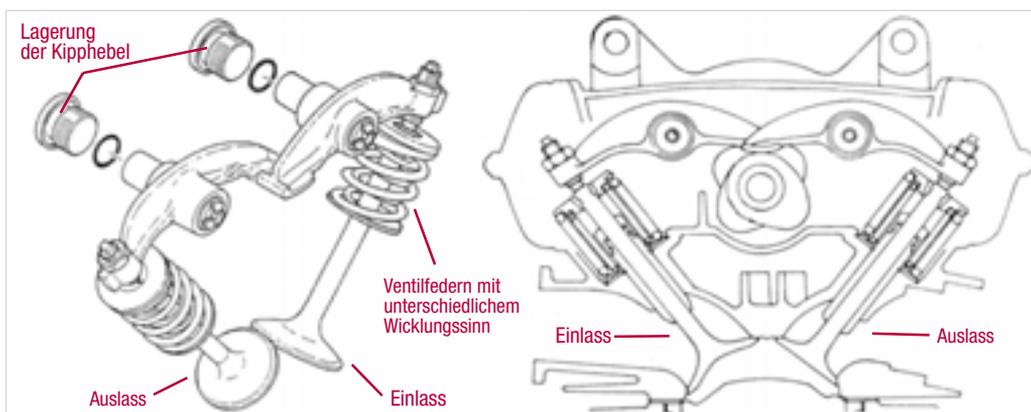


Abb. 1-25: Ventiltrieb

im Gehäuse auf der linken Seite des Zylinderkopfes verbunden ist. Weitere Informationen zur Nockenwelle findet man auf den Seiten 105 - 109 im originalen Werkstatthandbuch.

### 1.1.3 VENTILTRIEB

Die Ventile sind unter einem Winkel von ca. 80° hängend im Zylinderkopf angeordnet. Das größere Einlassventil hat einen Durchmesser von 41 mm, während das

Auslassventil einen Durchmesser von 36 mm hat. Je Ventil sind zwei als Spiralfedern ausgeführte Druckfedern vorgesehen, die mit einander in entgegengesetztem Wicklungssinn eingebaut sind. Unter den Ventilfedern befindet sich eine Stahlscheibe, die ein Einarbeiten der Ventilfedern in das Aluminium des Zylinderkopfes verhindert. Am oberen Ende werden die Ventile durch einen Ventilteller mit üblichen Ventilkeilen gehalten. Die Abbildung 1-25 zeigt die Ven-



Abb. 1-26: Lagerung der Kipphebelwellen



Abb. 1-27: Ventilfedern

tile zusammen mit den Kipphebeln und den Kipphebelwellen.

Die Lagerung der Kipphebel im Oberteil des Zylinderkopfes ist auf der Abbildung 1-26 durch Kreise aufgezeigt.

Die Abbildung 1-27 zeigt die beiden Ventilfedern pro Ventil mit deren unterschiedlich gewickelten Windungen, sowie den Ventilteller mit den Ventilkeilen links im Bild und rechts eine Scheibe, die ein Einarbeiten der Ventilfedern in

das Aluminiummaterial des Zylinderkopfes verhindert. Auf der Abbildung 1-28 sind die unterschiedlich großen Ventile – oben das kleinere Auslassventil und unten das größere Einlassventil – zu sehen. Rechts daneben Abbildung 1-29 zeigt ein montiertes Ventil mit Ventilteller und den Ventilkeilen.

Auf der Abbildung 1-30 ist ein Kipphebel mit einer Ventileinstellschraube in der Seitenansicht und von oben gezeigt.



Abb. 1-28: Ventile



Abb. 1-29: Ventilteller mit Ventilkeilen



**Abb. 1-30:** Kipphebel mit Ventileinstellschraube

Es gibt verschiedene Arten von Einstellschrauben, mit Vierkant oder Innensechskant, die von der Funktion her jedoch gleich sind.

Die Sichten in das Ober- und Unterteil des Zylinderkopfes sind auf den Abbildungen 1-31 und 1-32 wiedergegeben. Abbildung 1-31 zeigt das Unterteil des Zylinderkopfes mit noch montierter Nockenwelle und Ventilen, wobei die

Steuerkette bereits geöffnet ist. Rechts daneben, auf der Abbildung 1-32, ist das Oberteil des Zylinderkopfes mit den Lagersitzen der Nockenwellenlager und den Kipphebeln abgebildet.

Abbildung 1-33 links zeigt anhand eines Schnittmodells des vorderen linken Ventildeckels das Oberteil eines Ventils (Ventilteller) und das Ende eines Kipphebels mit der Einstellschraube zum Einstellen des Ventilspiels.



**Abb. 1-31:** Sicht auf das Unterteil der Zylinderkopfes



**Abb. 1-33:** Einblick in das linke Auslaßventilgehäuse



**Abb. 1-32:** Sicht in das Oberenteil der Zylinderkopfes

## 1.2 KRAFTÜBER- TRAGUNG

Die Drehbewegung der Kurbelwelle wird über den Primärtrieb, die Kupplung, das Getriebe und die Antriebskette auf das Hinterrad übertragen. Im Folgenden werden die Bauteile bis zum Kettenritzel der Antriebskette beschrieben.

### 1.2.1 PRIMÄRTRIEB

Der Primärtrieb besteht aus geradzahnten Stirnrädern, von denen das kleinere mit 27 Zähnen mit einem Passkeil (Abb. 1-10 und 1-11) auf dem rechten Kurbelwellenstumpf befestigt ist, wobei

das größere mit 72 Zähnen auf der Rückseite des Kupplungskorbes drehbar gelagert ist. Das vom kleineren Zahnrad des Primärtriebs auf das größere übertragene Drehmoment wird über 6 in Umfangsrichtung angeordnete Ruckdämpferfedern (Abb. 1-37 und 1-38) auf den Kupplungskorb übertragen.

### 1.2.2 KUPPLUNG

Die Kupplung besteht aus einem Außen- teil, dem Kupplungskorb, der über sechs in Umfangsrichtung angeordnete Ruckdämpferfedern verdrehfest mit dem großen Stirnrad des Primärtriebs verbunden ist. Auf der Getriebeeingangswelle ist der

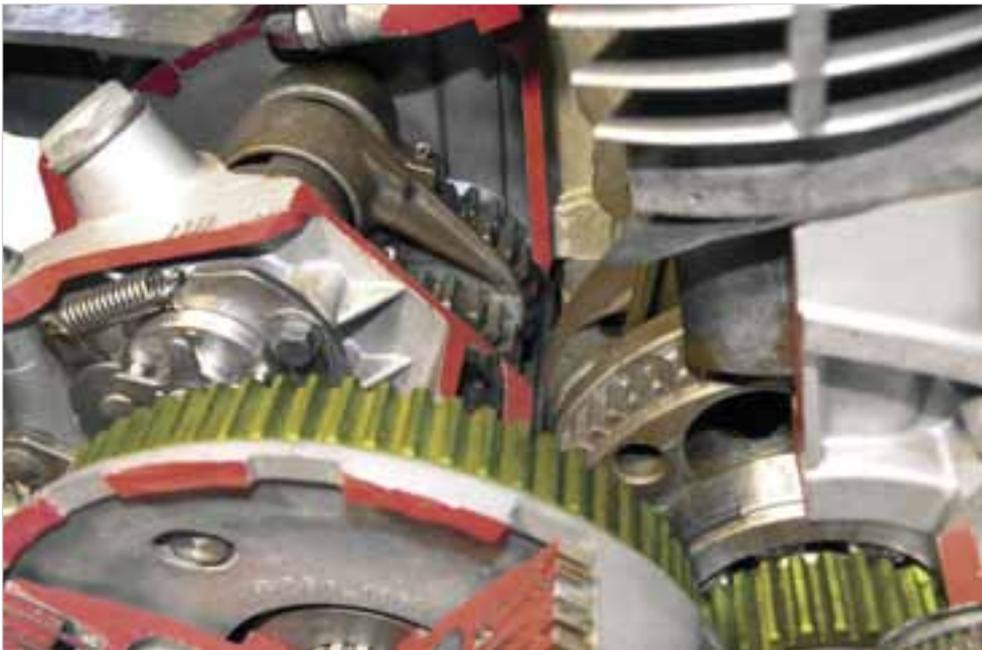


Abb. 1-34: Primärtrieb

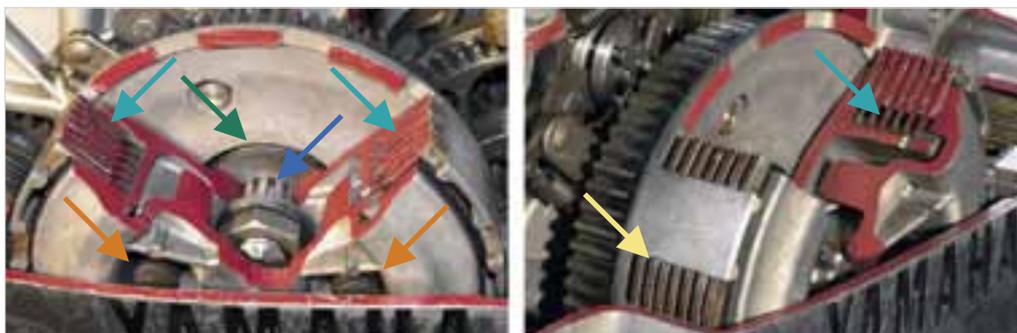


Abb. 1-35: Kupplung

Kupplungskorb mittels einer Messingbuchse drehbar gelagert.

Das Innenteil der Kupplung ist mit der Getriebeeingangswelle, die mit einer Außenverzahnung versehen ist, über die Innenverzahnung des Innenteils verdrehfest verbunden. Im Außenteil, dem Kupplungskorb, ist das Innenteil mit einem Radiallager drehbar gelagert. Der blaue Pfeil auf der Abbildung 1-35 zeigt die Verzahnung der Getriebeeingangswelle und der grüne Pfeil zeigt die äußere Anlaufscheibe des Radiallagers.

Es gibt Kupplungen mit 6 und 7 Reibscheiben, die von der Funktion und vom Aufbau her jedoch gleich sind. Die Reibscheiben der Kupplung greifen mit außen am Umfang angeordneten Zapfen in entsprechende Spalte des Kupplungskorbes (gelber Pfeil auf der Abb. 1-35). Zwischen den Reibscheiben sind Blechscheiben mit einer Innenverzahnung angeordnet, die in eine Außenverzahnung des Innenteils der Kupplung eingreifen (türkisfarbene Pfeile auf der Abb. 1-35). Der Kraftschluss wird hergestellt, indem die Kupplungsdruckfedern (orangefar-

bene Pfeile auf der Abb. 1-35) die Reibscheiben und die Blechscheiben zusammenpressen.

Die Einzelteile der Kupplung sind anhand einer Explosionszeichnung aus der Ersatzteilliste auf der Abbildung 1-36 wiedergegeben. Eine in dieser Explosionszeichnung fehlende Anlaufscheibe ist auf den Abbildungen 1-38 und in einer Grafik auf Seite 100 wiedergegeben.

Die Abbildung 1-37 zeigt die Rückseite des Kupplungskorbes mit den in Umfangsrichtung angeordneten Ruckdämpferfedern und der Messingbuchse, mit der der Kupplungskorb drehbar auf der Getriebeeingangswelle gelagert ist.

Die auf der Abbildung 1-37 zu sehende Blechscheibe mit Ausnehmungen für die in Umfangsrichtung angeordneten Ruckdämpferfedern ist mittels der drei im Bild zu sehenden Nieten fest mit dem äußerem Kupplungskorb verbunden. Zwischen der Blechscheibe und dem äußeren Kupplungskorb ist drehbar das Zahnrad des Primärtriebs angeordnet.

# 1. Aufbau und Funktion

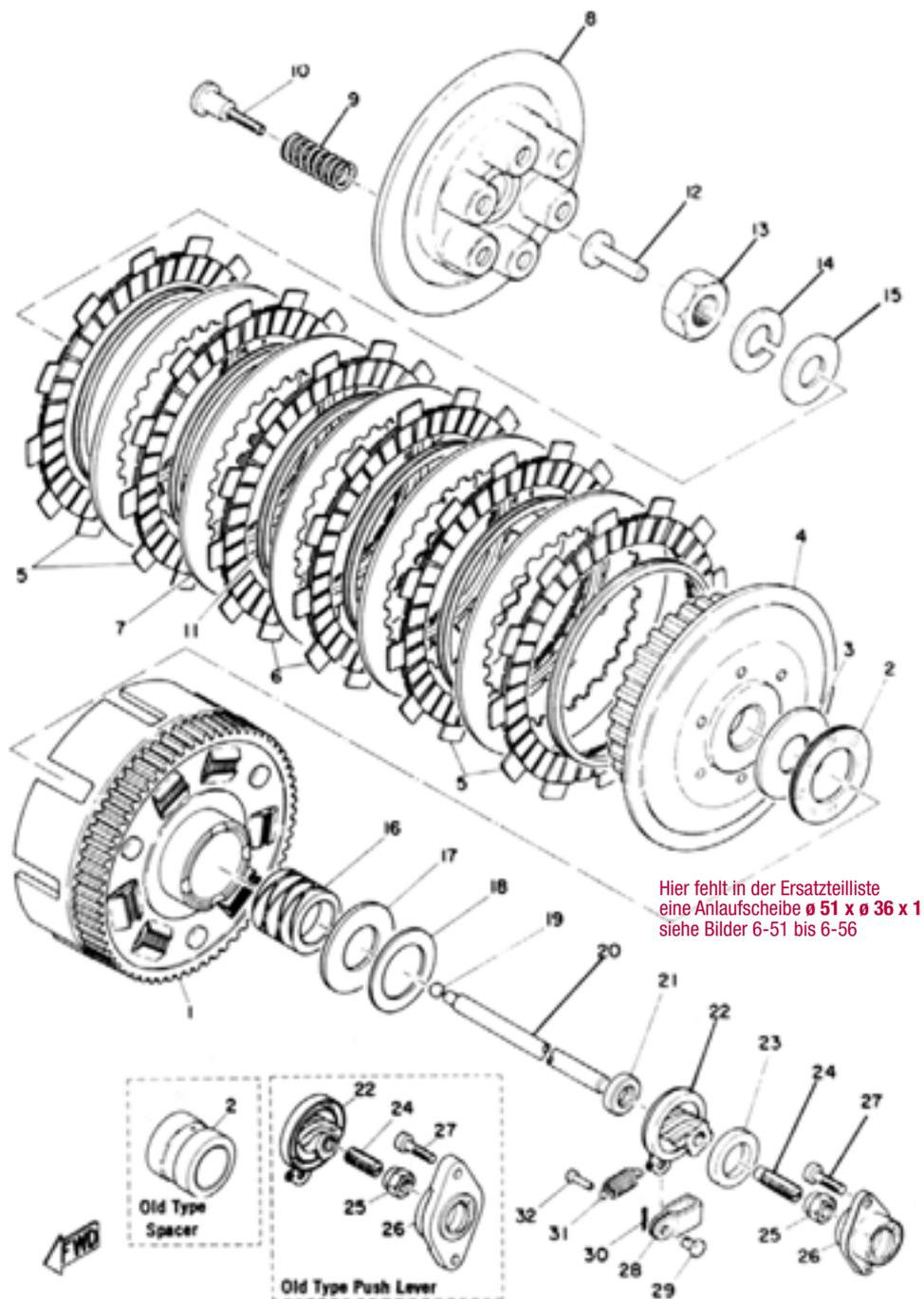


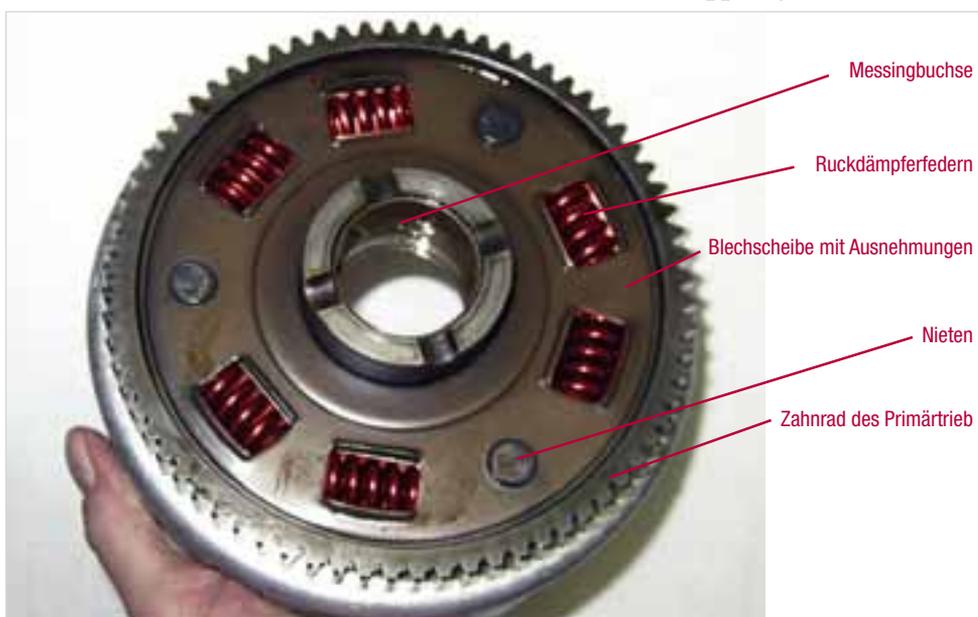
Abb. 1-36: Kupplung

Blickt man auf die Stirnseite einer Feder, so befindet sich das obere Drittel der Ruckdämpferfeder in der Ausnehmung der auf der Abbildung 1-37 zu sehenden Blechscheibe. Das mittlere Drittel der Ruckdämpferfeder wird von einem rechteckigen Ausschnitt in der Stirnfläche des Zahnrades des Primärtriebs umschlossen. Das untere Drittel der Ruckdämpferfeder befindet sich dann wieder in einer entsprechenden Ausnehmung des äußeren Kupplungskorbes.

Auf der Abbildung 1-38 ist die Funktionsweise der Kupplung anhand einer Schnittzeichnung erläutert. Die Stirnseite einer Ruckdämpferfeder und deren oben beschriebene Anordnung ist durch eine rote Farbmarkierung hervorgehoben.

Der durch blaue Farbmarkierung aufgezeigte Kupplungskorb wird durch den Primärtrieb angetrieben. Die ebenfalls blau gekennzeichneten Reibscheiben der Kupplung drehen sich zusammen mit dem Kupplungskorb. Das Innenteil der Kupplung (gelbe Farbmarkierung) ist fest mit der orangefarbenen gekennzeichneten Getriebeeingangswelle verbunden.

Getrennt wird die Kupplung, indem die Kupplungsdruckstange (hellgrüne Farbmarkierung), die sich innerhalb der hohlgebohrten Getriebeeingangswelle befindet, von links nach rechts gegen den gelb gekennzeichneten Innenteil der Kupplung drückt und dabei die Kupplungsdruckfedern spannt und gleichzeitig die Pressung zwischen den Reibscheiben und den Blechscheiben aufhebt, so dass sich der Kupplungskorb gegenüber dem Innenteil der Kupplung drehen kann.



**Abb. 1-37:** Äusserer Kupplungskorb mit 6 Ruckdämpferfedern

## 1. Aufbau und Funktion

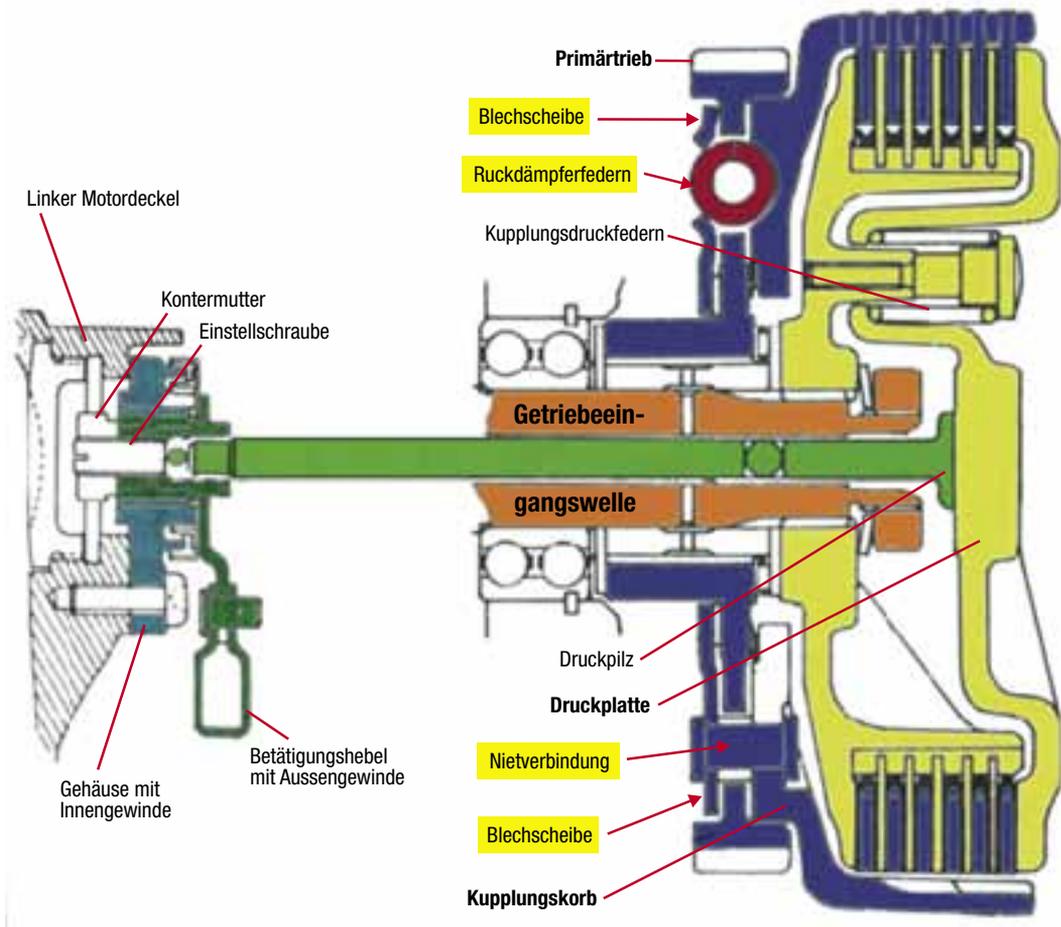


Abb. 1-38: Kupplung, Funktionsweise

## 1.2.3 KUPPLUNGSBETÄTIGUNG

Durch den Handhebel am linken Lenkerende wird über einen Bowdenzug ein Hebel hinter dem linken Motorseitendeckel (Abb. 1-39) verdreht. Ein Gewinde mit großer Steigung (rote Pfeilmarkierung auf der Abbildung 1-40) dreht sich bei Betätigung des Kupplungshebels in einem Muttergewinde, welches im linken Motorseitendeckel gelagert ist (grüne Pfeilmarkierung). Der blaue Pfeil auf der Abbildung 1-39 zeigt die Lagerung der Kupplungsdruckstange im Ausrückmechanismus.

Da die Kupplungsdruckstange einen feststehenden Teil (Ausrückmechanismus) mit einem sich drehendem Teil (Druckpilz) verbindet, sind zwischen dem Druckpilz und dem Ausrückmechanismus sowie zwischen den Teilen der Kupplungsdruckstange Kugeln angeordnet, die die Stirnflächen der Stangen punktförmig berühren.

Von manchen Fahrern wird die zweiteilige Kupplungsdruckstange gegen eine einteilige ausgetauscht, so dass man eine von beiden Varianten vorfinden kann, wenn man an einem gebrauchten Motor arbeitet. Wenn die Kupplung nicht richtig trennt, liegt es oft an einem schwergängigem Bowdenzug oder an einer falschen Einstellung des Winkels zwischen dem Bowdenzug und dem Hebel des Ausrückmechanismus. Da die Kraft zum Ausrücken der Kupplung mit

zunehmendem Weg auch größer wird, muss die Übersetzung zwischen dem Handhebel und dem Ausrückmechanismus mit zunehmendem Weg des Handhebels „günstiger“ werden und bei ganz gezogenem Handhebel am besten sein. Das wird erreicht, wenn der Winkel zwischen Bowdenzug und Hebel des Ausrückmechanismus bei ganz gezogenem Hebel am Lenker ca.  $90^\circ$  beträgt.

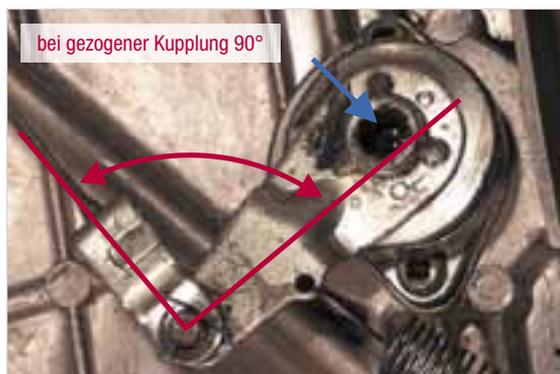


Abb. 1-39: Ausrückmechanismus der Kupplung im eingebauten Zustand



Abb. 1-40: Ausrückmechanismus der Kupplung im demontierten Zustand

## 1.2.4 GETRIEBE

Die Abbildung 1-41 zeigt das Fünfganggetriebe zusammen mit dem Schaltmechanismus, dem Primärtrieb, der Kupplung und dem Kickstarter im eingebauten Zustand anhand eines Schnittmodells.

## 1.2.5 ÜBERSETZUNGEN

Die folgende Tabelle gibt die Übersetzungen des Getriebes in den einzelnen Gängen wieder. Die Ziffern sind mit Kennfarben hinterlegt, die bei der folgenden Beschreibung des Getriebes durchgehend verwandt werden. Der erste Gang ist mit 1:2,462 recht lang übersetzt, so

dass das Motorrad bei der serienmäßigen Sekundärübersetzung von 17 zu 33 und der serienmäßigen Bereifung im ersten Gang bei der Nenndrehzahl des Motors von 7000 U/min eine Geschwindigkeit von ca. 66 km/h erreicht, wie in dem Gangdiagramm auf der Abbildung 1-42 zu sehen. Der Sprung zum zweiten Gang

1. Gang:	2,462
2. Gang:	1,588
3. Gang:	1,300
4. Gang:	1,095
5. Gang:	0,957

(1:1,588), in dem bei der Nenndrehzahl des Motors über 100 km/h erreicht werden, ist im Vergleich zum Abstand zwischen dem zweiten und dem dritten

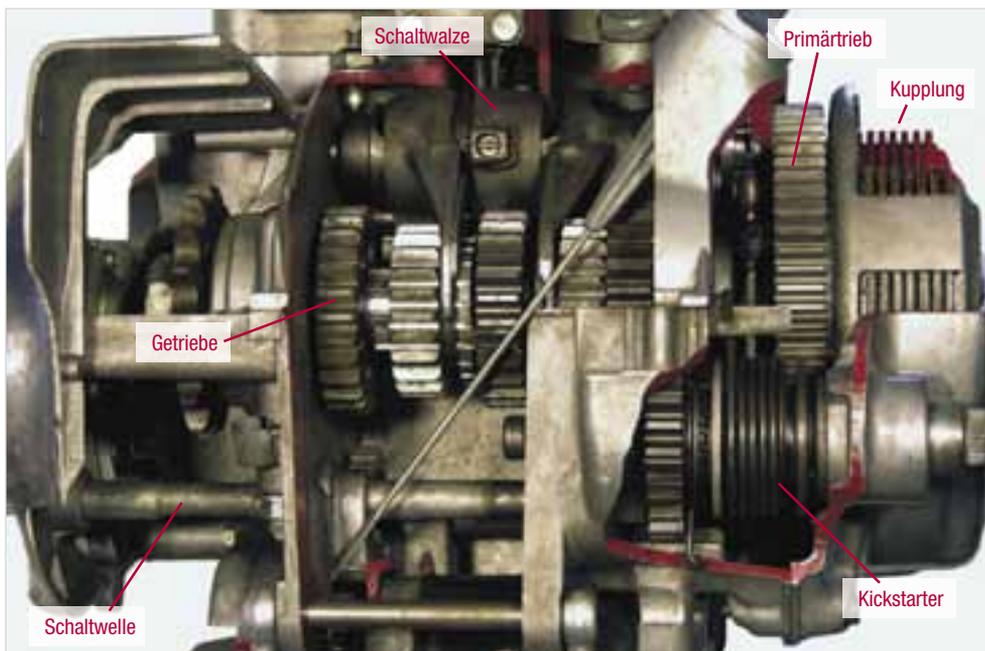


Abb. 1-41: Getriebe mit Schaltwalze und Schaltgabeln

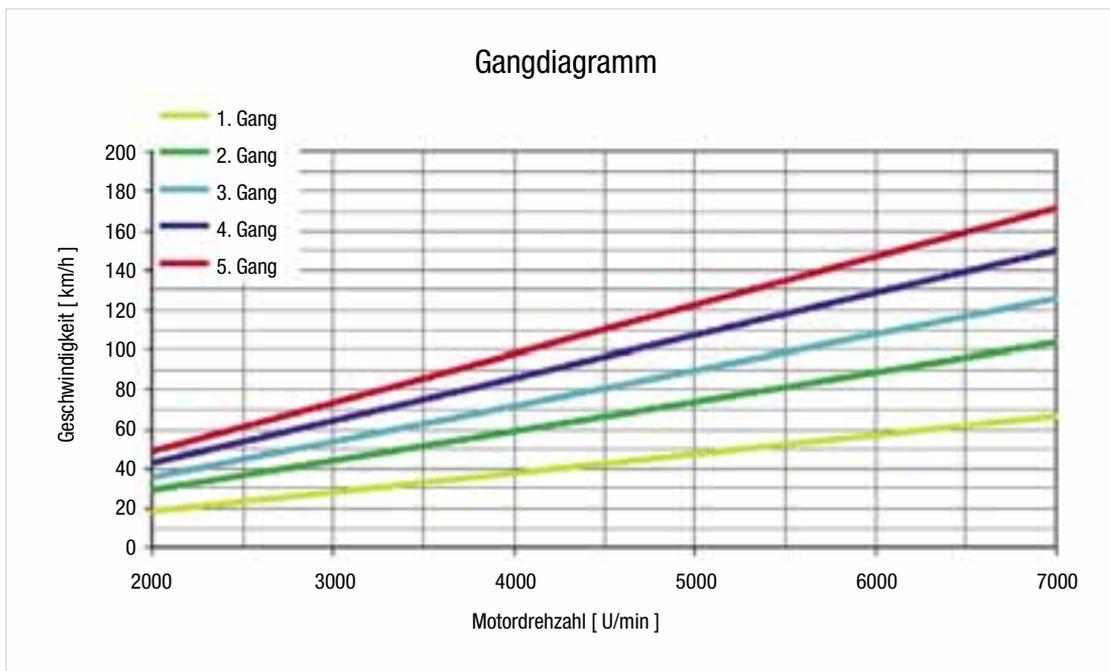


Abb. 1-42: Gangdiagramm

Gang sowie zwischen den übrigen Gängen vergleichsweise groß.

Die Abbildung 1-43 zeigt zum Vergleich die Gangdiagramme älterer deutscher Motorräder.

Das linke Diagramm auf der Abbildung zeigt die Abstufung der Gangübersetzungen einer BMW R 25/3 aus den 50er Jahren. Hier ist der Abstand der Übersetzungen zwischen den einzelnen Gängen des Vierganggetriebes annähernd konstant.

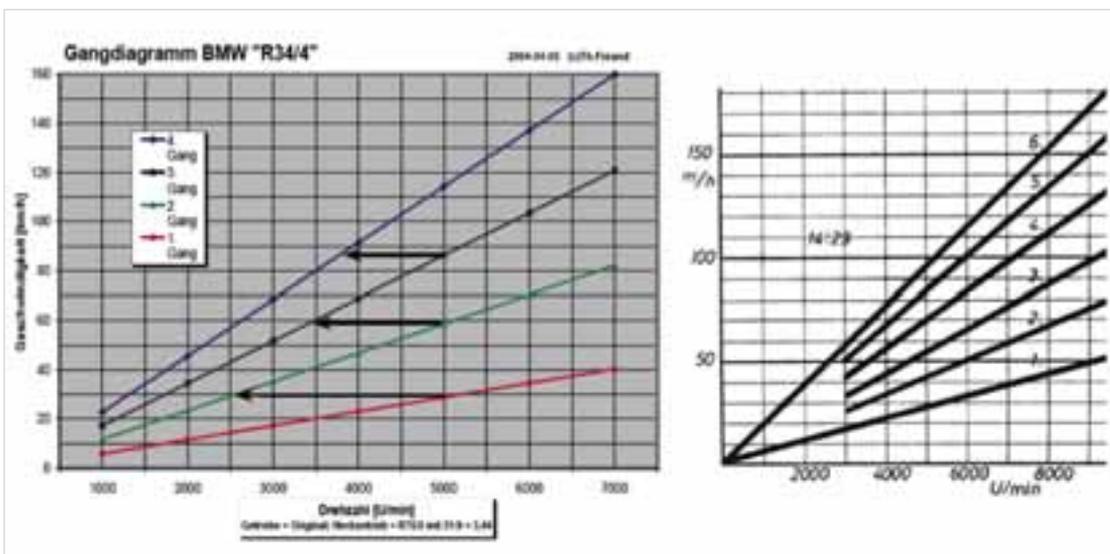


Abb. 1-43: Vergleich: Gangdiagramme älterer deutscher Motorräder

was insbesondere beim Fahren im Stadtverkehr von Vorteil ist. Bei dem rechten Gangdiagramm auf der Abbildung 1-43 (Maico MD 250) wird die Abstufung der Gänge wie bei dem Getriebe der XS 650 nach oben enger, was für sportliches Fahren in höheren Geschwindigkeitsbereichen vorteilhaft ist.

### 1.2.6 AUFBAU

Die Abbildung 1-44 zeigt den schematischen Aufbau des Fünfganggetriebes. Von den Zahnradpaarungen der einzelnen Gänge ist jeweils ein Zahnrad auf der Getriebeeingangs- oder der Ausgangswelle drehbar gelagert, so dass es sich frei auf der Welle drehen kann. Der Kraftschluss wird hergestellt, indem das Zahnrad eines anderen Ganges in Längsrichtung auf der Welle verschoben wird und mit

auf der Seitenfläche angebrachten Zapfen in Ausnehmungen eines Zahnrades des geschalteten Ganges eingreift.

Die vier außen auf der Getriebeeingangs- und Ausgangswelle positionierten Zahnräder des ersten und zweiten Ganges sind in axialer Richtung nicht verschieblich.

Auf der Getriebeeingangswelle sind zwei Zahnräder, das Zahnrad für den 4. Gang (blaue Kennfarbe) und das für den 5. Gang (rote Kennfarbe) drehbar gelagert. Auf der Getriebeausgangswelle sind drei Zahnräder, das Zahnrad für den 2. Gang (grüne Kennfarbe), das für den 3. Gang (türkisfarbene Kennfarbe) sowie das Zahnrad für den 1. Gang (gelbe Kennfarbe) drehbar gelagert.

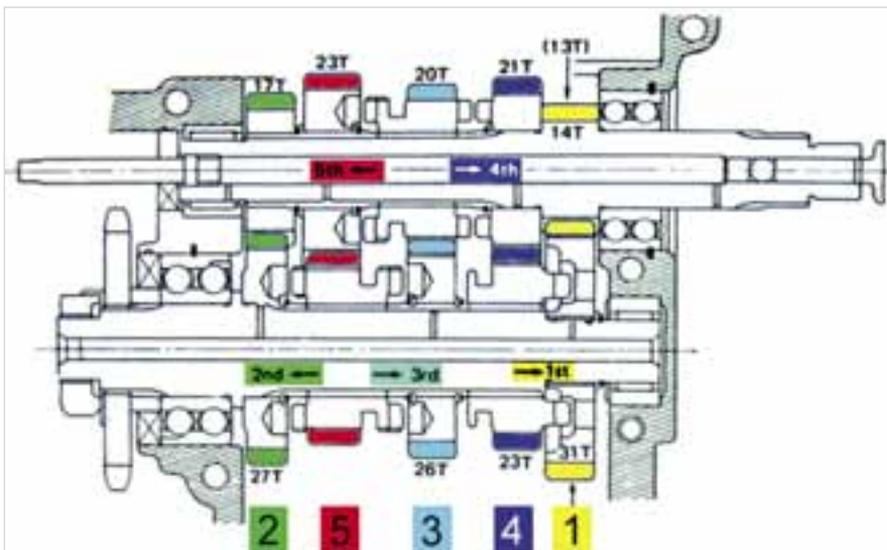


Abb. 1-44: Zuordnung der Gänge zu den Zahnradpaaren, Schaltvorgänge, schematische Darstellung

## 1.2.7 KRAFTFLUSS

Prinzipiell wird der Kraftfluss so hergestellt, dass eines der auf einer der beiden Wellen des Getriebes drehbar gelagerten Zahnräder mit Hilfe eines auf der gleichen Welle daneben angeordneten Zahnrades eines anderen Ganges, welches verschieblich, aber nicht drehbar auf dieser Welle gelagert ist, formschlüssig verbunden wird.

Im Einzelnen werden die Gänge wie folgt geschaltet:

Zahnräder des 4. und 5. Ganges auf der **Getriebeeingangswelle** eingreifen und eine Schaltgabel, die in eine umlaufende Nut des Zahnrades des 3. Ganges auf der **Getriebeausgangswelle** eingreift. Die Schaltgabeln verschieben die Gangräder in axialer Richtung auf den jeweiligen Wellen und stellen, indem diese in die Schaltklauen (Zapfen) des verschobenen Gangrades in entsprechende Ausnehmungen eines Gangrades des zu schaltenden Ganges schieben, den Kraftschluss her.

1. Gang: Das Zahnrad des 4. Ganges auf der Getriebeausgangswelle wird in Richtung des gelben Pfeils auf der Abbildung 45 verschoben und rastet mit seinen Nocken in Nuten des Zahnrades für den 1. Gang ein.
2. Gang: Das Zahnrad des 5. Ganges auf der Getriebeausgangswelle wird in Richtung des grünen Pfeils auf der Abbildung 45 verschoben und rastet mit seinen Nocken in Nuten des Zahnrades für den 2. Gang ein.
3. Gang: Das Zahnrad des 5. Ganges auf der Getriebeausgangswelle wird in Richtung des türkisfarbenen Pfeils auf der Abbildung 45 verschoben und rastet mit dessen Nocken in Nuten des Zahnrades für den 3. Gang ein.
4. Gang: Das Zahnrad des 3. Ganges auf der Getriebeeingangswelle wird in Richtung des blauen Pfeils auf der Abbildung 45 verschoben, so dass die Nocken des Zahnrades des 4. Ganges in die Nuten des Zahnrades des 3. Ganges einrasten.
5. Gang: Das Zahnrad des 3. Ganges auf der Getriebeeingangswelle wird in Richtung des roten Pfeils auf der Abbildung 45 verschoben, so dass die Nocken des Zahnrades des 3. Ganges in die Nuten des Zahnrades des 5. Ganges einrasten.

Auf diese Weise werden drehbar gelagerte Zahnräder einer Welle durch **nicht drehbar**, aber **verschiebbar** auf der gleichen Welle gelagerte Zahnräder **verdrehfest** mit der Welle verbunden.

Zum Schalten der Gänge werden insgesamt **drei Schaltgabeln** benötigt, von denen zwei in die umlaufenden Nuten der

Auf den Abb. 1-46 und 1-47 sind die **Schaltgabeln** in einer Position auf den Getriebewellen (Abb. 1-46) und in eingebautem Zustand in der oberen Gehäusenhälfte des Motorgehäuses zu sehen. Die Pfeile an den Schaltgabeln verdeutlichen die Bewegungsrichtung der Schaltgabeln und die Kennfarben der Pfeile die damit

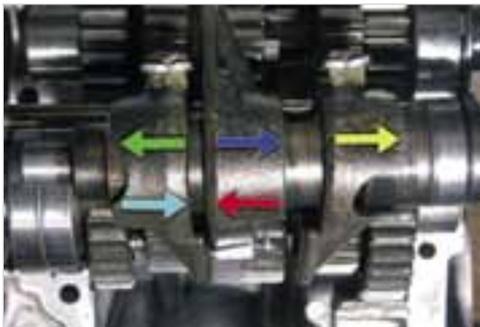


**Abb. 1-45:** Zuordnung der Gänge zu den Zahnradpaaren, Schaltvorgänge

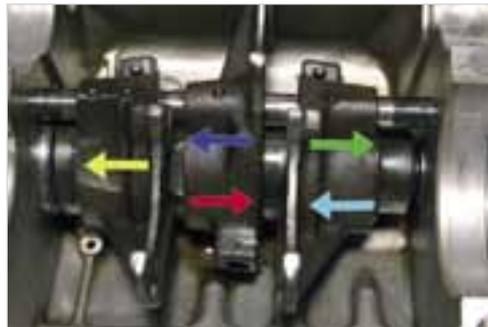
bewirkte Schaltung der einzelnen Gänge.

Auf der Abbildung 1-48 ist das Zahnrad des 1. Ganges, das drehbar auf der Ausgangswelle gelagert ist, mit Nuten und das Zahnrad des 4. Ganges, das

verschiebbar, aber nicht drehbar, auf der Ausgangswelle gelagert ist, mit Nocken auf der Getriebeausgangswelle in der Leerlaufstellung wiedergegeben. Abbildung 1-49 zeigt das Zahnrad des 1. Ganges in geschaltetem Zustand mit eingerasteter Schaltklaue.



**Abb. 1-46:** Zuordnung der Schaltgabeln zu den Schaltvorgängen



**Abb. 1-47:** Zuordnung der Schaltgabeln zu den Schaltvorgängen



**Abb. 1-48:** Nuten des Zahnrades des 1. Ganges  
Schaltnocken des Zahnrades des 4. Ganges



**Abb. 1-49:** 1. Gang geschaltet

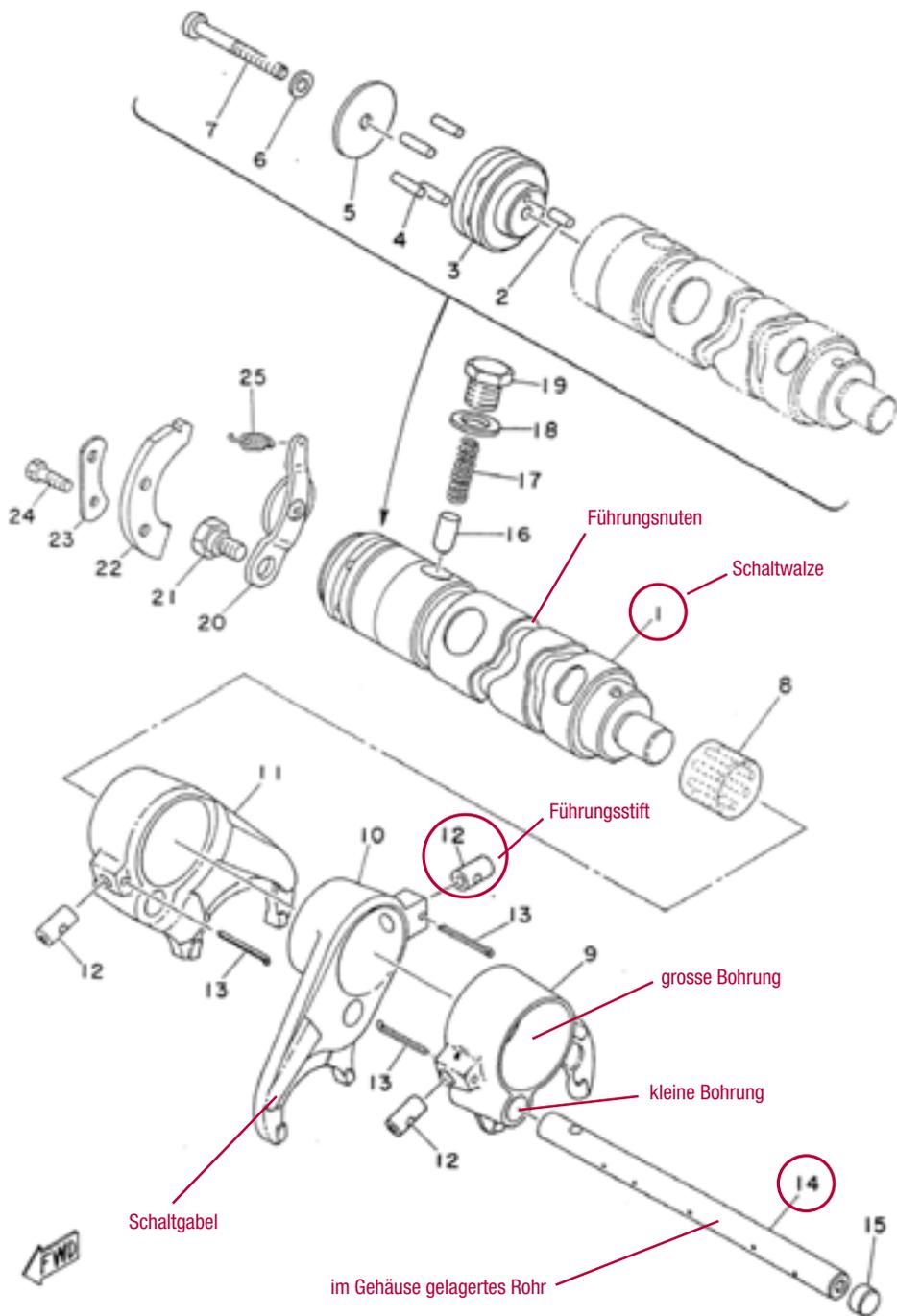


Abb. 1-50: Schaltwalze

## 1.2.8 SCHALT- MECHANISMUS

Auf der Abbildung 1-50 sind die Bauteile des Schaltmechanismus – der **Schaltwalze** – in einer Explosionszeichnung aus der Ersatzteilliste zu sehen.

Der Schaltmechanismus dient dazu, die Auf- und Abbewegung des Fußschalthebels in Schiebewebungen der Schaltgabeln umzusetzen.

Die Schaltgabeln haben an ihrem oberen Ende eine große und eine kleine Bohrung. Die kleine Bohrung gleitet auf einem beidseitig im Gehäuse gelagertem Rohr (Pos. 14 auf der Abb. 1-50). Innerhalb der großen Bohrung ist die eigentliche Schaltwalze (Pos. 1 auf der Abb. 1-50) geführt. Auf der Schaltwalze befinden sich umlaufende Führungsnuten, die an bestimmten Stellen auf dem Umfang der Schaltwalze bogenförmig verlaufen (Pfeilmarkierungen auf der Abbildung 1-51).



Abb. 1-51: Schaltwalze

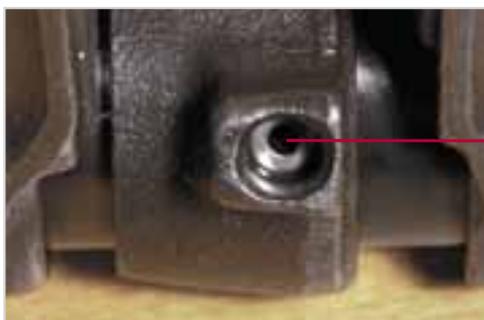


Abb. 1-52: Führungsstift einer Schaltgabel



Abb. 1-53: Führungsnuten auf der Schaltwalze



Abb. 1-54: Schaltwelle



In die Führungsnuten greifen Führungsstifte (Pos. 12 auf der Abb. 1-50) ein, die sich mit einem Ende in den Nuten der Schaltwalze und mit dem anderen Ende in dafür vorgesehenen Bohrungen der

Schaltgabeln befinden, wie auf den Abbildungen 1-52 und 1-53 wiedergegeben. **Eine Schaltgabel wird in axialer Richtung verschoben und damit ein Gang geschaltet, wenn sich ein Führungsstift**



Abb. 1-55: Hochschalten



Abb. 1-56: Runterschalten



Abb. 1-57: Einstellen der Schaltwelle

**innerhalb des bogenförmigen Verlaufs der Führungsnuten auf der Schaltwalze befindet.**

Auf der Abbildung 1-54 ist der mit der **Schaltwelle verschweißte Arm**, der mit dessen oberer Gabel in den **Stern der Schaltwalze** eingreift, in einer Gesamtansicht und im Detail wiedergegeben. Auf der Abbildung 1-41 ist die **Schaltwalze** von der Rückseite des Motors in eingebautem Zustand zu sehen.

Die **Schaltwelle** dient dazu, die Auf- und Abbewegung des Fußschalthebels in Drehbewegungen der **Schaltwalze** umzusetzen (siehe auch Seite 39, Abb. 1-54).

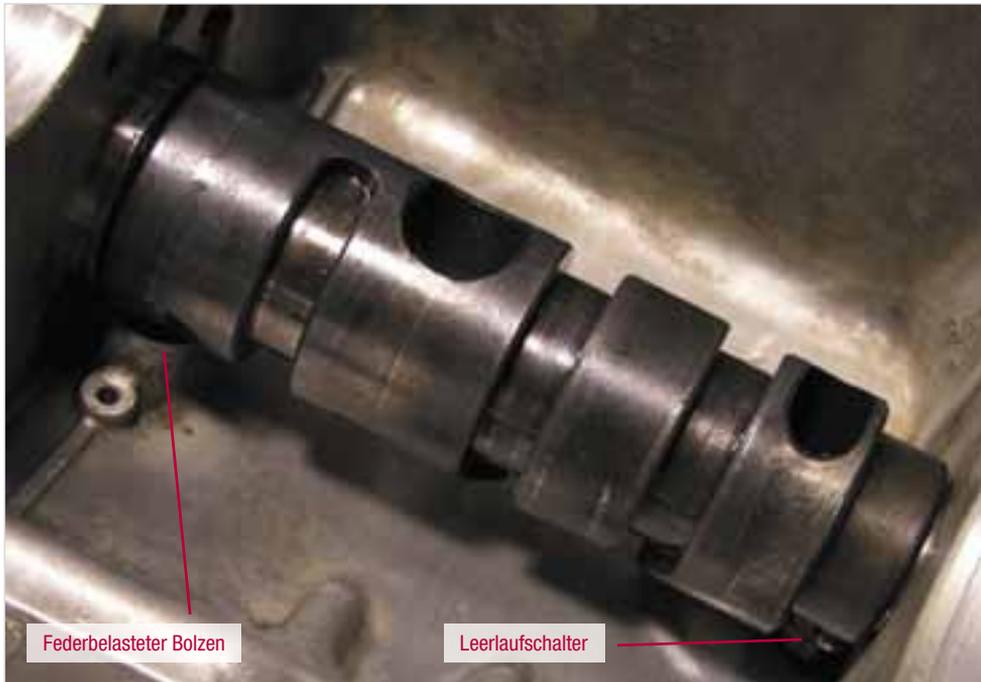
Durch die Betätigung des Fußschalthebels wird der mit der Schaltwelle verschweißte Arm geschwenkt, so dass die an dessen oberem Ende angebrachte Gabel die Schaltwalze über dem Schaltstern zum Hoch- und Runterschalten (wie auf den Abbildungen 1-55 und 1-56 gezeigt) **verdreht**.

Der mit der Schaltwalze verschweißte Arm wird durch eine Feder in Mittelstellung gehalten, damit zum Hoch- und Runterschalten gleiche Wege der Schaltgabel zur Verfügung stehen.

Die auf der Abbildung 1-57 durch einen Pfeil aufgezeigte Einstellschraube mit Excenter dient zum Einstellen der Mittelstellung des mit der Schaltwelle verschweißten Arms.

### 1.2.8.1 LEERLAUFSTELLUNG

An der Oberseite des oberen Gehäuseteils befindet sich auf der linken Seite ein elektrischer Schalter, der durch einen auf der Schaltwalze angebrachten Zapfen geschlossen wird (Abb. 1-60). Auf der linken Seite der Abb. 1-59 befindet sich ein federbelasteter Bolzen, der in eine Ausnehmung der Schaltwalze eingreift, wenn diese sich in der Leerlaufstellung befindet. Auf der Abb. 1-58 ist die Schalt-



**Abb. 1-58:** Schaltwelle in Leerlaufstellung



**Abb. 1-59:** Leerlaufschalter und Leerlaufarretierung



Abb. 1-60: Schaltwalze mit Betätigung für Leerlaufschalter und Vertiefung für Bolzen zur Leerlaufarretierung

walze in der Leerlaufstellung mit betätigtem Leerlaufschalter und eingerastetem federbelastetem Bolzen zu sehen. Abbildung 1-59 zeigt den Leerlaufschalter und den federbelasteten Bolzen bei ausgebaute Schaltwalze. Abbildung 1-60 zeigt die Betätigung des Leerlaufschalterzapfens auf der Schaltwelle und die Ausnehmung, in die der federbelastete Bolzen im Leerlauf einrastet.

Hinter dem Schaltstern der Schaltwalze befinden sich zylindrische Stifte (Pfeile auf den Abb. 1-61 und Abb. 1-62), **zwischen** denen eine durch eine Feder belastete Scheibe bei eingelegtem Gang einrastet, wie auf der Abbildung 1-62 zu sehen. Ist der Leerlauf geschaltet, steht die Scheibe **auf** einem Stift. Der Stift, auf dem die Scheibe bei eingelegtem Leer-

lauf steht ist nicht rund, sondern halbrund, wobei die Scheibe die flache Seite des Stiftes berührt, wie auf der Abbildung 1-61 zu sehen. Beim Schalten von einem Gang zum nächsten „**rollt**“ die Scheibe über die runden Stifte – im Leerlauf „**steht**“ diese auf der abgeflachten Seite des halbrunden Stiftes.

Wenn der Leerlauf sich schlecht einlegen lässt, d.h. wenn der Leerlauf beim Schalten im Stand übersprungen wird, ist die Ursache eine zu geringe Vorspannung des federbelasteten Bolzens zur Leerlaufarretierung. Ist die Vorspannung der Feder, die die Scheiben in eingerasteter Stellung zwischen den Stiften hält, zu gering, besteht die Gefahr, dass die Gänge – insbesondere bei bereits abgenutzten Schaltgabeln – herauspringen.



Abb. 1-61: Leerlauf



Abb. 1-62: Gang eingelegt

## 1.2.9 KICKSTARTER

Auf der Abbildung 1-63 sind die Bauteile des Kickstartermechanismus anhand einer Explosionszeichnung aus der Ersatzteilliste dargestellt.

Der Kickstartermechanismus besteht aus der Kickstarterwelle, die im Unterteil des Motorgehäuses und im linken Motorseitendeckel gelagert ist. Auf der Welle befindet sich eine gewickelte Feder (Pos. 7 auf der Abb. 1-63), die den Kickstarterhebel wieder in seine Ausgangslage zurück-

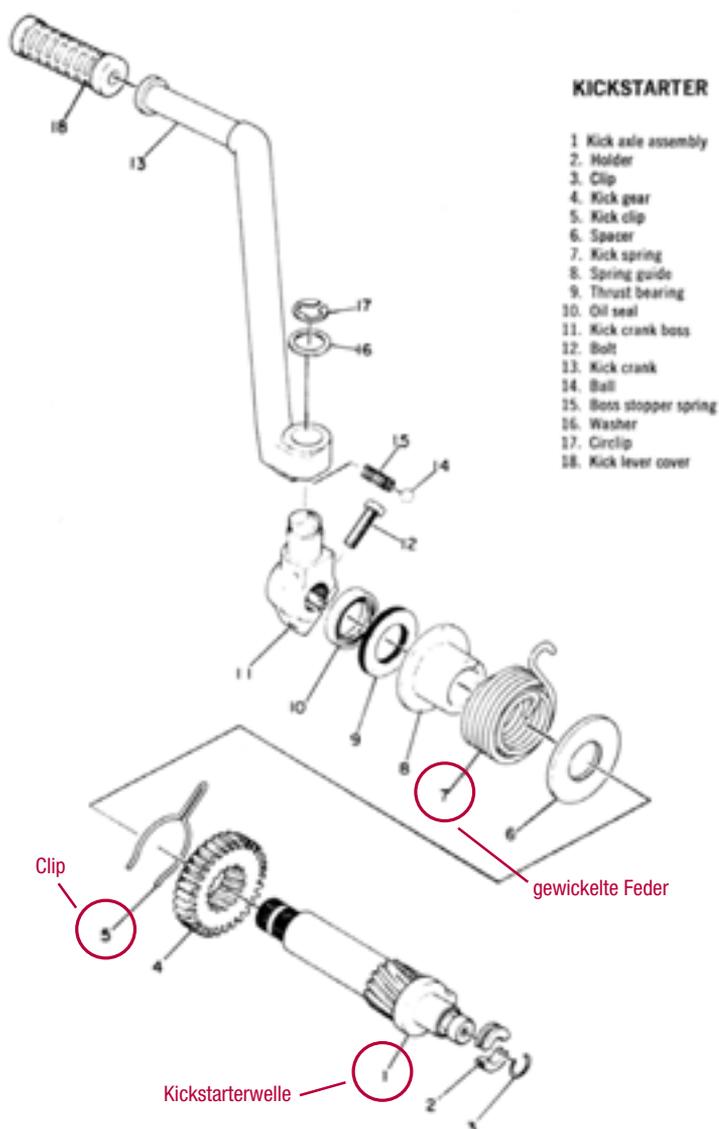


Abb. 1-63: Kickstarter



**Abb. 1-64:** Kickstarter

bringt. Auf der Kickstarterwelle (Pos. 1 auf der Abb. 1-63) befindet sich ein Zahnrad, das mit der Kickstarterwelle durch eine Schrägverzahnung – oder ein „Gewinde mit sehr großer Steigung“ – verbunden ist. Wird die Kickstarterwelle gedreht, so verschiebt sich das Zahnrad in axialer Richtung auf der Kickstarterwelle. Hierzu wird das Zahnrad durch einen Clip (Pos. 5 auf der Abbildung 1-63) am Mitdrehen mit der Kickstarterwelle solange gehindert, damit es sich auf der

Schrägverzahnung in axialer Richtung der Welle in Richtung des Zahnrades des ersten Ganges solange bewegt, bis das Zahnrad in die Verzahnung des Zahnrades des ersten Ganges auf der Getriebeingangswelle einspurt.

Die Abbildung 1-64 zeigt den Kickstartermechanismus im eingebauten Zustand an einem Schnittmodell.

Abbildung 1-65 zeigt den Clip (gelbe Pfeilmarkierung und Pos. 5 auf der Abb. 1-63)



**Abb. 1-65:** Kickstarter



## 1.3 ÖLKREISLAUF

Der XS 650 Motor ist mit einer Druckumlaufschmierung mit einer Ölpumpe im rechten Motorseitendeckel ausgerüstet, die von der Kurbelwelle angetrieben wird. Motor und Getriebe befinden sich in einem gemeinsamen Ölhaushalt. Die Ölpumpe (Pos. 3 auf der Abbildung 1-66) saugt das Motoröl durch einen Filter an, der sich an der tiefsten Stelle des Motorgehäuses unterhalb der Kurbelwelle befindet. In Strömungsrichtung **hinter** der Ölpumpe befindet sich ein weiterer Siebfilter (Position 1 auf der Abbildung 1-66) der mit einem Bypass (Pos. 2) ausgerüstet ist. Hinter dem Siebfilter wird

das Motoröl über Ölkanäle im oberen Teil des Motorgehäuses und separate Leitungen den einzelnen Schmierstellen zugeführt, die im Folgenden detailliert beschrieben werden.

**Da keine hydrodynamischen Gleitlager vorhanden sind, baut sich im Ölkreislauf kein Druck auf, der mit einem handelsüblichen Öldruckmesser messbar wäre.**

### 1.3.1 ÖLFILTER

Abbildung 1-67 zeigt den Einbauort des Ölfilters an der tiefsten Stelle des Motorgehäuses unterhalb der Kurbelwelle. Auf der Abbildung 1-68 ist der Ölfilter mit

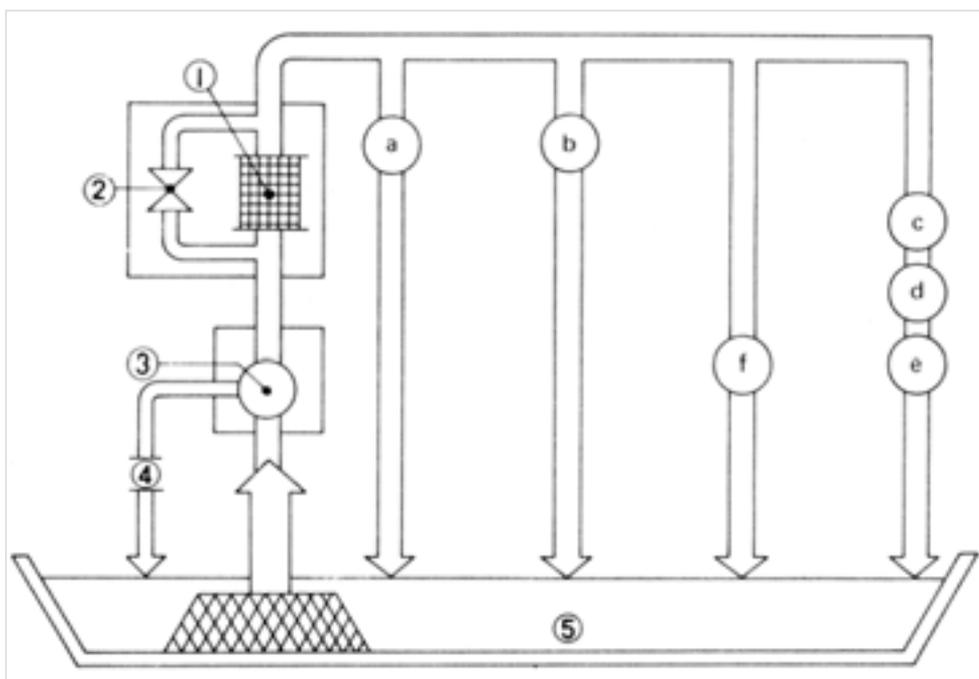


Abb. 1-66: Schematische Darstellung des Ölkreislaufs aus dem originalen Werkstatthandbuch



**Abb. 1-67:** Einbauort des Ölfilters



**Abb. 1-68:** Ölfilter mit der Grundplatte verschraubt

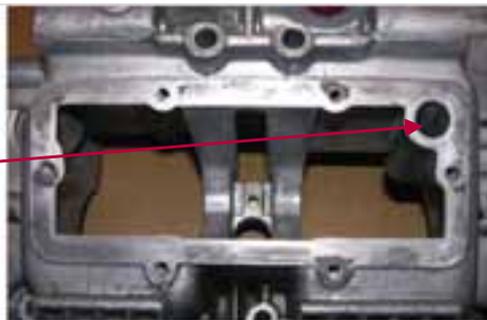
einer typischen Beschädigung – einem eingerissenem Sieb – in verschraubtem Zustand auf der Grundplatte zu sehen.

Hinter dem Ölfilter strömt das Öl durch einen Kanal in der Grundplatte in eine Öffnung an der Unterseite des unteren Motorgehäuseteils (Pfeile auf den Abbildungen 1-69 und 1-70).

Durch den auf der Abbildung 1-71 zu sehenden Ölkanal wird das Öl von der Ölpumpe im rechten Motorseitendeckel angesaugt. Aus der Austrittsöffnung der unteren Motorgehäusehälfte (Abbildung 1-72) strömt das Öl in eine Eintrittsöffnung im rechten Motorseitendeckel (Abbildung 1-73).



**Abb. 1-69:** Grundplatte mit Ölleitung



**Abb. 1-70:** Öleinlassöffnung im Motorgehäuse



**Abb. 1-71:** Ölkanal zwischen Ölfiltergrundplatte und rechtem Seitendeckel



**Abb. 1-72:** Austrittsöffnung im unteren Motorgehäuseteil



**Abb. 1-73:** Eintrittsöffnung im rechten Motorseitendeckel



**Abb. 1-74:** Einbauort der Ölpumpe und zweiter Ölfilter im rechten Motorseitendeckel

Die Abbildungen 1-73 und 1-74 zeigen die Ölkanäle und die Ölpumpe im rechten Motorseitendeckel.

### 1.3.2 ÖLPUMPE

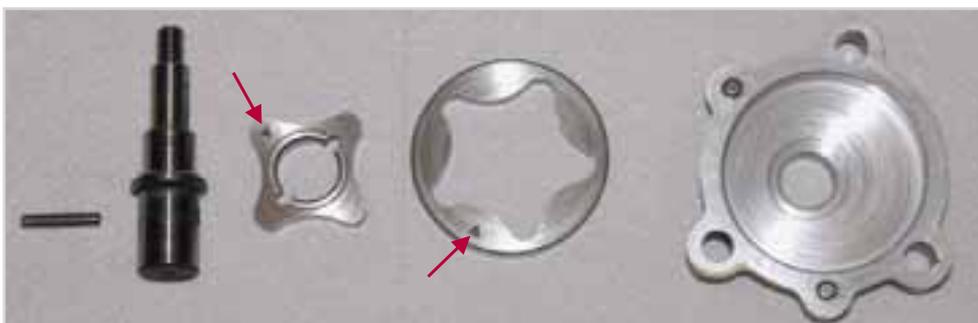
Die Bauteile der Ölpumpe, bestehend aus dem Gehäuse, dem äußeren und dem inneren Rotor, sowie der Antriebswelle, die den inneren Rotor über einen Stift antreibt, sind auf der Abbildung 1-75 zu sehen. Die Abbildungen 1-76 bis 1-79 zeigen die Ölpumpe in eingebautem Zustand anhand eines Schnittmodells und in zusammengebautem Zustand

von der Innenseite her gesehen. Auf der Abbildung 1-79 ist die Antriebswelle mit einem Passkeil zur Verbindung mit dem Antriebszahnrad zu sehen.

Auf dem inneren und dem äußeren Rotor befinden sich Pfeile, die bei der Montage zur Deckung gebracht werden müssen.

Die Pfeile auf der Abbildung 1-78 zeigen den Weg des Öls durch die Ölpumpe und den zweiten Ölfilter.

Angetrieben wird die Ölpumpe von dem auf den Abbildungen 1-80 und 1-81 dargestellten Zahnrad, das mit einem weiteren Zahnrad auf der Kurbelwelle im Eingriff steht. Zusammen mit dem



**Abb. 1-75:** Bauteile der Ölpumpe



**Abb. 1-76:** Sicht auf die Ölpumpe, Außenseite



**Abb. 1-76:** Sicht auf die Ölpumpe, Innenseite

Antriebszahnrad befindet sich auf der Antriebswelle der Ölpumpe auch eine Schnecke, die den Drehzahlmesser antreibt.

Auf der Abbildung 1-86 ist der zweite Ölfilter hinter der Ölpumpe zu sehen, der mit einem hohlen Bolzen, in dem sich ein Bypassventil (Abb. 1-87) befindet, im rechten Motorseitendeckel befestigt ist.

Vom zweiten Ölfilter aus strömt das Öl in die obere Motorgehäusehälfte, wo es sich zu den einzelnen Schmierstellen verteilt.

### 1.3.3 SCHMIERSTELLEN DES MOTORS

Auf der Abbildung 1-88 ist die Austrittsöffnung des Motoröls aus dem rechten Motorseitendeckel und auf Abbildung 1-89 die Eintrittsöffnung in die obere Motorgehäusehälfte zu sehen.

Zunächst strömt das Motoröl in einen quer vor dem Motorgehäuse verlaufenden Ölkanal (Abb. 1-90), von dem aus die beiden mittleren und das linke Kurbelwellenlager (Abb. 1-91 und 1-92), sowie die Öldüsen, die die Pleuellager schmieren, versorgt werden. In der Mitte des



**Abb. 1-78:** Ölpumpe und Ölfilter in zusammengebautem Zustand



**Abb. 1-79:** Ölpumpe mit Antriebswelle mit Passkeil



**Abb. 1-80:** Antriebszahnrad der Ölpumpe und Schneckenantrieb des Drehzahlmessers



**Abb. 1-81:** In montiertem Zustand



**Abb. 1-82:** Drehzahlmesserantrieb



**Abb. 1-83:** Ölfilter im rechten Motorseitendeckel



**Abb. 1-84:** Rechter Motorseitendeckel mit Öffnung für den Ölfilter



**Abb. 1-85:** Öffnung für den Ölfilter im Detail



Abb. 1-86: Zweiter Ölfilter hinter der Ölpumpe



Abb. 1-87: Bypassventil

waagrecht verlaufenden Ölkanals zweigt die vor den Zylindern angeordnete Ölsteigleitung zur Versorgung der Schmierstellen im Zylinderkopf ab. Das rechte Kurbelwellenlager (Festlager) wird durch den Ölnebel im rechten Motorseitendeckel geschmiert.

### 1.3.3.1 KURBELWELLEN-, PLEUELLAGER

Die Öldüsen und die durch diese geschmierten Pleuellager sind auf den Abbildungen 1-93 und 1-94 gezeigt.

### 1.3.3.2 KIPPHEBEL, VENTILE

Der Abzweig der Ölsteigleitung in der Mitte des quer vor dem Motorgehäuse verlaufenden Ölkanals ist auf der Abbildung 1-95 zu sehen, während auf der Abbildung 1-96 der Anschluss der Ölsteigleitung an den Zylinderkopf gezeigt ist.

Auf den Abbildungen 1-97 bis 1-102 ist der Weg des Motoröls zu den Schmierstellen der Kipphebel und von dort zu den Nocken der Nockenwelle durch Pfeile dargestellt.

Die vier Nockenwellenlager (Rillenkugellager) und die Ventilschäfte werden durch den Ölnebel im Zylinderkopf geschmiert.



Abb. 1-88: Austrittsöffnung

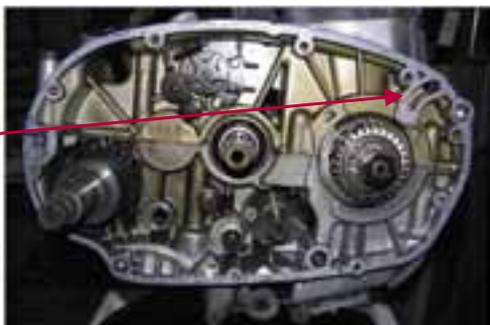
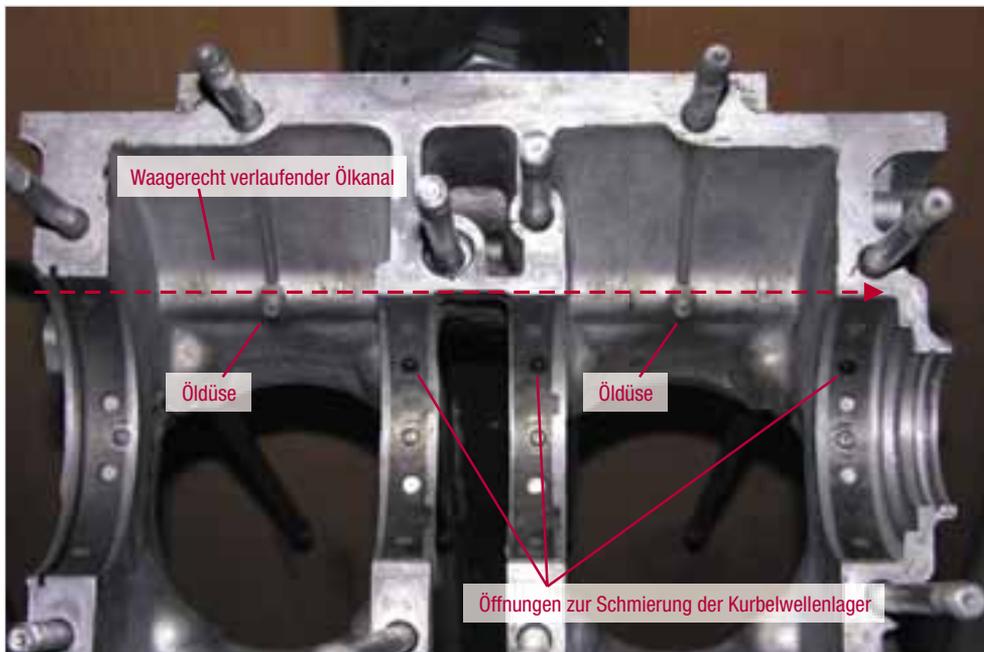


Abb. 1-89: Eintrittsöffnung



**Abb. 1-90:** Quer vor dem Motorgehäuse verlaufender Ölkanal



**Abb. 1-91:** Ölaustrittsöffnung aus dem Motorgehäuse



**Abb. 1-92:** Öleintrittsöffnung in ein Kurbelwellenlager

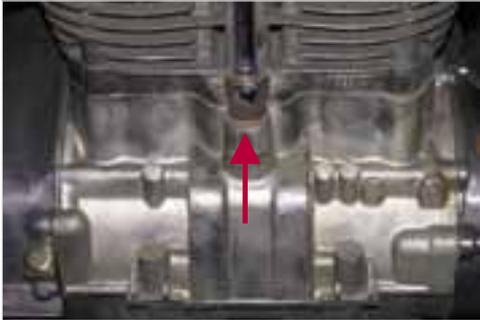


**Abb. 1-93:** Öldüse



**Abb. 1-94:** Pleuellager

## 1. Aufbau und Funktion



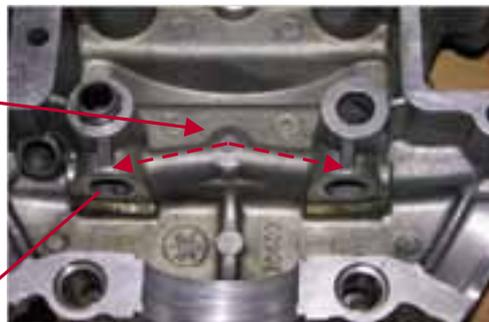
**Abb. 1-95:** Abzweigung der Ölsteigleitung



**Abb. 1-96:** Anschluss Ölsteigleitung / Zylinderkopf



**Abb. 1-97:** Anschlüsse der Ölsteigleitung



**Abb. 1-98:** Ölkanäle zu den Kipphebelwellen



**Abb. 1-99:** Austrittsöffnung des Öls aus dem Gehäuse



**Abb. 1-100:** Öleintritt in die Kipphebelwelle



**Abb. 1-101:** Lagerung der Kipphebelwelle im Gehäuse



**Abb. 1-102:** Ölaustrittsöffnung und Gleitfläche des Kipphebels



Abb. 1-103: Öl Ablaufbohrungen im Zylinderkopf



Abb. 1-104: Entlüftungsbohrung im Zylinderkopf

Aus dem Gehäuse tritt das Motoröl an der Stirnseite der Kipphebelwellen in diese ein und strömt dann durch eine Nut (Abbildung 1-101) in die Kipphebel. Die Kipphebel haben eine Austrittsöffnung in der Nähe der Gleitflächen, durch die diese geschmiert werden.

Die Abbildungen 1-103 und 1-104 zeigen die Ablaufbohrungen des Motoröls aus dem Zylinderkopf in Richtung des Steuerkettenschachtes.

Die Entlüftungsbohrungen, die das Volumen des Motorgehäuses mit der Umgebung verbinden, sind auf der Abbildung 1-103 zu sehen. Ölnebel aus dem Inneren des Motors wird von hier den Ansaugluftfiltern zugeführt.

### 1.3.4 SCHMIERUNG DES SCHALT- MECHANISMUS UND DER GETRIEBELAGER

Von dem quer vor dem Motorgehäuse verlaufendem Ölkanal zweigt auf der linken Seite des oberen Motorgehäuseteils ein Ölkanal zum linken Kurbelwellenlager und in Richtung des Nadellagers der Getriebeeingangswelle ab (Abbildung 1-105).

Die Festlager der Getriebewellen (Kugellager) werden vom Ölnebel im Motorgehäuse geschmiert.



Abb. 1-105: Ölkanäle zu den Schmierstellen des Getriebes



**Abb. 1-106:** Schmierung des Nadellagers der Getriebeeingangswelle



**Abb. 1-107:** Nadellager der Getriebeeingangswelle



**Abb. 1-108:** Ölleitung durch das Führungsrohr der Schaltgabeln

Vom Nadellager der Getriebeeingangswelle zweigt ein Ölkanal (Abbildung 1-108) zum Führungsrohr der Schaltgabeln ab. Das herausstritzende Öl führt die Wärme von den Zahnrädern ab und schmiert diese.

seite Bohrungen (gelbe Pfeilmarkierungen auf der Abbildung 1-109). Das herausstritzende Öl führt die Wärme von den Zahnrädern ab und schmiert diese.



**Abb. 1-109:** Detail: Ölleitung durch das Führungsrohr der Schaltgabeln



**Abb. 1-110:** Detail: Lagersitz der Getriebeausgangswelle mit Ölaustrittsöffnung

## 2. WERKZEUGE

**Z**ur Demontage und Montage des XS 650 Motors sollte ein geschlossener Raum und übliches Werkzeug wie ein Satz Gabel- und Ringschlüssel, ein Knarrenkasten, ein Drehmomentsschlüssel, ein Satz Schraubendreher, eine mittlere Rohrzange, ein Saitenschneider, ein Satz Durchtreiber und Körner, ein Schlosserhammer und ein Belzerit-Hammer zur Verfügung stehen.

Sollen die Ventile demontiert werden, benötigt man eine Ventildfederpresse. Zum Abziehen des Lichtmaschinenrotors braucht man einen Abzieher (Abb. 2-6).

Eine Kolbenringzange und Kolbenringspannbänder sind nicht unbedingt notwendig.

Sofern auch die Getriebewellen zerlegt werden sollen braucht man eine Seegeringzange. Hierzu reicht eine einfache Universalzange, wie sie auf der Abbildung 2-7 gezeigt wird.

Vor der Demontage muss der Motor **gründlich** gereinigt werden. Das geht am besten mit Waschbenzin und einem Pinsel, allerdings sollte man über eine ausreichend große Wanne verfügen, um das ablaufende Waschbenzin aufzufangen.



Abb. 2-1: Montagebock



Abb. 2-2: Motor in Montagebock gehängt

Die Reinigung des Motors kann je nach Verschmutzungsgrad und Ausrüstung **zwei Stunden und mehr** in Anspruch nehmen. Auch sollte man über eine Möglichkeit verfügen, um alle Einzelteile des Motors gründlich in Waschbenzin zu reinigen und mit Druckluft trocken zu blasen. Druckluft benötigt man auch, um die Ölkanäle vor dem Zusammenbau auf Durchlass zu prüfen und um diese zu reinigen.

Zum Trennen der Gehäusehälften haben sich ca. 20 mm dicke Rundhölzer und Holzkeile aus Eschenholz bewährt, wie man sie zur Montage von Türen in Baumärkten kaufen kann.

Grundsätzlich braucht man keine Spezialwerkzeuge, um den XS 650 Motor zu demontieren und um diesen anschließend wieder zu montieren, wenn man mal von Arbeiten absieht, die sowieso nur in Motoreninstandsetzungsbetrieben durchgeführt werden können. Man kann sich die Arbeit jedoch sehr erleichtern und läuft weniger Gefahr, etwas zu beschädigen, wenn man sich einige Hilfsmittel anfertigt, die im Folgenden beschrieben werden.

Die Hilfsmittel sind bewusst nicht anhand von technischen Zeichnungen, sondern mit Fotos beschrieben. Man sollte hier ruhig improvisieren und das Material verwenden, das gerade verfügbar ist. Die Zeit, die man zur Anfertigung von Hilfsmitteln benötigt, spart man erfahrungsgemäß später bei der eigentlichen Arbeit wieder ein. **Je weniger erfahren man als Schrauber ist, desto besser sollte die Ausrüstung sein.** Während jemand mit viel Erfahrung einen Motor vielleicht „am Straßenrand“ reparieren



Abb. 2-3: Werkzeug zum Festhalten des Kettenritzels

kann, sollte man, wenn man den Motor zum ersten Mal öffnet, dieses nur unter **optimalen Bedingungen** tun und dabei bedenken, dass Teile, die beschädigt werden, bei einem so alten Motor meistens nicht ohne Weiteres wieder beschafft werden können.

Mit dem selbst gebauten Montagebock auf den Abbildungen 2-1 und 2-2 läßt sich der Motor um 360° um seine Längsachse drehen. Als Drehlager dienen hier zwei 12 mm dicke Blechplatten, die durch eine M 16 Schraube zusammengehalten werden.

Auf der Abbildung 2-3 ist ein selbstgemachtes Werkzeug zu sehen, mit dem man das Kettenritzel zum Lösen der Mutter festhalten kann. Der Abstand der Bolzen wurde ursprünglich für ein 17er Ritzel ausgelegt. Nach dem Abfeilen der

Bolzen passt es auch zu einem 18er Ritzel.

Abbildung 2-4 zeigt ein selbstgefertigtes Werkzeug zum Halten des Kupplungskorbs beim Lösen der Zentralmutter. Die relevanten Abmessungen sind eingetragen. Ich habe das Werkzeug während ich einen Motor zerlegt habe, angefertigt aus Material, das gerade vorhanden war. Später habe ich das Werkzeug dann – zusammen mit anderen Teilen – verzinken lassen.

Die Vorrichtung auf der Abbildung 2-5 wird mit den langen M8 Schrauben an den oberen Befestigungspunkten des Motors angeschraubt. Die Vorrichtung kann als Hilfsmittel verwandt werden, um den Motor aus dem Rahmen ein- und auszubauen, oder um den Motor auf dem Montagebock zu befestigen. Zum Ausbau des Motors aus dem Rahmen gibt es je-

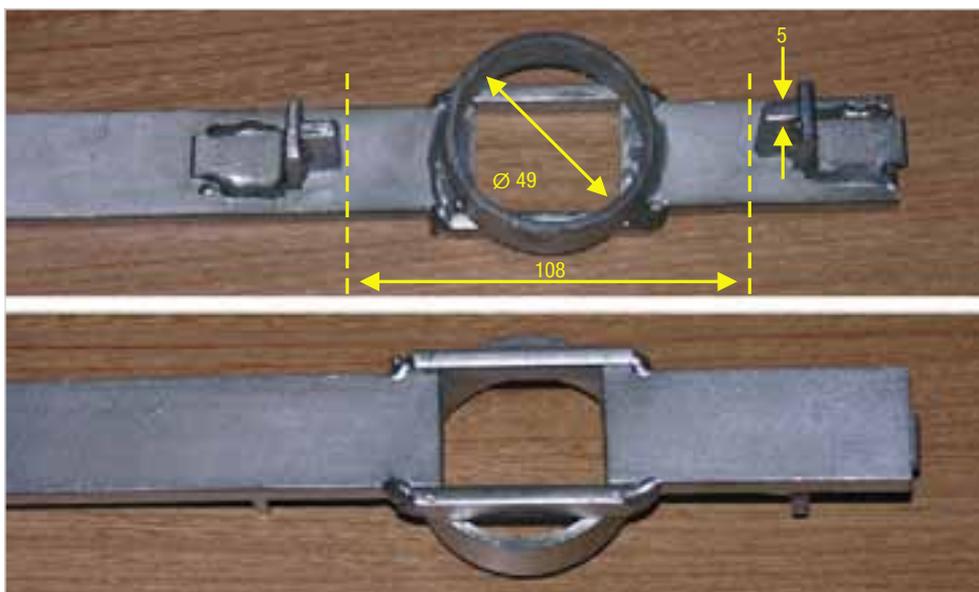


Abb. 2-4: Werkzeug zum Festhalten des Kupplungskorbes

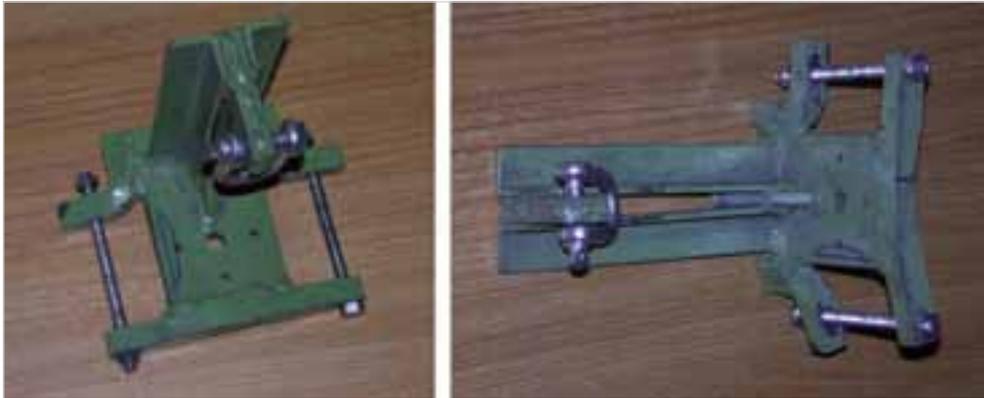


Abb. 2-5: Vorrichtung zum Heben des Motors mit einem Flaschenzug

doch noch eine besser geeignete Vorrichtung, die auf den Abbildungen 3-1 bis 3-4 im folgenden Kapitel gezeigt wird.

Der XS 650 Motor ist recht einfach aufgebaut, eine Reparatur ist bei entsprechender Vorbereitung auch von Leuten mit wenig Schrauberfahrung aus „artfremden“ Berufen zu bewältigen.

Wenn allerdings zwei Dinge – wenig Erfahrung und schlechte Arbeitsbedingungen – zusammenkommen, kann kaum ein gutes Ergebnis herauskommen.

Als abschreckendes Beispiel sei hier die Methode genannt, wie in manchen Werkstatthandbüchern (Bucheli, Seite 27) der Ausbau des Lichtmaschinenrotors und das Lösen der Ritzelmutter

ohne geeignete Werkzeuge beschrieben wird. Auf diese Weise sind sicher schon einige Rotoren und Motorgehäuse zerstört worden.

Die bis hierher beschriebene Ausrüstung reicht aus, um den Motor komplett zu zerlegen, **defekte Teile gegen Ersatzteile auszutauschen** und um den Motor wieder zusammenzubauen. Ich halte sie jedoch für das absolut notwendige Minimum. Jemand, der an eine ihm ungewohnte Arbeit herangeht, sollte sich allein auf diese konzentrieren können und nicht mit unzureichendem Werkzeug, schlechter Beleuchtung oder einem unbeheizten Arbeitsraum zu kämpfen haben.



Abb. 2-6: Abzieher für den Lichtmaschinenrotor



Abb. 2-7: Universelle Seegeringzange

## 3. AUSBAU DES MOTORS AUS DEM RAHMEN

**D**er Primärtrieb, die Ölpumpe und die gesamte Kupplung einschließlich der Schaltwelle sowie der Kickstartermechanismus sind bei eingebautem Motor demontierbar. Zur Reparatur und Demontage aller anderen Baugruppen muss der Motor aus dem Rahmen ausgebaut werden. Als vorbereitende Arbeiten sind der Tank, die Auspuffkrümmer, die Hupe und die Fußrastenausleger abzubauen. Die Kette muss abgenommen und bis zur Schwinge nach hinten gezogen wer-

den. Die Vergaser können grundsätzlich montiert bleiben. Da der Platz im Rahmen aber sehr eng ist, empfiehlt es sich, die Vergaser auch auszubauen. Die Kabel von der Lichtmaschine zum Gleichrichter und Regler, von den Zündkontakten zu den Zündspulen und – falls vorhanden – zum Anlasser sind zu trennen.

Der Motor ist recht schwer und kann ohne geeignete Hilfsmittel von einer Person nur schwer gehandhabt werden. **An der Unterseite des Motors befin-**



**Abb. 3-1:** Befestigungspunkte des Motors im Rahmen

**den sich Hutmuttern, die leicht verkratzt werden, wenn man den Motor auf einem Steinfußboden absetzt.** Die Hutmuttern dienen zum Abdichten der Stehbolzen der unteren Motorgehäusehälfte. Wenn das „Hutteil“ der Muttern durchgescheuert ist, tritt hier Öl aus. Neue Hutmuttern sind nicht als Normteil zu beschaffen und als Originalersatzteil recht teuer. Der ausgebaut Motor sollte deshalb nie einfach auf dem Boden abgesetzt werden, sondern immer auf einen Haltebock, den man sich leicht aus Winkeleisen machen kann, oder auf eine weiche Unterlage.

Auf der Abbildung 3-1 sind die Befestigungspunkte des Motors im Rahmen durch Pfeile aufgezeigt. Zuletzt wird die



**Abb. 3-2:** Hilfsvorrichtung zum Ausbau des Motors



**Abb. 3-3:** Herausheben des Motors

untere Befestigung (Pfeilmarkierung) gelöst, der Bolzen aber noch nicht herausgezogen.

Auf den Abbildungen 3-2 und 3-3 ist eine Vorrichtung, mit der der Motor ohne körperliche Anstrengung von einer Person unter Zuhilfenahme eines Flaschen- oder Kettenzuges aus dem Rahmen gehoben wird, zu sehen. Der Aufhängepunkt des Hebezeuges sollte hierbei in Querrichtung nicht senkrecht über dem Aufhängepunkt der Vorrichtung liegen, sondern vom Rahmen aus gesehen weiter außen. Der Abstand des Aufhängepunktes der Vorrichtung und der des Hebezeuges sollte möglichst groß sein (hoher Raum), damit der Motor in einer waagrechten und nicht bogenförmigen Bewegung aus dem Rahmen herausgezogen werden kann. Zunächst wird mit Hilfe eines Flaschen- oder Kettenzuges der Motor soweit angehoben – während man die Handgriffe der Vorrichtung gleichzeitig herunterdrückt, dass sich der untere Bolzen leicht herausziehen lässt.

Hebt man den Motor jetzt weiter an und kippt ihn mittels der Handgriffe der Vorrichtung leicht nach vorne, dann pendelt der Motor von alleine aus dem Rahmen heraus, wenn der Aufhängepunkt des Hebezeuges außerhalb der Rahmenmitte gewählt wurde.

Die Abbildungen 3-4 und 3-5 zeigen einen Haltebock, auf den der Motor abgesetzt werden sollte. Dieser kann auch als Montagebock dienen, sofern nur Arbeiten am Zylinderkopf oder den Zylindern



**Abb. 3-4:** Absetzen auf Haltebock



**Abb. 3-5:** Haltebock

und Kolben geplant sind. Soll auch die Kurbelwelle ausgebaut werden oder ist eine Getriebereparatur vorgesehen, ist dieser Haltebock nicht geeignet. Der abgebildete Haltebock ist recht stabil und wird auch als Montagebock verwendet. Soll der Motor nur darauf abgestellt und aufbewahrt werden, so reichen auch zwei ca. 400 mm lange Rohre mit einem Durchmesser von etwa 40-50 mm, wie auf Abbildung 3-6 dargestellt. Durch die Bohrungen und die untere Motorbefestigung wird eine Gewindestange gesteckt. Dann wird bei festgezogenen Muttern ein Flacheisen von ca. 185 mm Länge

zwischen die Winkeleisen geschweißt. Dieses Flacheisen wird dann mit der hinteren, unteren Motorhalterung verbunden. Da sich sicher niemand für solch einen Haltebock speziell Material kaufen wird, sondern das verwendet, was gerade da ist, verzichte ich auf eine detailliertere Beschreibung. Man sollte hier ruhig improvisieren. Niemals sollte man aber den Motor ohne Unterlage einfach auf den Boden setzen, da unterhalb des Motors befindliche Hutmuttern – wie bereits erwähnt – dabei beschädigt werden können, die auch zur Abdichtung der Stehbolzengewinde dienen.



**Abb. 3-6:** Aus Rohren angefertigter Motorständer

## 4. BAUTEILE



Abb. 4-1: Gehäusehälften, Zylinderkopf mit Nockenwelle und Zylinder

**A**uf den folgenden Abbildungen sind die Bauteile des XS 650 Motors, geordnet nach Baugruppen – ähnlich wie die Explosionszeichnungen in der Ersatzteilliste – zu sehen. Die Abbildungen sollen bei der Ersatzteilbeschaffung helfen, die Teile zuzuordnen und zu identifizieren.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Ersatzteilen, Normteile, „quasi Normteile“, Teile, die auch in anderen Modellen des Fahrzeugherstellers Verwendung finden und speziell für den Fahrzeugtyp vorgesehene Teile, die sonst nirgendwo anders vorkommen.

Insbesondere bei der letzten Gattung, den speziell für den Fahrzeugtyp vorgesehenen Teilen, die sonst nirgendwo anders vorkommen, sollte man nie eine „kaufmännische“ Entscheidung treffen, wenn man die Wahl zwischen Aufarbeiten und dem Kauf eines gebrauchten oder fast neuwertigen Ersatzteils hat. Zurzeit wird es immer billiger sein, z. B. ein gebrauchtes Getriebe oder einen gebrauchten Schaltmechanismus zu kaufen, als eine verschlissene Schaltgabel und verschlissene Schaltklauen eines Gangrades aufzuarbeiten. Auf keinen Fall sollte man solche Teile, deren Aufarbeitung aus



**Abb. 4-2:** Kurbelwelle, Kolben, Steuerkette und Nockenwelle

„kaufmännischer Sicht“ sich heute nicht lohnt, wegwerfen, wenn eine Reparatur grundsätzlich möglich wäre.

Dann gibt es „Quasi-Normteile“ wie Kolben, Kolbenringe und Ventile, die von auf diese Teile spezialisierten Herstellern in standartisierten Größen angeboten werden. Diese Teile kann man über die unten genannten Händler beziehen, wobei diese Teile in unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen und nicht zu erwarten ist, dass die Preise in Zukunft deutlich steigen werden.

Normteile sind z.B. alle Schrauben, die meisten Wellendichtringe und einige Lager. Mit Ausnahme der Schrauben und den Papierdichtungen, die man selbst aus Dichtungspapier ausschneiden kann, lohnt es sich jedoch nicht, Normteile wie Lager und Wellendichtringe anderswo als bei den im Folgenden genannten Ersatzteilhändlern zu kaufen, da Lager und Wellendichtringe im allgemeinen nur über den Großhandel und in Verpackungseinheiten verkauft werden.

## 4.1 ERSATZTEILSITUATION



**Abb. 4-3:** Kurbelwelle, Kolben, Steuerkette und Nockenwelle

Die Beschreibung der aktuellen Ersatzteilsituation eines Fahrzeugtyps kann immer nur eine Momentaufnahme sein, da diese sich ständig ändert. Zunächst wird die Ersatzteilversorgung durch das Händlernetz des Herstellers sichergestellt. Dieses ist etwa bis zu 10 Jahren nach Einstellung der Produktion der Fall.

Dann werden noch existierende Ersatzteilbestände meist günstig verkauft und einige decken sich damit ein.

Im Folgenden wird die Ersatzteilsituation der XS 650 im Herbst 2008 beschrieben. Die XS 650 wurde in ihrer letzten Version, der XS 650 SE Heritage, bis 1984 gebaut. Ersatzteile gab es bis Mitte der 90iger bei Yamaha-Vertragshändlern, die auch Reparaturen ausführten.

In den 90iger Jahren wurden Ersatzteile von Händlern und im Kleinanzeigenteil von Tageszeitungen günstig angeboten. So konnte man damals einen kompletten Motor einschließlich Rahmen für einige hundert DM bekommen.

Insgesamt ist die Ersatzteilversorgung der XS 650 Modelle mit Einschränkungen als gut zu bezeichnen. Mit Einschränkungen deshalb, weil viele den Anspruch haben, nur originale Teile zu verwenden, und insbesondere originale Auspuffanlagen und Lackteile knapp und dementsprechend teuer sind.

Auf der anderen Seite braucht niemand Angst zu haben, dass er eine Saison nicht fahren kann, weil ein benötigtes Ersatzteil nicht zu beschaffen ist. Es

gibt Händler wie u.a. den XS-Shop-Kiel und Twins-Inn, die auf den Verkauf von Teilen und Zubehör für die XS 650 spezialisiert sind. Darüber hinaus kümmern sich diese Händler um Nachfertigungen und Verbesserungen wie z. B. elektronische Laderegler.

In der XS 650-Szene gibt es im Wesentlichen zwei Gruppen von Fahrern – solche, die in der XS 650 schon einen Klassiker sehen, der möglichst originalgetreu restauriert werden sollte und solche, die ein individuelles Motorrad schaffen möchten. Es werden derzeit noch sowohl „unverbastelte“ Originale angeboten, die sich als Restaurierungsobjekt eignen, als auch bereits mehr oder weniger umgebaute oder mit Fremdteilen



**Abb. 4-4:** Kurbelwelle, Kolben, Steuerkette und Nockenwelle



**Abb. 4-5:** Festlager der Kurbelwelle

fahrbereit gehaltene Exemplare, die als Chopper, Cafe-Racer oder sonst wie umgebaut werden, ohne das dabei eine gute Restaurierungsbasis verloren geht.

Von den beiden o.g. Händlern werden deshalb auch Teile für Umbauten, wie vor- und zurückverlegte Fußrasten, Tanks usw. angeboten.

Eine weitere häufig genutzte Möglichkeit zur Ersatzteilbeschaffung ist das Internetauktionenhaus Ebay, wo sowohl auf gebrauchte Motorradersatzteile spe-

zialisierte Händler als auch Privatleute Ersatzteile anbieten.

Man sollte sich nicht der Illusion hingeben, dass eine XS 650 ein billiges altes Motorrad ist, dass man ebenso billig am Laufen halten kann wie einen alten VW Golf. Es gibt bisher wenig nachgefertigte Teile, und wenn, dann werden die in Stückzahlen hergestellt, mit denen sich kaum Preise, die unter üblichen Ersatzteilpreisen liegen, realisieren lassen. Es gibt auch keinen Grund, warum Ersatzteile, die von professionellen Händlern



**Abb. 4-6:** Steuerkette mit Steuerkettenspanner

verfügbar gehalten werden, billiger sein sollen als Ersatzteile neuer Motorräder.

Zur Zeit sieht es so aus, dass sich die XS 650 zunehmender Beliebtheit erfreut. So werden z.B. Vergasermembranen, Getriebezahnräder, Schalldämpfer, sowie elektronische Laderegler für die Elektrik, als Nachfertigungsteile angeboten.

Wie sich die Ersatzteilsituation in Zukunft weiter entwickeln wird, ist allerdings nicht abzusehen.

Es ist denkbar, dass – wie bei vielen alten deutschen Motorrädern der 50er Jahre – fast alle Ersatzteile wieder verfügbar sein werden, falls sich die Yamaha XS 650 zum Klassiker entwickelt.



**Abb. 4-7:** Schaltmechanismus

#### 4. Bauteile



**Abb. 4-8:** Schaltmechanismus



**Abb. 4-9:** Schaltmechanismus, teilweise



**Abb. 4-10:** Getriebe

## 5. DEMONTAGE DES MOTORS



Abb. 5-1: Motoren auf Montageböcken

**G**rundsätzlich kann die Demontage des Motors von beiden Richtungen, von unten, der Getriebeseite, oder von oben, dem Zylinderkopf her begonnen werden. Soll nur die Kupplung repariert werden, ist ein Trennen der Gehäusehälften nicht notwendig. Auch die Nockenwelle kann bei abgenommenem Zylinderkopfdeckel demontiert werden, ohne die Steuerkette zu trennen. Ebenso können die Nockenwellenlager gewechselt werden.

Im Folgenden wird anhand von Fotos die Demontage vom Zylinderkopf her beschrieben. Ist lediglich eine Getriebereparatur geplant, werden die Ar-

beitsschritte zur Demontage des Zylinderkopfes, der Zylinder und der Kolben ausgelassen und man beginnt gleich mit dem Trennen der Gehäusehälften. **Damit die Gehäusehälften sich nicht verziehen ist beim Lösen der Schrauben, die die Gehäusehälften verbinden, eine bestimmte Reihenfolge einzuhalten.** Der Motor und alle Bauteile müssen bei der späteren Montage absolut sauber sein, daher sollte der Motor bereits **vor** der Demontage gereinigt worden sein. So verhindert man, dass Schmutz von der Außenseite – insbesondere aus dem Bereich des Kettenritzels – ins Motorinnere gelangt.

Man sollte auch sicher sein, dass alle für die geplante Reparatur benötigten Werkzeuge zur Verfügung stehen, oder bei Werkzeugen, die man selbst anfertigen kann (siehe Bilder 2-3 bis 2-5), das benötigte Material zur Verfügung steht.

Wer zum ersten mal einen Motor demontiert, der sollte dafür als Zeitbedarf **mindestens** ein komplettes Wochenende einplanen – vom Ausbau des Motors aus dem Rahmen, bis die gereinigten Einzelteile des Motors in geordneter Reihenfolge abgelegt sind. Hilfreich sind hierzu Lagerkästen, wie man sie in Baumärkten günstig kaufen kann und viele

beschriftbare Plastiktüten (Gefrierbeutel), für die Kleinteile. Je geordneter man die Einzelteile ablegt, desto leichter fällt der spätere Zusammenbau.

Wenn man sich mit der im vorherigen Kapitel beschriebenen Funktionsweise vertraut gemacht hat, wird die Demontage und vor allem der Zusammenbau wesentlich leichter fallen.

Im Folgenden ist die Reihenfolge der Demontage – beginnend mit dem Zylinderkopf – in Form von Fotos, die die einzelnen Arbeitsschritte darstellen, mit Bildunterschriften beschrieben.



Abb. 5-2: Motor auf Montagebock

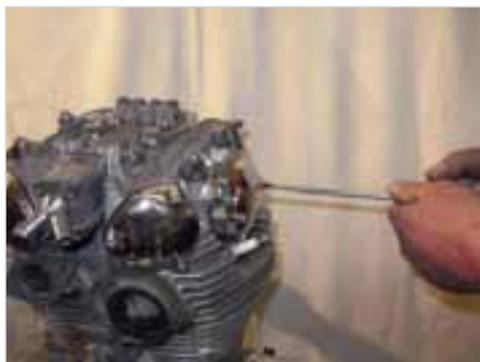


Abb. 5-3: Abnehmen der Deckel der Zündkontakte und des Fliehkraftreglers



Abb. 5-4: Zündkontakte



Abb. 5-5: Fliehkraftregler

## 5.1 DEMONTAGE DES ZYLINDERKOPFES

### 5.1.1 DEMONTAGE DER UNTERBRECHERGRUNDPLATTE UND DES FLIEHKRAFTREGLERS



**Abb. 5-6:** M6-Mutter lösen



**Abb. 5-7:** Welle herausschlagen



**Abb. 5-8:** Unterbrechergrundplatte abbauen



**Abb. 5-9:** Fliehkraftregler ausbauen



**Abb. 5-10:** Einzelteile von Unterbrecher und Fliehkraftregler

## 5.1.2 ABNEHMEN DES ZYLINDERKOPFDECKELS

Die Reihenfolge zum Lösen und Festziehen der Gehäuseschrauben ist auf der Abb. 5-15 beschrieben. Wichtig: Alle Schrauben müssen gleichmäßig gelöst werden, d.h. jede Schraube wird zunächst um 0,5 Umdrehungen gelöst und danach werden die anderen Schrauben gelöst. Hierbei darf vor allem die auf der Abbildung 5-20 zu sehende Schraube zwischen den Vergaserflanschen nicht vergessen werden, um eine Beschädigung des Muttergewindes zu vermeiden.



Abb. 5-11: Gehäuse abbauen



Abb. 5-12: Gehäuse abgebaut



Abb. 5-13: Ölsteigleitung abbauen – zuerst oben lösen und darauf achten, daß die Ölsteigleitung nicht verdreht und dabei beschädigt wird.



Abb. 5-14: Zylinderkopfschrauben lösen

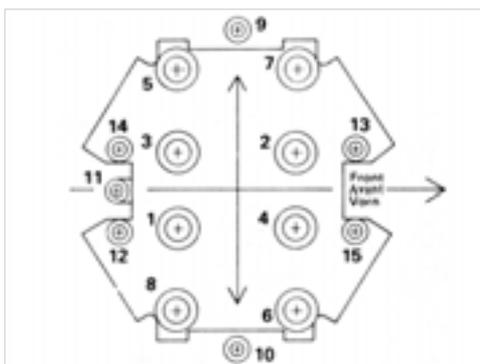


Abb. 5-15: Reihenfolge zum Lösen der Zylinderkopfschrauben

## 5. Demontage des Motors



**Abb. 5-16:** Zylinderkopfschrauben lösen



**Abb. 5-17:** Die äußeren Scheiben sind gummiert



**Abb. 5-18:** Schrauben in der Nähe der Zündkerzen lösen



**Abb. 5-19:** Zylinderkopfdeckel abnehmen



**Abb. 5-20:** Schraube zwischen den Ansaugflanschen lösen



**Abb. 5-21:** Steuerkette trennen

Soll der Motor nicht komplett zerlegt werden, dürfen keine Späne ins Kurbelgehäuse fallen.  
Wenn man den Motor auf die Seite dreht, lässt sich dieses am ehesten vermeiden.



**Abb. 5-22:** Steuerkettenspanner abbauen



**Abb. 5-23:** Steuerkettenspanner abbauen



**Abb. 5-24:** Steuerkette sichern, so dass diese nicht herunterrutscht



**Abb. 5-25:** Zylinderkopf abnehmen



**Abb. 5-26:** Zylinder mit abgenommenem Zylinderkopf



**Abb. 5-27:** Zylinderkopf und Brennräume

## 5.2 DEMONTAGE DER KOLBEN



**Abb. 5-28:** Zylinderblock abnehmen



**Abb. 5-29:** Kolben erwärmen

Es empfiehlt sich, den Motor auf die Seite zu drehen, dann kann der Sicherungsring nicht in das Kurbelgehäuse fallen. Die der Motormitte zugewandten Sicherungsringe der einzelnen Kolben brauchen nicht demontiert werden.

Möglichst sollte je Kolben ein neuer Sicherungsring verwendet werden.



**Abb. 5-30:** Sicherungsring entfernen



**Abb. 5-31:** Kolbenbolzen herausziehen

## 5.3 DEMONTAGE DER LICHTMASCHINE



**Abb. 5-32:** Schrauben lösen



**Abb. 5-33:** Stator abgebaut



**Abb. 5-34:** Rotor abziehen



**Abb. 5-35:** Rotor abziehen

**Auf keinen Fall einen Zweiarm-Abzieher verwenden.**



**Abb. 5-36:** Rotor abziehen



**Abb. 5-37:** Rotor demontiert

## 5.4 DEMONTAGE DER KUPPLUNG



**Abb. 5-38:** Rechten Seitendeckel demontieren



**Abb. 5-39:** Rechter Seitendeckel von innen

**Achtung, Kickstartermechanismus gegenhalten, so dass dieser im Gehäuse verbleibt.**



**Abb. 5-40:** Ölpumpe und Drehzahlmesserantrieb



**Abb. 5-41:** Kickstartermechanismus und Kupplung



**Abb. 5-42:** Auf Anlaufscheibe der Kickstarterwelle achten



**Abb. 5-43:** Kupplung



**Abb. 5-44:** Kupplungsdruckfedern demontieren



**Abb. 5-45:** Kupplungsdruckfedern demontieren (Detailaufnahme)

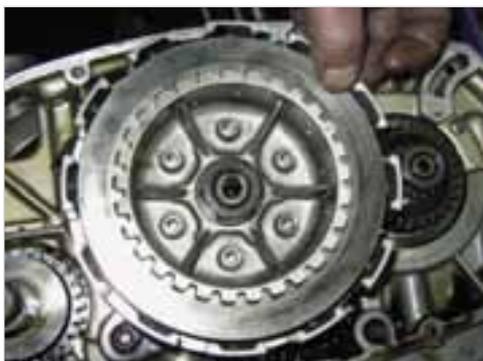
**Gleichmäßig und über Kreuz herausdrehen.** Es besteht sonst die Gefahr, dass die letzten Gewindegänge der zuletzt gelösten Schraube ausreißen.



**Abb. 5-46:** Druckplatte abnehmen



**Abb. 5-47:** Rückseite der Druckplatte



**Abb. 5-48:** Reibscheiben entnehmen



**Abb. 5-49:** Blechscheiben entnehmen

## 5. Demontage des Motors



**Abb. 5-50:** Zentralmutter lösen



**Abb. 5-51:** Anlaufscheiben und Radiallager abnehmen

Nur geeignetes Werkzeug zum Gegenhalten verwenden.



**Abb. 5-52:** Vorder- und Rückseite des Kupplungskorbes mit Radiallager

## 5.5 TRENNEN DER GEHÄUSEHÄLFTEN

Zum Trennen der Gehäusehälften sind insgesamt 18 Schrauben in einer bestimmten Reihenfolge, die auf der Abbildung 5-63 auf Seite 83 aufgezeigt ist, zu lösen. Die Schrauben müssen gleichmäßig gelöst werden, damit sich die Gehäusehälften nicht verziehen. Eine der Schrauben befindet sich hinter dem Kupplungskorb, so dass die Kupplung auf jeden Fall vor dem Trennen der Ge-

häusehälften zu demontieren ist. In der Nähe der Gehäuseschrauben befinden sich teilweise eingegossene Nummern, die die Demontagerihenfolge anzeigen. Je nach Zustand des Gehäuses können die Zahlen unleserlich sein.

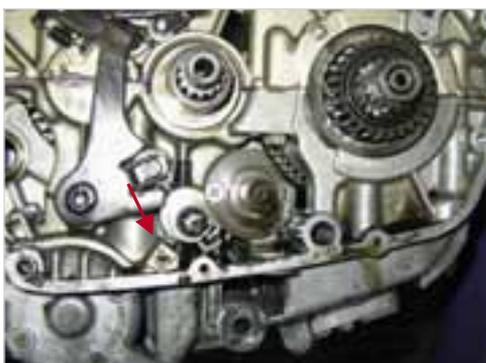
Bei der späteren Montage werden die Gehäuseschrauben in der umgekehrten Reihenfolge wieder angezogen.



**Abb. 5-53:** Kupplung abgebaut



**Abb. 5-54:** Kickstartermechanismus herausgezogen



**Abb. 5-55:** Anlassergetriebe abbauen (Halteblech)



**Abb. 5-56:** Zahnrad abnehmen

## 5. Demontage des Motors



**Abb. 5-57:** Schrauben lösen



**Abb. 5-58:** Schraube hinter dem Kupplungskorb lösen



**Abb. 5-59:** Auch diese beiden Schrauben lösen



**Abb. 5-60:** Zahnrad des Anlassers abnehmen



**Abb. 5-61:** Gehäusehälften trennen



**Abb. 5-62:** Gehäusehälften trennen

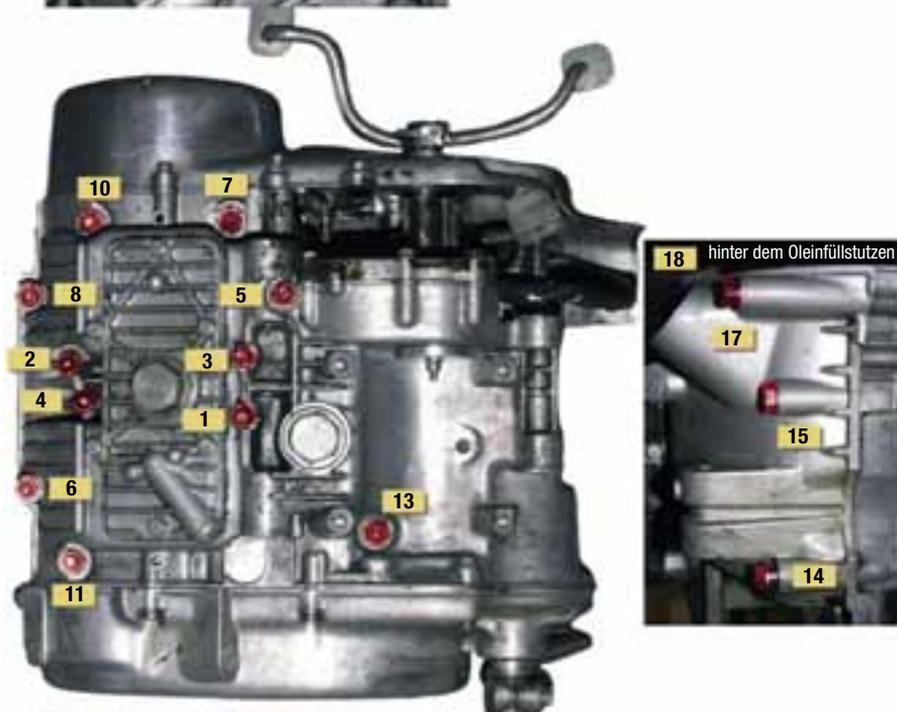
Das Trennen der Gehäusehälften erfordert sehr viel Sorgfalt und Geduld, da man die Dichtflächen, die nur mittels einer sehr dünn aufzubringenden flüssigen Dichtung gegeneinander abgedichtet werden, sehr leicht beschädigt. Bei beschädigten Dichtflächen ist eine zuverlässige Abdichtung kaum noch zu erreichen.



### Lösen

Bei Schraube 18 beginnen und nacheinander jeweils  $\frac{1}{2}$  Umdrehungen lösen.

Dann wieder bei Schraube 18 beginnen.



### Festziehen

Bei Schraube 1 beginnen und nacheinander jeweils  $\frac{1}{2}$  Umdrehungen festziehen.

Dann wieder bei Schraube 1 beginnen.

Abb. 5-63: Anziehreihenfolge der Gehäuseschrauben

## 5.6 DEMONTAGE DER KURBELWELLE UND DES GETRIEBES

Die beiden Getriebewellen können einfach aus dem Gehäuseoberteil herausgenommen werden. Sollten sie sehr fest sitzen, kann man sie mit leichten Schlägen mit einem Belzerithammer lösen. Auf die gleiche Weise lässt sich die Kurbelwelle aus dem oberen Gehäuseteil entnehmen.

Danach folgt die Demontage der Schaltwalze. Zunächst müssen die Schaltgabeln demontiert werden. Hierzu werden zuerst die Splinte (Pfeilmarkierung auf der Abbildung 5-65) in den Schaltgabeln entfernt. Die Splinte können nicht wiederverwendet werden – deshalb kneift man sie einfach mit einer Zange durch und zieht den Rest am Kopf des Splintes heraus. Die Positionierung der Splinte ist beim späteren Zusammenbau wichtig, da ein falsch herum montierter Splint

der mittleren Schaltgabel die Bewegung der Schaltgabel behindert.

Etwas aufwendiger ist die Demontage der Stifte, die die Drehbewegung der Schaltwalze in eine Schiebebewegung der Schaltklauen umsetzen, da man die Stifte schlecht mit einem Werkzeug, wie einer z.B. Zange fassen kann. Man kann sich hier helfen, indem man einen Splint der gleichen Größe, wie er auch zur Arretierung der Stifte verwandt wird, in die Bohrung an der Stirnseite der Stifte schiebt (wie auf der Abbildung 5-66 demonstriert) und den Splint dann mit einer dünnen Schraubenzieherklinge nach unten aufspreizt, wie auf der Abbildung 5-67 zu sehen. Jetzt hat man eine reibschlüssige Verbindung zwischen dem Splint und dem Stift und kann den Stift wie auf der Abbildung 5-67, rechts zu sehen, herausziehen.

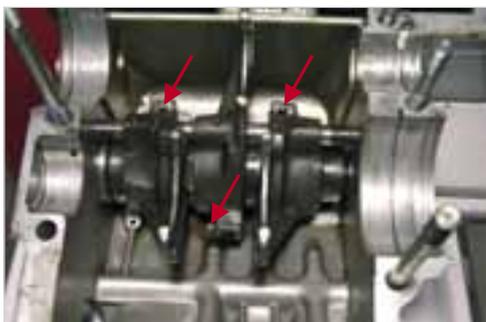


Abb. 5-64: Kurbelwelle und Getriebe im unteren Gehäuseteil

Jetzt muss noch die Feder (Abb. 5-68) ausgehängt und die beiden Schrauben zur Arretierung des Halbleches der Schaltwalze und der Führungswelle der Schaltgabeln gelöst werden. Das Halte-

blech wird abgenommen, wie auf der Abbildung 5-69 zu sehen.

Die Schaltwalze und die Welle zur Führung der Schaltgabeln können jetzt zur rechten Seite herausgezogen werden.



**Abb. 5-65:** Schaltwelle mit Schaltgabeln



**Abb. 5-66:** Stifte entfernen



**Abb. 5-67:** Stifte herausziehen



**Abb. 5-68:** Schaltwalze ausbauen



**Abb. 5-69:** Feder aushängen und Sicherungsblech entfernen

## 6. ZUSAMMENBAU DES MOTORS



Abb. 6-1: Der montierte Motor

Im Folgenden wird beschrieben, wie ein Motor, der vollständig zerlegt war, wieder montiert wird.

*Bei der Beschreibung der Montage der einzelnen Baugruppen gehe ich noch mal kurz auf deren Funktion ein, da es im Rahmen dieser Ausarbeitung unmöglich ist, wirklich alle Arbeitsschritte aufzuzählen oder grafisch darzustellen und den Zusammenbau damit ohne Verständnis der Funktion zu vollziehen.*

Um Fehler auszuschliessen, sollte man sich anhand von Kapitel 1 „Funktionsbeschreibung“ mit der Funktion der Baugruppen vertraut gemacht haben.

Auch aus Respekt vor der alten Technik sollten Fehler vermieden werden, die die Zerstörung von Ersatzteilen nach sich ziehen, die nicht mehr als Neuteile zu beschaffen sind. Der Zusammenbau des Motors sollte daher nur von jemandem begonnen werden, der sicher ist, dass er so etwas beherrscht. Auf allgemeine Fähigkeiten, wie die Montage von Wellendichtringen (Simmerringen), Verwenden von Papierdichtungen usw., gehe ich daher nicht näher ein.

Bevor der Motor zusammengebaut wird, sollten alle Teile sorgfältig auf ihren Zustand untersucht werden. Insbesondere die Ölkanäle müssen auf Durchgängigkeit kontrolliert werden. Es muss sicher sein, dass der Fehler, der Grund für die Reparatur war, gefunden und behoben, und nicht einfach neue Teile eingebaut werden, die bald wieder defekt sind, wenn die eigentliche Ursache des Ausfalls – wie z.B. ein verstopfter Ölkanal – nicht beseitigt wurde.

Bevor man mit der Montage des Motors beginnt, kontrolliert man, ob alle Kleinteile, wie z.B. Papierdichtungen, Wellendichtringe und Normteile wie Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben vorrätig sind. Es ist aber keinesfalls notwendig, nach der Demontage eines Motors grundsätzlich alle Dichtungen zu erneuern. Auf jeden Fall sollten aber die

Wellendichtringe auf dem linken Kurbelwellenstumpf und der Wellendichtring der Kupplungsdruckstange erneuert werden, da diese auf dem äußeren Umfang eine Haltenase haben und sich daher nur bei getrennten Gehäusehälften problemlos montieren lassen. Alle übrigen Wellendichtringe lassen sich bei zusammengebautem und in den Rahmen eingebautem Zustand des Motors wechseln, so dass es hier nicht unbedingt notwendig ist, diese auszutauschen.

Auch Papierdichtungen können wieder verwandt werden, wenn sie nicht eingearissen sind. Man kann Papierdichtungen aber auch sehr leicht – und billig – selbst aus Dichtungspapier, wie man es bei den bekannten Zubehörhändlern kaufen kann, herstellen.

Man braucht noch Dichtmittel für die Gehäuseteile, für die keine Papierdichtung vorgesehen ist. Ich habe da gute Erfahrung mit der roten Dichtmasse von Dirko gemacht. Papierdichtungen an Deckeln, die zu Wartungsarbeiten öfter demontiert werden müssen, kann man dem blauen Hylomar **dünn** einstreichen. Auf diese Art kleben die Papierdichtungen nicht fest und zerreißen auch beim Abnehmen der Deckel nicht, so dass man die Dichtungen wieder verwenden kann. Hierbei wird häufig der Fehler gemacht, dass die Verarbeitungshinweise von Hylomar nicht beachtet werden und die Dichtmasse zu dick aufgetragen wird. Das muss auf jeden Fall vermieden werden, weil überquellende Dichtmasse die Ölkanäle verstopfen kann.

Zum Sichern der Kolbenbolzen braucht man dann noch neue Sicherungsringe, sofern die Kolben demontiert waren und neue Splinte, falls die Schaltgabeln wieder neu montiert werden müssen.

Ich empfehle dringend einen Montagebock, wie im Abschnitt 2. Werkzeuge beschrieben, zu verwenden, insbesondere, wenn die Demontage ohne geeigneten Montagebock schon Probleme bereitet hat. Es hängt natürlich vom Geschick des Einzelnen ab, ob er evtl. auch ohne Montagebock klarkommt. Wer allerdings zum ersten Mal an einem Motor schraubt, sollte damit wirklich nur unter optimalen Bedingungen anfangen und evtl. später, wenn das Schrauben zur Routine geworden ist, auch unter weniger optimalen Bedingungen arbeiten.

In der Regel werden nicht immer Neuteile zur Verfügung stehen, wenn ein Motor wieder montiert wird. Während Bauteile des eigentlichen Motors, wie Kolben, Laufbuchsen und der Kurbeltrieb nach einem Defekt durch Neuteile oder durch von einem Fachbetrieb aufgearbeitete Teile ersetzt werden, muss nach einem Getriebschaden fast immer auf gebrauchte Ersatzteile, die man vor dem Einbau sorgfältig kontrollieren muss, zurückgegriffen werden, da Neuteile nicht verfügbar sind.

Worauf man hier besonders achten muss, darauf werde ich in den einzelnen Abschnitten hinweisen. Beispiele findet man auch im Kapitel „Typische Schäden“.

## 6.1 KURBELWELLE, SCHALTMECHANISMUS, GETRIEBE UND KICKSTARTER



**Abb. 6-2:** Oberes Gehäuseteil



**Abb. 6-3:** Einlegen der Kurbelwelle

Bei der Montage des Motors beginnt man mit dem oberen Gehäuseteil, in das die Kurbelwelle eingelegt wird. Dabei muss man sorgfältig darauf achten, dass die Zentrierzapfen, die die Kurbellwellenlager im Motorgehäuse fixieren, richtig positioniert sind. Die Zentrierzapfen positionieren die Außenringe der Kurbellwellenlager derart, dass das Motoröl in die Lager gelangen kann. Falsch machen kann man hier nichts, wenn die Lager

nicht richtig positioniert sind, lassen sich die Gehäusehälften nicht schließen. Ist die Kurbelwelle anhand der Zentrierzapfen in den dafür vorgesehen Lagersitzen des oberen Motorgehäuseteils positioniert, wird die Steuerkette zunächst lose auf das Zahnrad der Kurbelwelle aufgelegt und die Steuerkette von der Gegenseite – z. B. mit Draht – gesichert.



**Abb. 6-4:** Auflegen der Steuerkette



**Abb. 6-5:** Obere Gehäusehälfte (Getriebeseite)



**Abb. 6-6:** Schaltgabeln einlegen

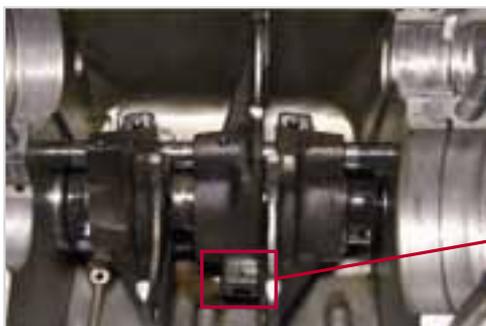


**Abb. 6-7:** Führungsrohr einsetzen

Zunächst werden die Schaltgabeln in der richtigen Reihenfolge und Ausrichtung in das obere Motorgehäuseteil eingelegt. (Bild. 6-6). Danach wird das Führungsrohr durch die Seiten des oberen Motorgehäuseteils geschoben, wobei die Schaltgabeln „aufgefädelt“ werden (Bild. 6-7). Vorher vergewissert man sich, dass das Führungsrohr absolut sauber, gerade und frei von Riefen ist. Durch das Führungsrohr gelangt Öl zur Schmierung und Kühlung zu den Zahnrädern und zu kupplungsseitigen Lagern der Getriebewellen. Verschmutzungen des Führungsrohres können den Ölfluss behindern, was weitere Schäden verursacht.

Als nächstes wird die Schaltwalze durch die großen Bohrungen der Seitenteile des oberen Motorgehäuseteils geschoben und die Führungsstifte der Schaltgabeln in die dafür vorgesehenen Bohrungen der Schaltgabeln eingesteckt. Die Führungsstifte werden durch Splinte (3,2 x 32 DIN 94) gesichert, wie auf den Abb. 6-8 und 6-9 zu sehen.

Als nächstes wird die Schaltwalze durch ein halbmondförmiges Blech und zwei Skt-Schrauben, die mit Sicherungsblech oder flüssiger Schraubensicherung gesichert werden, montiert (Abb. 6-10 und 6-11).



**Abb. 6-8:** Schaltwelle einschieben



**Abb. 6-9:** Stifte einsetzen und versplinten

**Darauf achten, dass die Splinte die Bewegung der Schaltgabeln nicht behindern.**



**Abb. 6-10:** Eingesetzte Schaltwalze

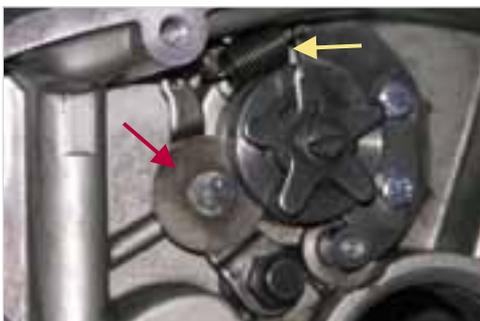


**Abb. 6-11:** Haltesteg montieren

Danach wird zunächst das Gangarretierrad (rote Pfeilmarkierung auf Bild 6-12) montiert. Hierbei sollte man nach Möglichkeit eine neue Feder (gelbe Pfeilmarkierung auf Bild 6-12) verwenden, wenn man sich nicht sicher ist, ob die vorhandene Feder an Spannung verloren hat. Als nächstes montiert man die Leerlaufarretierung (Bild 6-13). Hier gilt das Gleiche wie bei der Feder für das Gangarretierrad. Bestehen Zweifel, ob die Feder noch genug Vorspannung hat, nimmt man besser eine neue Feder.

Hatte man schon vorher Probleme, bei laufendem und warmem Motor den Leerlauf zu finden, dann lag es am Zusammenspiel dieser beiden Federn. Die

Feder auf Bild 6-13 hält die Schaltwalze in Leerlaufposition, während die Feder auf Bild 6-12 die Schaltwalze in Positionen festhält, die dem Schaltzustand der einzelnen Gänge entsprechen. Ist die Vorspannung der Feder des Gangarretierrades zu gering, werden die Zahnradpaare der einzelnen Gänge nicht mehr sicher in deren Positionen auf der jeweiligen Welle des Getriebes gehalten. Hierbei besteht die Gefahr, dass die entsprechenden Gänge „herauspringen“. Passiert so was häufiger, ist es danach nicht mehr allein mit dem Ersatz der Federn getan, weil bei jedem „Herauspringen“ eines Ganges die Schaltklauen und die entsprechenden Ausnehmungen des Gegenzahnades Schaden nehmen.



**Abb. 6-12:** Gangarretierrad und Feder montieren



**Abb. 6-13:** Arretierbolzen für 1. Gang einsetzen

**Funktionsprüfung:**

*Jetzt sollte man durch Drehen am Schaltstern probieren, ob sich Schaltwalze frei drehen lässt und ob sich die Schaltgabeln bewegen lassen.*



**Abb. 6-14:** Getriebewellen einlegen

Die Montage des Getriebes ist unkompliziert, da die Getriebewellen einfach eingelegt werden (Bild 6-14). Hierbei achtet man auf die richtige Positionierung der Sicherungsringe auf der Kupplungsseite der Getriebeeingangswelle (Pfeilmarkierung auf Bild 6-15). Da kaum ein fabrikneues Getriebe montiert wird, kontrolliert man vor dem Einbau, ob sich alle Zahnräder frei und einigermaßen spielfrei auf der jeweiligen Welle drehen lassen, ob die verschieblichen Zahnräder sich frei verschieben lassen und vor allem, ob die Schaltklauen und Ausneh-

mungen in den Sirnseiten der Gegenzahnrad nicht verschlissen sind. Ein Beispiel, wie verschlissene Schaltklauen aussehen, findet man im Kapitel 7, „Typische Schäden“.

Der Sicherungsring des Festlagers auf der Ritzelseite der Getriebeausgangswelle besteht nur aus einer Hälfte und muss so eingelegt werden, dass er in beide Gehäusehälften eingreift (Bilder 6-16 und 6-17).



**Abb. 6-15:** Lager auf der Kupplungsseite mit Sicherungsring



**Abb. 6-16:** Lager auf der Abtriebsseite

Anschließend wird auf die Verzahnung des Abtriebsritzels auf der Getriebeausgangswelle ein Ring (rote Pfeilmarkierung auf Bild 6-18) aufgeschoben. Die Stirnflächen des Ringes und dessen Au-

ßendurchmesser müssen absolut sauber und frei von Riefen sein um eine sichere Abdichtung zu gewährleisten. Ist der Ring bereits leicht eingelaufen, wie an dem Beispiel auf Bild 6-18 (gelbe Pfeil-



**Abb. 6-17:** Lager auf der Abtriebsseite mit Sicherungsring



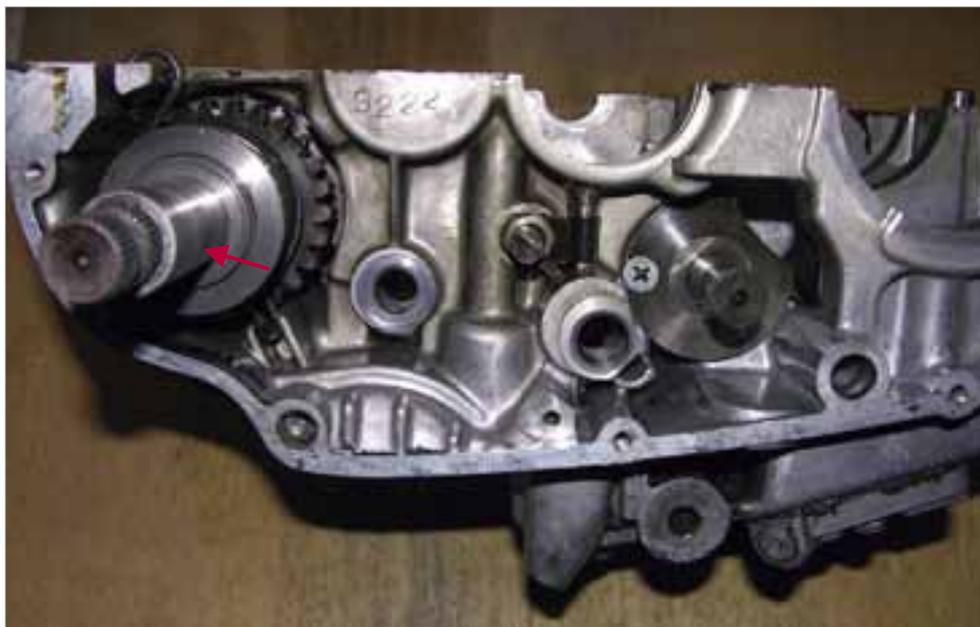
**Abb. 6-18:** Lager der Getriebeausgangswelle



**Abb. 6-19:** Lager der Getriebeausgangswelle mit Simmerring



**Abb. 6-20:** Getriebeeingangswelle mit Dichtring der Kupplungsdruckstange



**Abb. 6-21:** Kickstartermechanismus in untere Gehäusehälfte eingesetzt

markierung) zu sehen, so kann man den Ring so montieren, dass die Dichtlippe des Simmerings nicht auf der bereits eingelaufenen Fläche läuft.

Als nächstes werden die Wellendichtringe (Simmerringe) auf die Abtriebseite der Getriebeausgangswelle geschoben (blaue Pfeilmarkierungen auf Bild 6-19) und der Wellendichtring der Kupplungsdruckstange in der für diesen vorgesehenen

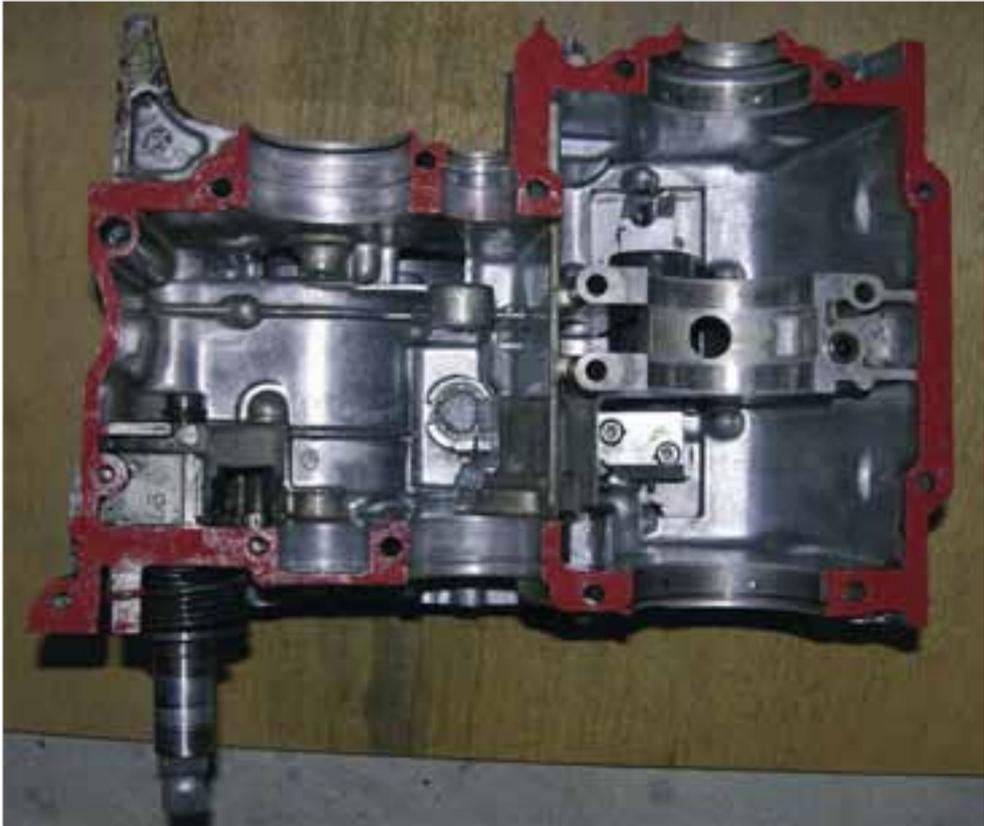
Öffnung positioniert (grüne Pfeilmarkierungen auf den Bildern 6-19 und 6-20)

Da der Kickstartermechanismus (rote Pfeilmarkierung auf Bild 6-21) üblicherweise nicht demontiert wurde, braucht dieser nur in die dafür vorgesehen Bohrung im unteren Motorgehäuseteil eingesetzt werden. Die Feder wird vor dem Einsetzen um mindestens eine Umdrehung vorgespannt.

#### *Funktionsprüfung:*

*Jetzt ist die letzte Gelegenheit, vor dem Schließen der Gehäusehälften die Funktion des Schaltmechanismus und des Getriebes zu prüfen. Durch drehen am Schaltstern muss sich die Schaltwelle mit einigem Kraftaufwand, jedoch immer noch allein von Hand, drehen lassen, wobei sich die Schaltgabeln in axialer Richtung auf der Schaltwalze und dem Führungsrohr bewegen. Die Schaltklauen der einzelnen Zahnräder müssen vollständig in die dafür vorgesehenen Ausnehmungen der Gegenzahnräder eingreifen.*

## 6.2 SCHLIESSEN DES GEHÄUSES



**Abb. 6-22:** Untere Gehäusehälfte mit Dichtmittel

Wenn man sicher ist, dass Getriebe und Schaltmechanismus funktionieren, kann das Gehäuse geschlossen werden. Vor dem Zusammenbau der Gehäuseteile muss noch der Wellendichtring (Simerring) auf der Lichtmaschinen­seite der Kurbelwelle auf den Kurbelwellenstumpf aufgeschoben werden (rote Pfeilmarkierung auf Bild 6-23).

Da sich die Lagersitze der Kurbelwelle und der Getriebewellen jeweils zur Hälfte im oberen und im unteren Gehäuse­teil befinden, kann hier zum Abdichten keine Papierdichtung verwandt werden.

Die Dichtmasse (z. B. Dirko rot) darf auf keinen Fall dicker aufgetragen werden, als auf der Abbildung 6-22 zu sehen. Zum Auftragen der Dichtmasse reinigt

Vor dem Einstreichen der Dichtflächen prüfen, ob die Gehäusehälften ohne Kraftaufwand zu schließen sind – falls nicht, den richtigen Sitz aller Teile, insbesondere der Kurbelwellenlager, nochmals prüfen.

man zuerst die Dichtflächen mit Bremsenreiniger und trägt danach die Dichtmasse mit der Fingerkuppe auf, wobei man sie gleichzeitig auf der Dichtfläche gleichmäßig und vor allem dünn verteilt. Überschüssige Dichtmasse auf der Innenseite muss vor dem Fügen der Gehäusehälften restlos entfernt werden (z. B. mit einem Wattestäbchen).

Die Gehäuseschrauben müssen gleichmäßig und in einer vorgeschriebenen Reihenfolge (**spiralförmig von innen nach**

**außen**) festgezogen werden. Vorteilhaft ist es, wenn man bereits bei der Demontage die Nummern der Reihenfolge des LöSENS und Festziehens der Gehäuseschrauben in der Nähe der Schrauben angeschrieben hat, wie auf der Abb. 6-24 zu sehen. Wichtig ist, dass keine Gehäuseschrauben vergessen werden. Deshalb sind auf den Bildern 6-29 bis 6-35 alle Schrauben, die angezogen werden müssen, aufgezeigt.

Vorsicht: Überschüssige Dichtmasse kann Ölkanäle verstopfen!



Abb. 6-23: Untere Gehäusehälfte aufgesetzt



Abb. 6-24: Gehäusefuge und Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in Anziehreihenfolge



Abb. 6-25: Kupplungsseite



Abb. 6-26: Rechtes Kurbelwellenlager mit Sicherungsring

Auf den Bildern 6-25 bis 6-28 sind auf der Kupplungs- und der Abtriebsseite die Wellenenden der Kurbelwelle, sowie die der Getriebeeingangs- und Ausgangswelle und der Dichtring der Kupplungsdruckstange zu sehen. Von den Wellendichtungen auf der Abtriebsseite des Motors können die der Kupplungsdruckstange und der Kurbelwelle (Pfeilmarkierungen auf den Abb. 6-27 und 6-28) wegen einer

Haltenase ohne zusätzlichen Aufwand nur bei ausgebautem Motor und getrennten Gehäuseteilen gewechselt werden. Bei einer Montage des Motors sollten diese beiden Wellendichtungen (Simmering) deshalb immer ausgetauscht werden. Alle anderen sind auch bei eingebautem Motor zu wechseln und können deshalb wieder verwandt werden.

*Die Reihenfolge, in der die Gehäuseschrauben montiert werden, ist auch auf der Abbildung 5-63 „Anziehreihenfolge der Gehäuseschrauben“ auf Seite 83 aufgezeigt.*



**Abb. 6-27:** Getriebewellen mit Wellendichtungen



**Abb. 6-28:** Kurbelwellenlager mit Wellendichtring auf der Lichtmaschinen-seite



**Abb. 6-29:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-30:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-31:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-32:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-33:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-34:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-35:** Stehbolzen mit angeschriebenen Nummern in der Anziehreihenfolge



**Abb. 6-36:** Montierte Gehäusehälften

## 6.3 MONTAGE DER SCHALTWELLE UND DER KUPPLUNG

### 6.3.1 SCHALTWELLE

Die Schaltwelle wird von der Kupplungsseite des Motors in die davor vorgesehene Bohrung im unteren Motorgehäuseteil eingeschoben (Pfeilmarkierung auf Bild 6-37). Mit der Verzahnung der Schaltwelle, mit der der Schalthebel fixiert wird, beschädigt man recht leicht die Dichtlippe des Wellendichtrings (Pfeilmarkierung auf Bild 6-38). Verhindern kann man dies, indem man die Verzahnung mit Klebestreifen (z.B. Tesafilm) abklebt.

Sollte der Wellendichtring trotzdem beschädigt worden sein, ist das nicht weiter schlimm. Der Wellendichtring lässt sich problemlos bei eingebautem Motor wechseln.

Auf der Abtriebsseite des Motors wird dann die Schaltwelle mit einer Scheibe und einem E-Clip in axialer Richtung gesichert (Bilder 6-38 und 6-39). Zum Schluss wird die obere Gabel des mit der Schaltwelle verschweissten Arms mit dem Stern der Schaltwalze verbunden (Bilder 6-40 und 6-41).



Abb. 6-37: Montage der Schaltwelle



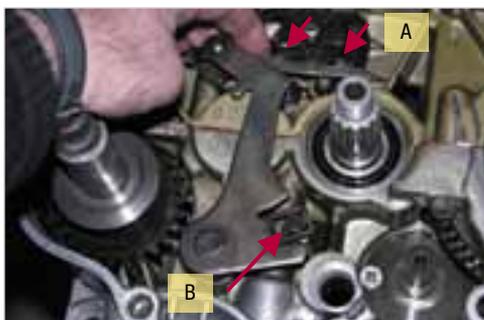
Abb. 6-38: Axiale Sicherung der Schaltwelle



Abb. 6-39: Montierter E-Clip



Abb. 6-40: Schaltgabel und Schaltwalze verbinden



**Abb. 6-41:** Schaltgabel und Schaltwalze verbinden



**Abb. 6-42:** Anlaufscheiben der Kupplung

*Die Stifte des Schaltsterns müssen sich mittig zwischen den mit Pfeilen „A“ aufgezeigten Haken befinden. Falls das nicht der Fall ist, kann an der Excenterschraube „B“ korrigiert werden.*

## 6.3.2 KUPPLUNG

Als nächstes wird die Kupplung montiert (Bilder 6-42 – 6-71). Die Grafik 6-45 „Reihenfolge der Scheiben und Lager“ zeigt anhand von Kennfarben die Reihenfolge der Bauteile von innen nach außen. Der gelb/grüne Verlauf symbolisiert dabei den äußeren Kupplungskorb.

Bevor der äußere Kupplungskorb montiert wird, darauf achten, dass die Anlaufscheibe auf der Kickstarterwelle montiert ist (Bild 6-44).

Auf den folgenden Bildern ist die Montage der Einzelteile der Kupplung in der Reihenfolge der Arbeitsschritte dokumentiert.



**Abb. 6-43:** Anlaufscheiben der Kupplung montiert



**Abb. 6-44:** Anlaufscheibe auf Kickstartermechanismus aufsetzen

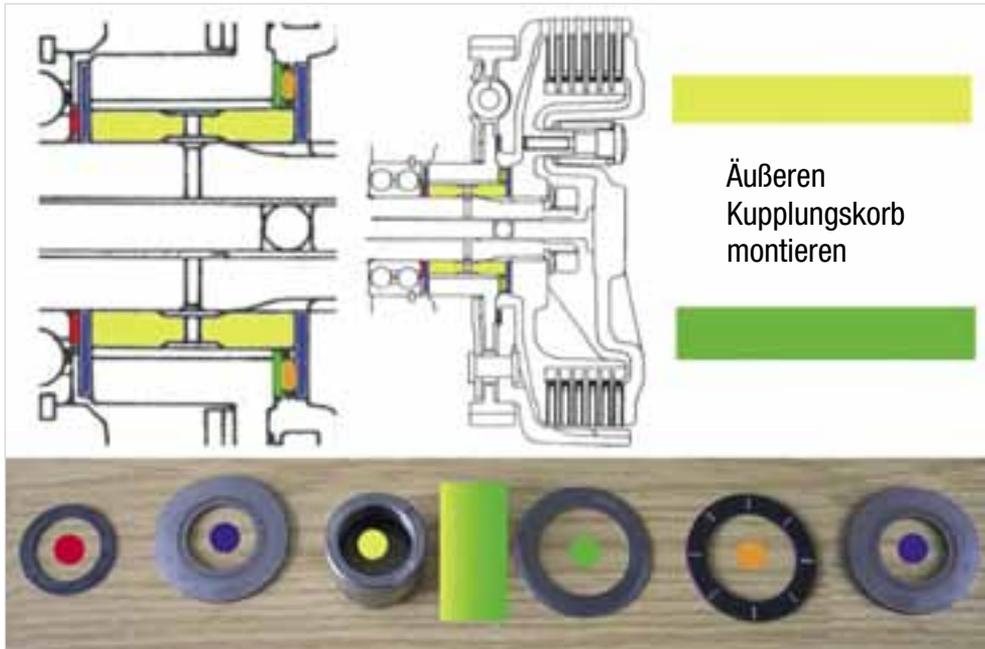


Abb. 6-45: Reihenfolge der Scheiben und Lager

Besonderheiten, auf die man achten müsste, gibt es bei der Montage der Kupplung mit Ausnahme der Ausrichtung der Kupplungsscheiben (Bild 6-63) und der Montage der Druckfedern (Bilder 6-69 und 6-70) nicht.

Zum Gegenhalten der Zentralmutter verwendet man ein geeignetes Werkzeug wie bei der Demontage (Bilder 6-60 und 6-61).

Während der Montage alles gut einölen.



Abb. 6-46: Hülse auf Getriebeeingangswelle aufsetzen



Abb. 6-47: Kupplungskorb auf Getriebeeingangswelle aufsetzen



**Abb. 6-48:** Kupplungskorb auf  
Getriebeeingangswelle aufsetzen



**Abb. 6-49:** Kupplungskorb auf  
Getriebeeingangswelle aufsetzen



**Abb. 6-50:** Kupplungskorb aufgesetzt



**Abb. 6-51:** Lager und Anlaufscheibe einlegen



**Abb. 6-52:** Axiallager ölen



**Abb. 6-53:** Lager und Anlaufscheibe einlegen

*Innen- und Außenteil des Kupplungskorbes haben Markierungen, die zueinander ausgerichtet werden müssen.*



**Abb. 6-54:** Lager und Anlaufscheibe einlegen



**Abb. 6-55:** Lager und Anlaufscheibe einlegen



**Abb. 6-56:** Anlaufscheiben einlegen



**Abb. 6-57:** Innenteil der Kupplung einsetzen



**Abb. 6-58:** Innenteil montieren



**Abb. 6-59:** Scheiben und Mutter



**Abb. 6-60:** Hilfswerkzeug zum Halten des inneren Kupplungskorbes



**Abb. 6-61:** Zentralmutter anziehen (80 Nm), mit Hilfswerkzeug gegenhalten



**Abb. 6-62:** Innen- und Außenteil der Kupplung



**Abb. 6-63:** Kupplungsscheiben, **abgerundete Seite nach außen**



**Abb. 6-64:** Einlegen der Kupplungsscheiben



**Abb. 6-65:** Kupplungsscheiben eingelegt

## 6. Zusammenbau des Motors

Die Schrauben müssen **gleichmäßig** und über Kreuz angezogen werden – durch Druck mit dem Schraubenzieher überwindet man dabei die Federspannung, wobei der Druck während der ersten Gewindegänge aufrecht erhalten wird – die Gewindegänge reißen sonst aus.



Abb. 6-66: Druckpils der Kupplungsdruckstange



Abb. 6-67: Druckpils der Kupplungsdruckstange



Abb. 6-68: Druckplatte aufsetzen



Abb. 6-69: Druckfedern einbauen



Abb. 6-70: Druckfedern einbauen



Abb. 6-71: Kupplung montiert

## 6.4 MONTAGE DES RECHTEN GEHÄUSEDECKELS

Im rechten Motorseitendeckel befindet sich die Ölpumpe, die das Motoröl aus dem Ölsumpf im unteren Motorgehäuseteil saugt, mit einem in Richtung des Ölflusses hinter der Ölpumpe angeordnetem Ölfilter aus Messinggeflecht, sowie der Antrieb des Drehzahlmessers. Der Antrieb der Ölpumpe erfolgt über ein Stirnradpaar von der Kurbelwelle aus, während der Drehzahlmesserantrieb durch einen Schneckentrieb von der Ölpumpe aus erfolgt.

des rechten Motorseitendeckels steht, ist hier konstruktiv eine Papierdichtung mit einer Dicke von 0,5 mm vorgesehen.

Da die Reibscheiben der vom rechten Motorseitendeckel verdeckten Kupplung Verschleißteile sind, welche ohne aufwendige Demontage gewechselt werden können, sollte der rechte Motorseitendeckel problemlos – ohne Zerreißen der Papierdichtung – zu demontieren sein. Beim Wechsel der Reibscheiben der



**Abb. 6-72:** Rechten Motorseitendeckel aufsetzen

Wegen des Eingriffs der Stirnräder und des durch die Dichtfläche geführten Ölkanals ist eine exakte Positionierung des rechten Motorseitendeckels notwendig, die mittels Passhülsen sichergestellt wird.

Da das Motoröl – abweichend von der Dichtfläche zwischen oberem und unterem Motorgehäuseteil – auch bei stehendem Motor ständig auf der Dichtfläche

Kupplung kann das Motoröl im Motor verbleiben, wenn man das Motorrad in eine nach links geneigte Position bringt. Soll das Motoröl im Motor verbleiben, dürfen jedoch auf keinen Fall Reste einer evtl. zerrissenen Dichtung, die von den Dichtflächen abgekratzt werden muss, ins Öl geraten.

Verhindern kann man ein Zerreißen der Dichtung mit einem „Dichtungsverbesserer“ wie z.B. dem blauen Hylomar, wobei man jedoch – sofern dieses nicht richtig angewandt wird – Gefahr läuft, dass Ölkanaäle verstopfen.

Vor dem Einstreichen der Dichtflächen mit Hylomar sollte man auf jeden Fall zuerst prüfen, ob die Gehäusehälften ohne Kraftaufwand schließen – falls dies nicht der Fall ist, muss man den richtigen Sitz aller Teile nochmals prüfen.

Richtig aufgebracht wird das Dichtmittel, indem die Dichtflächen mit Bremsenreiniger gründlich gereinigt werden. Dann wird das Dichtmittel mit der Fingerkuppe dünn und gleichmäßig aufgestrichen und verteilt.

Auf der Innenseite muss überschüssige Dichtmasse vor dem Fügen des Motorseitendeckels sorgfältig entfernt werden.

Nachdem man sich überzeugt hat, dass der Motorseitendeckel spannungsfrei passt, werden alle Schrauben gleichmäßig und über Kreuz angezogen. Im originalen Werkstatthandbuch ist hierzu ein Drehmoment von 20 Nm vorgegeben, das beim „Anziehen nach Gefühl“ mit einem Inbusschlüssel leicht überschritten wird, wobei die Gewinde im oberen und unteren Motorgehäuseteil bei Motoren, an denen repariert wurde, häufig bereits beschädigt sind.

Eine Reparatur eines beschädigten Gewindes ist insbesondere bei dem Gewinde im unteren Motorgehäuseteil unterhalb der Kickstarterwelle schwierig.

Bei unbeschädigten Dichtflächen reicht zum Abdichten eine Pressung, die sich mit Kreuzschlitzschrauben erreichen lässt, vollkommen aus. Nicht nur wer Wert auf Originalität legt sollte daher vielleicht eine früher häufig vorgenommene „Verbesserung“ – das Umrüsten auf Inbusschrauben – rückgängig machen.

Bei beschädigten Dichtflächen nutzt allerdings auch eine höhere Pressung zum Abdichten nicht aus. Hier hilft nur ein Nacharbeiten der Dichtflächen mit geeigneten Mitteln wie Planschleifen oder der Einsatz von geeigneten Dichtmitteln, die kleinere Unebenheiten füllen.

Das Dichtmittel darf auf keinen Fall – insbesondere in der Nähe der Ölkanäle –  
dicker aufgebracht werden als auf den Abbildungen zu sehen.



**Abb. 6-73:** Flüssige Dichtung



**Abb. 6-74:** Flüssige Dichtung



**Abb. 6-75:** Rechten Motorseitendeckel aufsetzen



**Abb. 6-76:** Rechten Motorseitendeckel aufsetzen

**Achtung: Passhülsen nicht vergessen!**

## 6.5 MONTAGE DER KUPPLUNGSDRUCKSTANGE UND DES ANTRIEBSRITZELS

Die Kupplungsdruckstange überträgt eine Schubbewegung von einem feststehendem Bauteil – der Kupplungsschnecke – auf den Druckpilz der Kupplung als sich drehendem Bauteil. Es gibt ein- und zweiteilige Kupplungsdruckstangen, wobei es sich bei den zweiteiligen um das Originalersatzteil handelt. Verwendet man die zweiteilige Kupplungsdruckstange, wird zunächst eine

Kugel ( $\varnothing$  8 mm) durch den Dichtring der Kupplungsdruckstange (Pfeilmarkierung auf Bild 6-77) geschoben. Dann wird der längere Teil der zweiteiligen Kupplungsdruckstange nachgeschoben und danach wieder eine Kugel. Als letztes kommt der kürzere Teil der Kupplungsdruckstange.

Die Montage des Antriebsritzels erfordert einige Sorgfalt. Das Ritzel muss sich soweit auf die Verzahnung der Getriebe-



Abb. 6-77: Kupplungsdruckstange einsetzen



Abb. 6-78: Kettenritzel montieren



Abb. 6-79: Kettenritzel montieren



Abb. 6-80: Sicherungsblech einsetzen

abtriebswelle schieben lassen, dass die Verzahnung noch etwas vorsteht, wie auf dem Bild 6-79 zu sehen.

Auch bei der Montage des Sicherungsbleches muss man auf den richtigen Sitz achten (Bild 6-80).

Auf den Bildern 6-81 und 6-82 ist dargestellt, wie die Mutter so montiert wird, dass ihr Bund über die Verzahnung der Getriebeausgangswelle greift. Zum Ge-

genhalten beim Festziehen der Mutter (100 - 120 Nm) verwendet man ein Werkzeug, wie im Kapitel „Werkzeuge“ beschrieben (Bild 6-83). Auf keinen Fall sollte man, wie in einigen Handbüchern Beschrieben, das Ritzel blockieren, indem man es mittels der Kette mit der Kupplungsdruckstange verklemmt.

Zuletzt wird das Sicherungsblech, wie auf dem Bild 6-84 zu sehen, umgebogen.

**Das Sicherungsblech darf sich beim Anziehen der Mutter nicht verschieben.**



**Abb. 6-81:** Ritzelmutter



**Abb. 6-82:** Ritzelmutter richtig montieren



**Abb. 6-83:** Ritzelmutter anziehen



**Abb. 6-84:** Sicherungsblech umbiegen

## 6.6 MONTAGE DER LICHTMASCHINE

Die Lichtmaschine besteht aus zwei Teilen, dem Rotor, der auf dem linken Kurbelwellenstumpf mit einer Scheibenfeder verdrehsicher und mit einer Mutter mit Feingewinde axial befestigt wird und dem Stator, der mit dem Gehäuse verschraubt wird. Zunächst wird die Scheibenfeder in die Nut des Kurbelwellenstumpfes eingesetzt (Bilder 6-85 und 6-86).

Danach wird der Rotor aufgesetzt, gefolgt von einem Federring und der Mutter (Bilder 6-87 und 6-88). Bevor die Mutter montiert wird, gibt man etwas flüssige Schraubensicherung auf das Gewinde des Kurbelwellenstumpfes (Bild 6-89).

Da man den Rotor beim Anziehen der Mutter schlecht festhalten kann, verwendet man zum Anziehen der Mutter am besten einen Schlagschrauber, wie auf dem Bild 6-91 zu sehen.

Ist der Rotor montiert, wird der Stator aufgesetzt. Hierbei achtet man darauf, dass ein Passtift im Motorgehäuse in einen dafür vorgesehenen Spalt des Statorgehäuses eingreift (Bilder 6-92 und 6-93).

Danach wird die Leitung verlegt, wie auf den Bildern 6-94 bis 6-96 zu sehen, wobei zuletzt die Gleitschiene der Sekundärkette montiert wird (Bild 6-96).



**Abb. 6-85:** Scheibenfeder für Rotor in die Nut im linken Kurbelwellenstumpf einsetzen



**Abb. 6-86:** Rotor mit Nut auf Scheibenfeder aufsetzen



**Abb. 6-87:** Rotor mit Nut auf Keil aufsetzen



**Abb. 6-88:** Rotor mit Federring und Mutter



**Abb. 6-89:** Flüssige Dichtung aufbringen



**Abb. 6-90:** Mutter ansetzen



**Abb. 6-91:** Mutter festziehen



**Abb. 6-92:** Stator aufsetzen

## 6. Zusammenbau des Motors



**Abb. 6-93:** Auf Passstift achten



**Abb. 6-94:** Kabeldurchführung



**Abb. 6-95:** Kabel richtig verlegen



**Abb. 6-96:** Kettengleitschiene montieren

## 6.7 MONTAGE DER KOLBEN UND ZYLINDER

Die Montage von Kolben und Zylinder geht wesentlich leichter, wenn man den Motor dazu – wie auf den folgenden Bildern zu sehen – auf die Seite drehen kann.

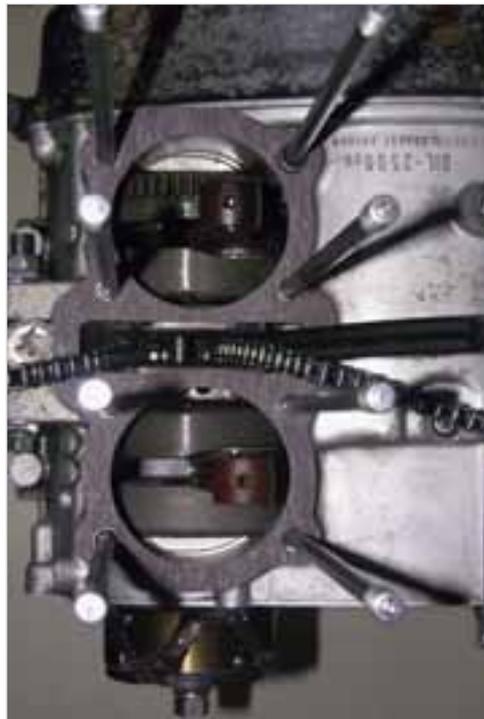
Zur Montage der Kolben und Zylinder sind keine Spezialwerkzeuge wie eine Kolbenringzange, ein Kolbenringspannband notwendig. Mit etwas Geschick lassen sich die Kolbenringe von Hand montieren und die Kolben in die Laufbuchsen

einführen. Der Stoß der Kolbenringe soll dabei um etwa  $120^\circ$  versetzt sein.

Die Kolben werden soweit in die Laufbuchsen eingeschoben, dass die Bohrung für den Kolbenbolzen frei bleibt (Bilder 6-99 bis 6-101). Bevor die Zylinderbank mit den bereits teilweise in die Laufbuchsen eingeschobenen Kolben auf das Motorgehäuse aufgesetzt wird, legt man noch die Fußdichtung auf (Bild 6-98) und montiert die Dichtringe der Laufbuchsen



**Abb. 6-97:** Motor auf die Seite drehen



**Abb. 6-98:** Kette sichern, Zylinderfußdichtung auflegen

(Bilder 6-100 und 6-101). Die Dichtringe werden vor dem Aufsetzen des Zylinderblocks in die Nut gedrückt (Bild 6-100 und 6-101).

Dann wird der Motor auf die Seite gedreht und zunächst die Zylinderbank auf die Stehbolzen aufgeschoben (Bild 6-104). Die Steuerkette wird dabei mit einem Draht gesichert und durch den Steuerkettenschacht der Zylinderbank gezogen.

Die Pleuelaugen werden mit den Bohrungen für die Kolbenbolzen zur Deckung gebracht und die Kolbenbolzen durchgeschoben. Hierzu kann es notwendig sein, die Kolben zu erwärmen, damit diese sich ausdehnen und sich die Kolbenbolzen leichter einschieben lassen.

Sind die Kolbenbolzen vollständig eingeschoben, werden die auf den Außenseiten der Kolben gelegenen Sicherungsringe montiert.

Nach Möglichkeit sollten dabei neue Sicherungsringe verwandt werden.

Auch beim Montieren der Sicherungsringe ist es von Vorteil, wenn der Motor auf der Seite liegt, da die Sicherungsringe dann nicht ins Kurbelgehäuse fallen können.

Ist die Zylinderbank bis auf die Fußdichtung abgesenkt, wird die vordere Spannschiene ausgerichtet. Das lange Ende der Spannschiene gehört nach unten. Die Kolben werden in die OT-Stellung gebracht (Bilder 6-109 und 6-110), und die Enden der Steuerkette nach vorn und hinten gelegt und – z.B. mit Draht – gesichert.

Jetzt kann der Zylinderkopf montiert werden.

Nach Möglichkeit sollte ein neuer Sicherungsring verwandt werden



**Abb. 6-99:** Kolben in Laufbuchsen einsetzen, auf Pfeilmarkierung (vorne) achten



**Abb. 6-100:** Dichtringe aufziehen, Kolbenbolzen von außen einschieben

Dichtringe vor dem Aufsetzen des Zylinderblocks in die Nut drücken.



**Abb. 6-101:** Steuerkettenspannschiene montieren, nach Montage der Steuerkette ausrichten



**Abb. 6-102:** hintere Steuerkettenspannschiene montieren



**Abb. 6-103:** vordere Steuerkettenspannschiene montieren



**Abb. 6-104:** Zylinder auf Stehbolzen aufschieben



**Abb. 6-105:** Pleuelagen in Kolben einführen



**Abb. 6-106:** Kolbenbolzen einführen und sichern

Vordere Spannschiene ausrichten und bei montierter Spannkette vor dem Aufsetzen des Zylinderkopfdeckels nochmals überprüfen. Das lange Ende der Spannschiene gehört nach unten.



**Abb. 6-107:** Kolbenbolzen einführen und sichern (Detail)



**Abb. 6-108:** Steuerkette durch Kettenschacht ziehen



**Abb. 6-109:** Steuerkette durch Kettenschacht ziehen und sichern

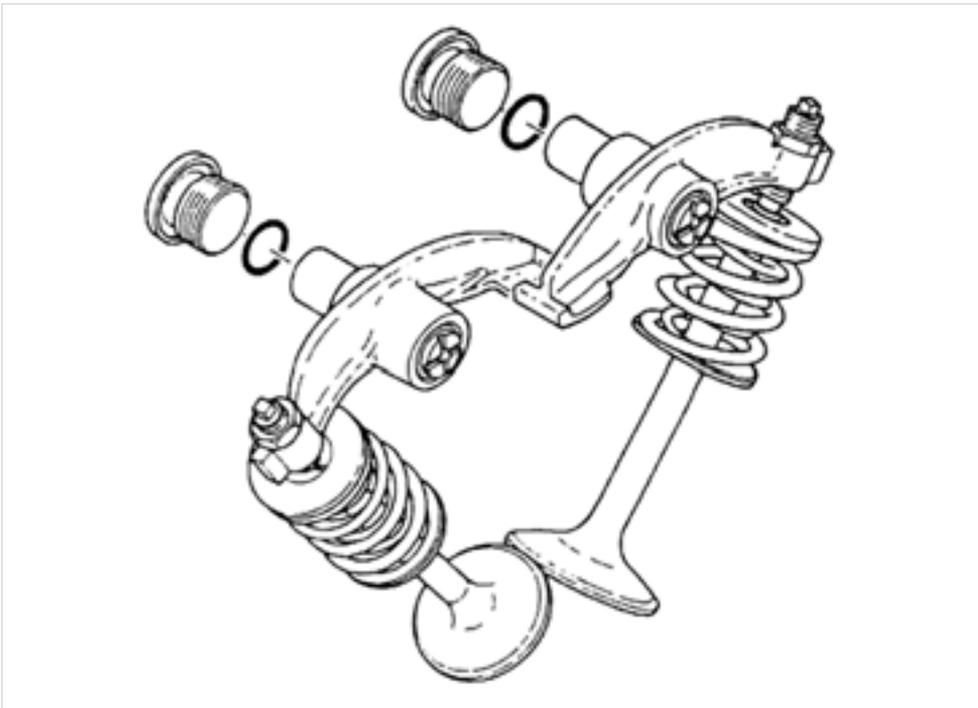


**Abb. 6-110:** Zylinder herunterschieben

## 6.8 MONTAGE DES ZYLINDERKOPFES UND DER NOCKENWELLE

Zur Montage des Zylinderkopfes und der Nockenwelle richtet man den Motor wieder auf. War der Zylinderkopf demontiert, benötigt man zur Montage der Ventile eine handelsübliche Ventilsfederpresse (Bilder 6-119 bis 6-121), wie man sie bei Ersatzteil- und Zubehörhändlern für ca. 50 Euro kaufen oder bei einer befreundeten Autowerkstatt ausleihen kann.

Bei Bedarf werden auf die Ventilschäften neue Ventilschaftdichtungen aufgesetzt (Bild 6-117). Dies empfiehlt sich immer nach einer längeren Laufzeit, nach der ein Entfernen von Ölkohle oder sogar ein Einschleifen der Ventile notwendig war. Die Ventilschaftdichtungen lassen sich nur bei ausgebautem Motor wechseln.



**Abb. 6-111:** Ventile einbauen, gegenläufige Ausrichtung der Ventilsfedern





**Abb. 6-117:** Ventilschaftdichtung aufsetzen



**Abb. 6-118:** Ventile einsetzen



**Abb. 6-119:** Ventilkeile montieren



**Abb. 6-120:** Ventilkeile montieren



**Abb. 6-121:** Ventilkeile montieren



**Abb. 6-122:** Ventile fertig montiert

## 6. Zusammenbau des Motors



**Abb. 6-123:** Ventil fertig montiert



**Abb. 6-124:** Zylinderkopf bereit zur Montage der Nockenwelle



**Abb. 6-125:** Zündkerzen montieren, damit nichts in die Brennräume fällt



**Abb. 6-126:** Nockenwelle auflegen



**Abb. 6-127:** Nockenwelle auflegen



**Abb. 6-128:** Zylinderblock vorspannen, die Steuerkette ist sonst zu kurz um sie zu schließen

## 6.9 VERNIETEN DER STEUERKETTE

Grundsätzlich kann man die bereits vernietete Steuerkette auch vor dem Einlegen der Kurbelwelle auf deren Zahnrad auflegen und zusammen mit der Kurbelwelle montieren.

Die Nockenwelle muss dann vor dem Kettenspanner montiert werden. Dabei wird die Nockenwelle unter der angehobenen Steuerkette hindurchgeschoben.



**Abb. 6-129:** OT Markierung der Nockenwelle muss **senkrecht** stehen



**Abb. 6-130:** Kettenschloss



**Abb. 6-131:** Kettenschloss - linker Niet bereits vernietet



**Abb. 6-132:** Kettenschloss - linker Niet bereits vernietet



**Abb. 6-133:** Steuerkette vernieten



**Abb. 6-134:** Steuerkette vernieten

## 6.10 MONTAGE DES ZYLINDERKOPFDECKELS



**Abb. 6-135:** Fertig vernietete Steuerkette



**Abb. 6-136:** Nockenwellenlager in innerer Position fixieren

Die Nockenwellenlager müssen sich in einer möglichst weit innen gelegenen Position befinden. Das erreicht man, indem man die Lager mittels einer Gewindestange und zwei Sechskantnüssen zusammenzieht, während der Zylinderkopfdeckel montiert und die Zylinderkopfschrauben angezogen werden. Dazu nimmt man eine M 12 Gewindestange, wie man sie im Baumarkt kaufen kann. Die Muttern zum Zusammenziehen der Lager dürfen nicht zu fest angezogen werden, sonst beschädigt man die Nockenwellenlager. Es geht nur darum, die Lager in der innersten Position zu fixieren, nicht darum, die Lager gegeneinander zu spannen. Deshalb sollte man auch eine Gewindestange M 12 und keine dünnere nehmen, weil die zu elastisch wäre.

Die Zylinderkopfschrauben müssen – wie bei der Demontage – in der Reihenfolge wie auf der Abb. 6-140 dargestellt, angezogen werden. Prinzipiell wird von innen nach außen angezogen, wobei zuerst die – stabileren – M 10 x 1,5 Muttern angezogen werden und danach die M 8 Schrauben.

Bevor die Gehäuse für den Fliehkraftregler und die Unterbrechergrundplatte eingebaut werden, prüft man, ob die Nockenwellenlager tief genug im Gehäuse des Zylinderkopfes positioniert sind. Hierzu misst man mit einer Schieblehre mit Tiefenmaß den Abstand zwischen den mit den gelben Pfeilen auf Bild 6-138 gekennzeichneten Flächen „A“ und „B“. Zu dem ermittelten Maß addiert man die Dicke einer Papierdichtung von etwa 0,5 mm.

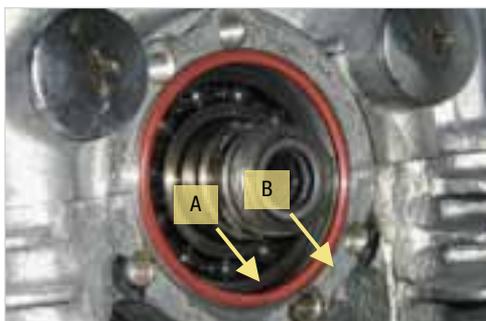


**Abb. 6-137:** Zylinderkopfdeckel aufsetzen, Ölsteigleitung montieren

Das Ergebnis muss größer sein als der Abstand zwischen den mit den grünen Pfeilen gekennzeichneten Flächen „a“ und „b“ auf Bild 6-139, den man auf die gleiche Art mit einer Schieblehre mit Tiefenmaß misst.

Ist der Abstand zwischen den Flächen „A“ und „B“ nicht größer als der Abstand zwischen den Flächen „a“ und „b“, so wird nicht die Papierdichtung gepresst, sondern die Fläche „a“ drückt auf die Flä-

che „A“ wenn die Befestigungsschrauben angezogen werden. Zwischen den Flächen „b“ und „B“ bleibt dann ein Spalt, der eine korrekte Abdichtung verhindert. Wenn man die Befestigungsschrauben zu fest anzieht, kann es zu einem Schaden kommen, wie innerhalb der Kreismarkierung auf Bild 6-139 zu sehen. Der für den Schraubenkopf angesenkte Bereich des Gehäuses bricht dann aus, wie im Detail auf den Bildern 6-141 und 6-142 zu sehen.



**Abb. 6-138:** Abstand zwischen den Flächen messen



**Abb. 6-139:** Abstand zwischen den Flächen messen

Die Zylinderkopfschrauben müssen in dieser Reihenfolge angezogen werden.

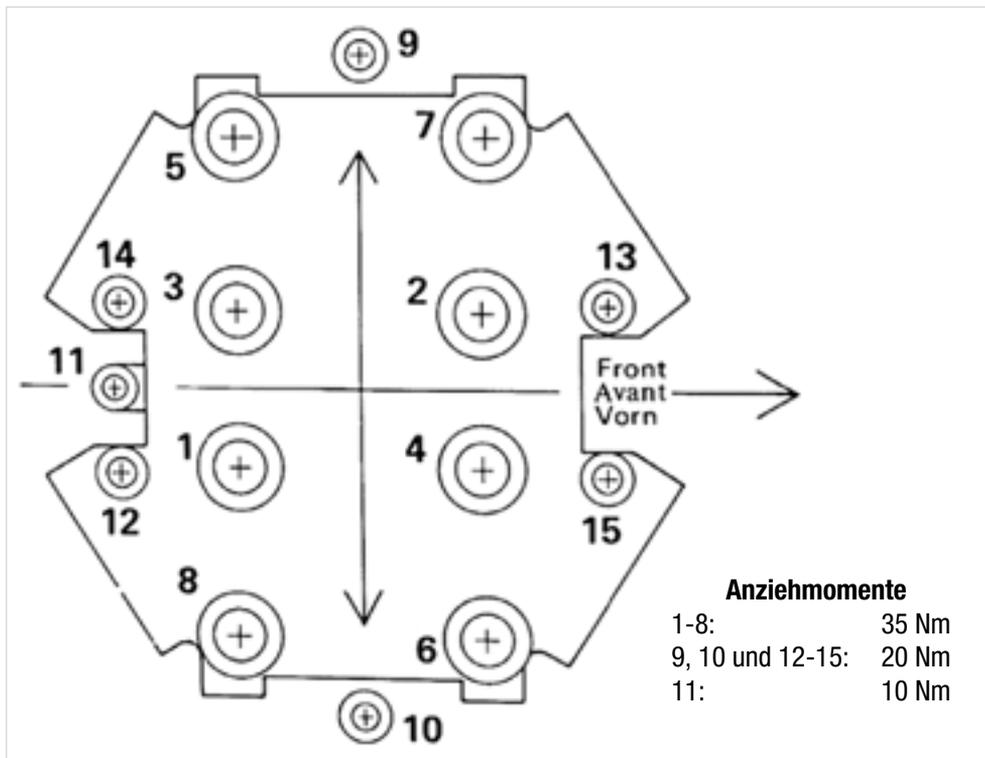


Abb. 6-140: Anziehreihenfolge und Anziehungsmomente

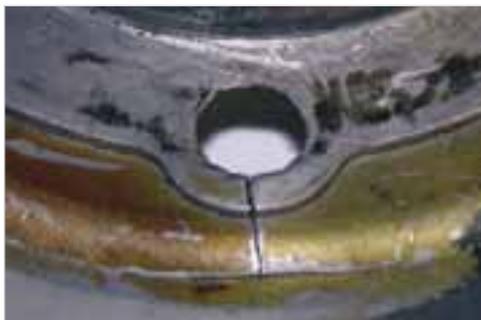


Abb. 6-141: Angerissenes Gehäuse im Bereich der Senkung der Befestigungsschraube infolge eines Montagefehlers



Abb. 6-142: Angerissenes Gehäuse im Bereich der Senkung der Befestigungsschraube infolge eines Montagefehlers

## 6.11 STEUERKETTENSPELLER MONTIEREN

Der Spannmechanismus wurde während der Serienfertigung geändert, so dass es – soweit es das Kontern des Bolzens betrifft – verschiedene Ausführungen des Spannmechanismus gibt, wobei die Funktionsweise jedoch die gleiche ist. Es ist auch nicht auszuschließen, dass z.B. eine vorgesehene Dämpferscheibe nicht verbaut wurde, oder dass sich die Feder mit der Zeit gesetzt hat. Die Beschreibung im originalen Werkstatthandbuch, nach der der Stift innerhalb des Spannmechanismus bündig mit der Stirnfläche des Sechskantes sein soll, wie in der Kreismarkierung auf Bild 6-146 zu sehen, kann daher nur ein Anhaltswert sein. Besser ist es, die Steuerkette durch Hineindreihen des Bolzens zu spannen,

während man gleichzeitig mit einer Fingerkuppe das Ende des Stiftes berührt. Wenn der Stift noch leicht pulsiert, ist die Steuerkette richtig gespannt.

**Insbesondere eine zu straff gespannte Steuerkette kann Schäden verursachen. Im Zweifel sollte man sich hier eher auf das Gefühl verlassen, als die Steuerkette zu straff zu spannen.**

Zum Einstellen der Spannung am Sechskant sollte man einen kurzen Maulschlüssel verwenden oder den Sechskant von Hand drehen. Mit einem langen Ringschlüssel hat man zu wenig Gefühl und läuft Gefahr, die Steuerkette zu straff zu spannen.



Abb. 6-144: Steuerkettenspanner montieren



Abb. 6-143: Steuerkettenspanner montieren



Abb. 6-145: Steuerkettenspanner montieren



Abb. 6-146: Steuerkette spannen

## 6.12 ANZIEHMOMENTE

Diese Tabelle enthält die Anziehmomente, Gewindeabmessungen und Schlüsselweiten für die Verschraubungen des Motors und die wichtigsten Verschraubungen des Fahrwerks .

Die Schlüsselweiten sind Richtwerte, da werksseitig teilweise Schrauben und Muttern mit von der Norm abweichenden Schlüsselweiten verwandt wurden. So wird man M 8 Schrauben mit Schlüs-

selweite 12 und 13 mm finden. Auch bei den M 10 x 1,25 Schrauben sind Schlüsselweiten von 14 und 17 mm möglich.

Die Anziehmomente dürfen teilweise nicht unterschritten werden, um die im Betrieb auftretenden Kräfte übertragen zu können, teilweise dürfen diese nicht überschritten werden, um Gewindesacklöcher im Motorgehäuse nicht zu beschädigen.

### Motor

	Art	Schlüsselweite	Gewinde	Anziehmoment [Nm]
Zylinderkopf	Hutmutter		M 10 x 1,25	37
Zylinderkopfdeckel	Schraube		M 8	21
Zylinderkopf	Schraube		M 6	9
Zylinderkopf Seitendeckel	Hutmutter		M 6	9
	Hutmutter		M 8	13
Zündkerze			M 14 x 1,25	20
Lichtmaschine, Rotor	Mutter		M 12 x 1,25	38
Mutter, Statorwicklung	Zylinderkopfschraube	Kreuzschl.	M 6	9
Ventilspiel-Einstellmutter	Mutter	12 od.13	M 8 x 1,00	27
Deckel Steuerkettenspanner	Hutmutter		M 18 x 1,5	21
Ölpumpendeckel	Zylinderkopfschraube	Kreuzschl.	M 6	10
Ölfiltersiebdeckel	Schraube		M 6	10
Ölablaßschrauben	Schraube		M 30 x 1,5	42
Ölfilter	Schraube		M 16 x 1,5	9

	Art	Schlüsselweite	Gewinde	Anziehmoment [Nm]
Ölsteigleitung	Rohrverschraubung		M 10 x 1,25	21
Auspuffflansch	Hutmutter	14 od. 17	M 10 x 1,25	13
Kickstarterklemmschraube	Schraube		M 8	20
Primärabtriebsrad	Mutter		M 14 x 1	90
Kupplungsnahe	Mutter		M 18 x 1,00	80
Antriebskettenrad	Mutter		M 22 x 1,5	100-120
Schalthebel	Schraube		M 6	10
Leerlaufschalter	12 mm		M 22 x 1,5	13
obere Motorbefestigung	Schraube und Mutter		M 8	18
			M 10 x 1,25	30
vordere Motorbefestigung	Schraube und Mutter		M 10 x 1,25	46
hintere Motorbefestigung	Schraube und Mutter		M 10 x 1,25	41
hintere untere Motorbefestigung	Schraube und Mutter		M 10 x 1,25	46

### Fahrgestell

	Art	Schlüsselweite	Gewinde	Anziehmoment [Nm]
untere Motorbefestigung	Schraube und Mutter		M 10 x 1,25	52
Vorderad (Steckachse)	Kronenmutter		M 14 x 1,5	107
Vorderradgabel und Achsklemmschale	Sicherungsmutter		M 8	14
obere Gabelbrücke und Standrohr	Mutter	12 od. 13	M 8	10
Stoßdämpfer, oben	Hutmutter		M 10 x 1,25	52
Stoßdämpfer, unten	Schraube		M 10 x 1,25	52
Hinterrad (Steckachse)	Kronenmutter		M 18 x 1,5	190

## 7. TYPISCHE SCHÄDEN

**S**chäden an Motor und Getriebe treten durch normalen Verschleiß im Betrieb ein, durch mangelnde Wartung oder durch Fehlbedienung.

Alle Wälzlager, wie die Lager der Pleuellwelle, der Pleuellstange und die der Pleuellwellen unterliegen so wie auch die Zahnflanken der Pleuellzahnräder, die

Kolben und Pleuellbuchsen einem gewissen Verschleiß, der auch bei regelmäßiger Wartung nicht zu verhindern ist.

Bis auf verschlissene Pleuellzahnräder, die durch – nicht unbegrenzt zur Verfügung stehende – Originalteile ersetzt werden müssen, lässt sich der XS 650-Motor mehrfach aufarbeiten.



**Abb. 7-1:** Gleitflächen der Steuerkettenspannschienen



**Abb. 7-2:** vergrößerte Darstellung der Gleitflächen



**Abb. 7-3:** Kugelkalotte der Druckstange des Steuerkettenspanners

## 7.1 MOTOR

### 7.1.1 KURBELWELLE

Die Haupt- und Pleuellager der Kurbelwelle unterliegen im normalen Betrieb einem ständigen Verschleiß. Übersteigt der Verschleiß die im originalen Werkstatthandbuch angegebenen Grenzwerte, sind die Lager auszutauschen. Im originalen Werkstatthandbuch (Seiten 155 u. 156) ist auch beschrieben, wie der Verschleiß zu messen ist. Da die Kurbelwelle aus Einzelteilen zusammengepresst ist, können sich diese, wie die Hubzapfen und die Kurbelwangen, gegeneinander verdrehen.

Die Kurbelwelle kann nur mit Mitteln repariert werden, wie diese üblicherweise in Motoren-Instandsetzungsbetrieben zu Verfügung stehen. In den Kapiteln, in denen die Demontage und Montage des Motors dargestellt wird, beschränkt sich die Beschreibung daher auf den Aus- und Einbau der Kurbelwelle.



**Abb. 7-4:** Verschleißbild der Gleitflächen im Detail

### 7.1.2 KOLBEN

Auch auf die Beschreibung von Schäden, wie diese an den Kolben auftreten können, wird an dieser Stelle verzichtet, da es keine ausschließlich beim XS 650-Motor auftretende, für diesen Motor typische Schäden gibt. Verschlossene oder zerstörte Kolben sollten nicht einfach gegen Übermaßkolben ausgetauscht werden. Man sollte zunächst nach der Schadenursache suchen, für die es neben normalem Verschleiß mehrere Ursachen geben kann. Werden die Ursachen nicht abgestellt, wird der gleiche Schaden kurzfristig auch an den Übermaßkolben auftreten.

Informationen mit Abbildungen typischer Kolbenschäden und der Beschreibung von deren Ursachen findet man auf den Websites und in Druckschriften von Kolbenherstellern.



**Abb. 7-5:** Verschleißbild der Gleitflächen im Detail

### 7.1.3 VENTILTRIEB, STEUERKETTE, SPANNSCHIENEN

Auf der Abbildung 7-1 sind die vordere und hintere Kettengleitschiene in stark verschlissenen Zustand abgebildet.

Die Abbildungen 7-2 und 7-3 zeigen das Verschleißbild im Detail. Die Abbildung 7-3 zeigt die auf der Rückseite der hinteren Steuerkettenspannschiene vorhandene Kugelkalotte, in die der Steuerkettenspanner eingreift. Übermäßiger Verschleiß an den Steuerkettenspannschienen und an der Steuerkette selbst tritt sowohl bei zu lose als auch bei zu fest gespannter Steuerkette auf.

Eine zu lose gespannte Steuerkette neigt zum Schlagen, während eine zu sehr gespannte Steuerkette zu große Kräfte auf die Gleitflächen der Spannschienen und die Kugelkalotte ausübt, was zu ähnlichen Schadensbildern führt, wie auf den Abbildungen 7-1 bis 7-5 zu sehen.

### 7.1.4 NOCKENWELLE

Schäden an der Nockenwelle entstehen durch Öl­mangel oder durch ein zu groß eingestelltes Ventilspiel, wobei sich letzteres durch übermäßige Geräuschentwicklung bemerkbar macht und es in der Regel korrekt eingestellt wird, bevor ein Schaden eintritt.

Auf den Abbildungen 7-6 bis 7-9 ist eine Nockenwelle zu sehen, deren Nocken wegen Öl­mangels unter übermäßiger Wärmeentwicklung eingelaufen sind. Die dazugehörigen Gleitflächen eines Kipphebels ist auf den Abbildungen 7-10 und 7-11 abgebildet.



**Abb. 7-6:** Nockenwelle mit wegen Öl­mangel verschlissenen Nocken.



**Abb. 7-7:** Nockenwelle mit wegen Öl­mangel verschlissenen Nocken

## 7.1.5 VENTILE

Schäden an Ventilen entstehen durch ein zu großes oder zu kleines Ventilspiel. Arbeitet sich das Ventil in den Ventilsitz ein, wird das Ventilspiel kleiner und das Ventil schließt nicht mehr richtig. Der Ventilsitz „verbrennt“ durch die am nicht mehr schliessenden Ventil vorbeiströmenden heißen Verbrennungsgase.

Zunächst weniger problematisch ist ein zu großes Ventilspiel, weshalb das Ventilspiel auch oft etwas größer als der vorgegebene Wert eingestellt wird. Ein zu großes Ventilspiel macht sich durch

Geräuscentwicklung bemerkbar, während man ein zu kleines Ventilspiel erst bemerkt, wenn ein Schaden eingetreten ist.

Nachteil eines zu großen Ventilspiels ist, neben einem geringen Leistungsverlust (weil das Ventil nicht mehr weit genug öffnet), dass der Kipphebel mit der Einstellschraube später nach einem größeren Leerhub – und damit auch schneller – auf die Stirnfläche des Ventilschaftes trifft. Dabei arbeitet sich die Einstellschraube (Abbildung 7-13) in die Stirnfläche des Ventilschaftes (Abbildung 7-12) ein.



**Abb. 7-8:** Verschlissene Nocken im Detail



**Abb. 7-9:** Verschlissene Nocken im Detail



**Abb. 7-10:** Dazugehörige Gleitfläche eines Kipphebels



**Abb. 7-11:** Dazugehörige Gleitfläche eines Kipphebels



**Abb. 7-12:** Stirnfläche des Ventilschaftes



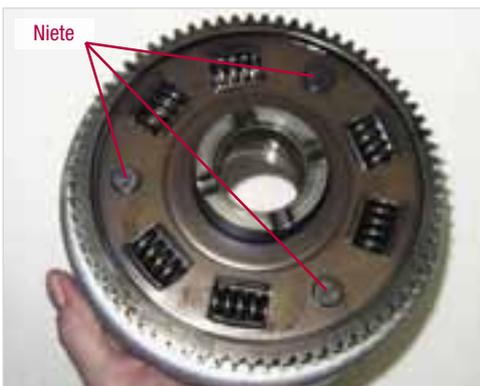
**Abb. 7-13:** Dazugehörige Fläche der Einstellschraube

## 7.2 KUPPLUNG

Um die Vibrationen des Motors von den Zahnflanken der Getrieberäder zu isolieren, wird das Drehmoment des Motors nicht durch eine starre Verbindung auf die Kupplung übertragen, sondern über sechs auf der Rückseite des Kupplungskorbes angeordnete „Ruckdämpferfedern“, die das Sekundärrad des Primärtriebs mit dem äußeren Kupplungskorb verbinden. Das bedeutet, dass diese Federn unter Last – bei steigendem Drehmoment – zusammengedrückt werden

und sich bei Entlastung wieder ausdehnen. Sowohl die Federn als auch deren Auflagen im Kupplungskorb sind für diese Belastung zu schwach ausgelegt, so dass die Federn brechen und sich in den Kupplungskorb einarbeiten.

Abbildung 7-14 zeigt das Innenteil des Kupplungskorbes mit angebauten Zahnrad des Primärtriebs und die Abbildung 7-15 das Außenteil des Kupplungskorbes von der Rückseite mit abgebauten Ruckdämpferfedern. Auf den Abbildungen 7-16 und 7-17 sind eine gebrochene Ruckdämpferfeder und die dazugehörige



**Abb. 7-14:** mit angebauten Zahnrad des Primärtriebs



**Abb. 7-15:** Rückseite des Kupplungskorbes mit abgebauten Ruckdämpferfedern



**Abb. 7-16:** Gebrochene Ruckdämpferfeder



**Abb. 7-17:** Vertiefung für Ruckdämpferfeder mit Einlaufspuren

Vertiefung des Außenteils im Kupplungskorb, in die sich die Feder bereits eingearbeitet hat, dargestellt.

Federn mit größerem Drahtdurchmesser bringen Abhilfe, allerdings haben verstärkte Ruckdämpferfedern auch eine geringere Schutzwirkung für das Getriebe.

Sowohl die Kupplungsreibrscheiben als auch die dazwischen angeordneten Blechscheiben arbeiten sich mit deren Kanten in die jeweiligen Nuten des Innen- und Außenteils des Kupplungskorbs ein. Die Abbildungen 7-18 und 7-19 zeigen die Abdrücke der Blechscheiben in den Nuten des Innenteils des Kupplungskorbs.

Auf den Abbildungen 7-20 und 7-21 sind die Nuten des Außenteils des Kupplungskorbs mit den Abdrücken der Kanten der Kupplungsreibrscheiben dargestellt. Abbildung 7-22 zeigt eine Detailvergrößerung der Abdrücke.

Ein Nacharbeiten ist normalerweise nicht notwendig, da die Kupplung trotz der Abdrücke noch trennt, was lediglich etwas langsamer geschieht, da die Zapfen der Kupplungsscheiben über die Abdrücke hinwegrutschen müssen. Man sollte jedoch bewusst langsamer schalten, damit die Kupplung beim Gangwechsel auch vollständig getrennt ist, da sonst Bauteile des Getriebes beschädigt werden.



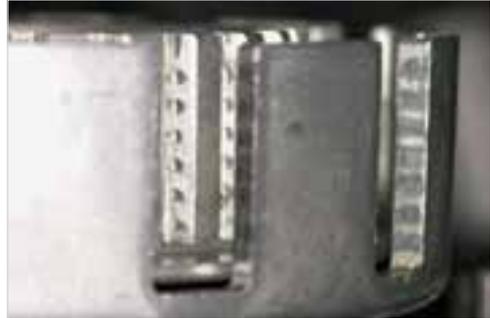
**Abb. 7-18:** Innerer Kupplungskorb mit Abdrücken der Blechscheiben



**Abb. 7-19:** Innerer Kupplungskorb mit Abdrücken der Blechscheiben (Detailvergrößerung)



**Abb. 7-20:** Nuten des äußeren Kupplungskorbs



**Abb. 7-21:** Abdrücke der Reibscheiben in den Nuten des äußeren Kupplungskorbs

## 7.3 GETRIEBE

Am Getriebe und dem Schaltmechanismus können Schäden durch Verschleiß und durch Fehlbedienung auftreten.

### 7.3.1 ZAHNRÄDER

Bei den Zahnrädern treten Schäden an den Zahnflanken auf, auf deren Entstehen man außer mit der Ölqualität keinen Einfluss nehmen kann, wobei abgenutzte Schaltklauen darauf zurückzuführen sind, dass zu schnell und bei nicht vollständig getrennter Kupplung geschaltet wurde.

#### 7.3.1.1 ZAHNFLANKEN

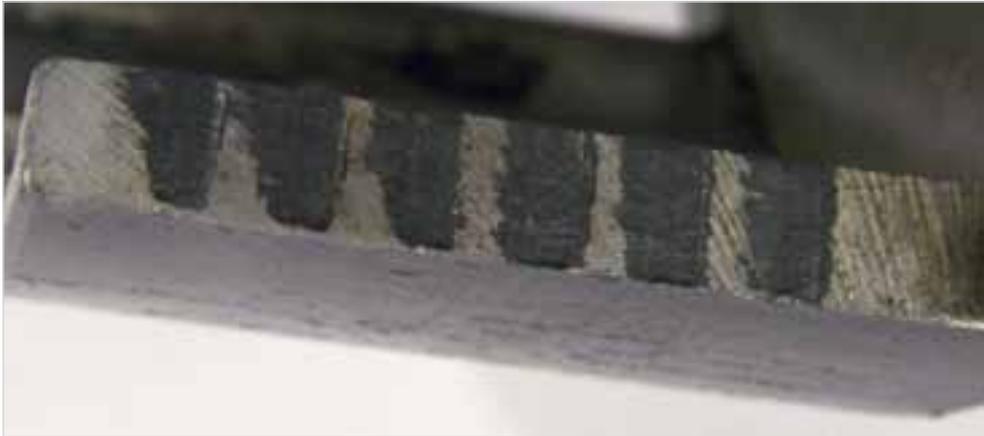
Die Abbildungen 7-23 und 7-24 zeigen Zahnflanken aus einem Getriebe mit einer Laufleistung von ca. 260.000 bis 270.000 km mit starker Pittingbildung an den Zahnflanken. Die Pittingbildung wurde beim Wechsel des Kugellagers der

Getriebeausgangswelle bemerkt, welches deutliches Spiel aufwies. Inwieweit das defekte Lager die Pittingbildung begünstigt hat, ist derzeit nicht zu bewerten.

#### 7.3.1.2 SCHALTCLAUEN

Die abgenutzten Schaltklauen des Zahnrades des vierten Ganges (Abb. 7-26) und die ebenso abgenutzten Kanten der Nuten im Zahnrad des ersten Ganges machten sich durch laute Rattergeräusche im ersten Gang bemerkbar, so dass der erste Gang nicht mehr benutzbar war. Die Flächen, auf der die Schaltnocken noch tragen, sind stark verkleinert, so dass ein solcher Schaden schnell fortschreiten wird. Getrieberäder, an deren Schaltklauen bzw. deren Gegenstück, den Nuten, bereits ein Verschleiß sichtbar ist, sollten nicht mehr verwendet werden, da auch die Schaltgabeln in Mitleidenschaft gezogen werden.

Da die Schaltklauen aus den Nuten herausrutschen – sozusagen überspringen – wirkt beim „überspringen“ eine Kraft



**Abb. 7-22:** Abdrücke der Reibscheiben in den Nuten des äußeren Kupplungskorbs (Detailvergrößerung)



**Abb. 7-23:** Pittingbildung an den Zahnflanken



**Abb. 7-24:** Pittingbildung an den Zahnflanken



**Abb. 7-25:** Zahnrad des ersten Ganges auf der Getriebeausgangswelle



**Abb. 7-26:** Zahnrad des vierten Ganges auf der Getriebeausgangswelle



**Abb. 7-27:** Zahnrad des vierten Ganges auf der Getriebeausgangswelle

auf die Schaltgabeln, die die Getrieberäder auf den Getriebewellen hin- und herschieben.

### 7.3.1.3 NUTEN DER SCHALTGABELN

Die Getrieberäder werden von den Schaltgabeln zum Schalten der einzelnen Gänge in axialer Richtung auf den Getriebewellen verschoben. Sie haben umlaufende Nuten, in die die Schaltgabeln eingreifen. Abbildung 7-27 zeigt das Zahnrad des vierten Ganges auf der Getriebeausgangswelle, dessen Schaltklauen auf der Abbildung 7-26 zu sehen sind.



**Abb. 7-29:** Schaltgabeln



**Abb. 7-28:** Zahnrad des vierten Ganges auf der Getriebeausgangswelle

Die Kraft, die durch das „Überspringen“ der Schaltklauen verursacht wird, hat an den Schaltgabeln und in den umlaufenden Nuten einen Abrieb verursacht, der im Detail auf der Abbildung 7-28 gezeigt wird.

### 7.3.2 SCHALTGABELN

Ein ähnlicher Materialabrieb wie an den umlaufenden Nuten entsteht auch an den Enden der Schaltgabeln, die in die umlaufenden Nuten eingreifen. Die Folge ist, dass das Ende der Schaltgabel schmaler wird, während sich die umlaufenden Nuten verbreitern.



**Abb. 7-30:** Schaltgabel zum Schalten des ersten Ganges mit Materialabrieb an den Enden



**Abb. 7-31:** Ölfilter mit eingerissenem Filtersieb.

Die Schaltklauen werden dadurch nicht mehr weit genug in die entsprechenden Nuten des Gegenrades geschoben, so dass die Fläche, die zur Kraftübertragung zur Verfügung steht, kleiner wird und damit ein Abrunden der Kanten der Schaltklauen einhergeht, wie auf der Abbildung 7-26 in fortgeschrittenem Stadium zu sehen.

Ein Aussehen der Schaltgabel zum Schalten des ersten Ganges, wie auf den Abbildungen 7-29 und 7-30 dokumentiert ist die weitere Folge. Schaltgabeln, die an den Enden einen beginnenden Verschleiß aufweisen, sollten auf keinen Fall mehr verwendet werden, obwohl damit zunächst ein einwandfreies Schalten möglich sein wird. Weil aber die Schaltklauen nicht mehr richtig tragen können, da diese nicht mehr weit genug in die Nuten des Gegenrades hineinragen, so dass eine ausreichend große Fläche zur Kraftübertragung zur Verfügung steht, wird es vorzeitig zu dem hier dokumentierten Schadenbild kommen.

## 7.4 ÖLKREISLAUF

### 7.4.1 ÖLFILTER

Das Filtersieb des originalen Ölfilters, das sich an der tiefsten Stelle des Motorgehäuses unterhalb der Kurbelwelle befindet, neigt bereits nach kurzer Nutzungsdauer zum Einreißen, wie dieses auf der Abbildung 7-31 zu sehen ist. Es besteht die Möglichkeit, solche Ölfilter zu reparieren und durch das Anbringen eines Prallblechs zu verhindern, dass das Filtermaterial wieder reißt. Zu empfehlen ist eine solche Reparatur jedoch trotzdem nicht, da das Filtermaterial zu grobmaschig ist, um feine Metallpartikel, die insbesondere beim Abwälzen der Zähne der Getrieberäder entstehen, so wirksam auszufiltern, dass diese der Ölpumpe nicht mehr schaden können.

Es werden innenliegende Papierfilter angeboten, deren Filterpatronen ausgetauscht werden können. Nachteil hierbei ist, dass zum Filterwechsel die Sumpffilterplatte abgebaut werden muss. Dann gibt es einen Umbau auf eine außenliegende Filterpatrone, wie diese bei Pkw-Motoren üblich ist. Hierbei wird jedoch die Bodenfreiheit eingeschränkt.

Der **Nachteil** eines Papierfilters anstelle des originalen Siebfilters ist dessen **Einbauort auf der Saugseite der Ölpumpe**.

Ein Papierfilter wird üblicherweise auf der Druckseite der Ölpumpe eingebaut, da dieser, sofern er verstopft, einreißt, so dass die Ölversorgung des Motors – wenn auch ungefiltert – immer noch erfolgt. Verstopft das Papierfilter auf der Saugseite der Pumpe, kann die Pumpe kein Öl mehr ansaugen und ein Motorschaden ist die unausweichliche Folge.

Der nachträgliche Einbau eines Papierfilters anstelle des Siebfilters hat den Vorteil, dass das Öl besser gefiltert wird, aber den

Nachteil, dass bei mangelnder Wartung durch einen verstopften Filter ein Ölmenge eintreten kann, der zu einem Motorschaden führen wird.

### 7.4.2 ÖLPUMPE

Auf der Abbildung 7-32 ist ein stark verschlissener äußerer Rotor zu sehen. Die Ölpumpe verschleißt durch Metallabrieb, der vom Ölfiler nicht ausgefiltert wird. Mit zunehmendem Verschleiß fördert die Ölpumpe immer weniger Öl, was wieder erhöhten Verschleiß an anderen Bauteilen des Motors und des Getriebes mit noch mehr Abrieb zur Folge hat.

Auf den Abbildungen 7-34 und 7-35 sieht man einen äußeren Rotor mit einem Riss, der von einem nicht ausgefilterten Fremdkörper verursacht wurde.



Abb. 7-32: Äußerer Rotor der Ölpumpe

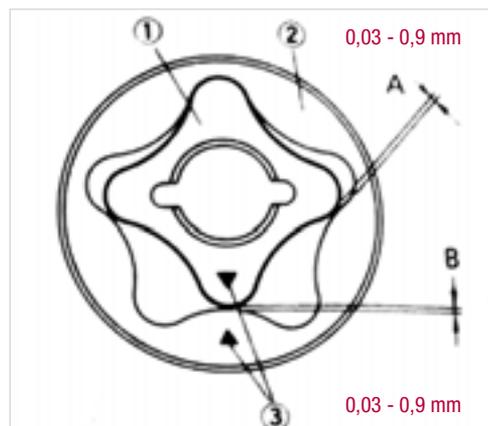


Abb. 7-33: Verschleißmaße des äußeren Rotors



**Abb. 7-34:** Außenteil der Ölpumpe mit Riss



**Abb. 7-35:** Außenteil der Ölpumpe mit Riss (Detail)

## 7.5 EINFAHREN

Wenn der Motor wieder zusammgebaut ist und Ventile und Zündung wieder eingestellt sind, kann dieser in den Rahmen eingebaut werden.

Bevor man den Motor zum ersten Mal startet, sollte man sich davon überzeugen, dass der Ölkreislauf funktioniert, wobei eine vollständige Prüfung bei montiertem Motor nicht möglich ist.

Man kann sich davon überzeugen, dass die Ölpumpe überhaupt arbeitet, indem man auf beiden Seiten einen Ventildeckel entfernt und bei herausgedrehten Zündkerzen den Kickstarter betätigt. Nach einiger Zeit muss im Zylinderkopf Öl ankommen – allerdings braucht man dazu einige Geduld und muss lange genug kicken.

Über das Einfahren eines neuen Motor oder eines Motors, der überholt wurde, gibt es viele Meinungen.

Moderne Motoren müssen nicht mehr eingefahren werden – das liegt daran, dass mit heutigen Fertigungsmethoden bessere Oberflächengüten bei geringen Toleranzen hergestellt werden können, die es nicht mehr notwendig machen, dass aufeinander reibende Oberflächen sich aufeinander einarbeiten.

Bei dem XS 650 Motor entstehen nach einer Grundüberholung des Motors lediglich in dessen Laufbuchsen neu bearbeitete Oberflächen, die sich auf die Mantelfläche des Kolbens einarbeiten müssen. Wurden neue Übermaßkolben eingeschliffen, ist es keine übertriebene Vorsicht, wenn man in der ersten Zeit – etwa auf einer Strecke von 500 km – dem Motor nicht die volle Leistung abverlangt.

Wurden jedoch lediglich Bauteile des Getriebes oder Lager gewechselt, ist ein „Einfahren“ nicht notwendig.

## 8. ELEKTRIK

### 8.1 VEREINFACHTER SCHALTPLAN

**D**ie Elektrik der XS 650 ist relativ aufwändig und die Schaltpläne in den Werkstatthandbüchern für denjenigen, der nicht ausgebildeter Kfz-Mechaniker oder Elektriker ist, unübersichtlich und schwer lesbar. Es sind viele Funktionen und Bauteile vorhanden, die man nicht unbedingt benötigt. Der Kabelbaum wird dadurch aufwändig und unübersichtlich. Auch die Störanfälligkeit wird größer, denn da wo viele Kabel sind, ist die Wahrscheinlichkeit, dass eines durchscheuert und zu einem Kurzschluss führt oder zu einem Kriechstrom, der die Batterie bei stehendem Fahrzeug entlädt, einfach größer, auch wenn man den betreffenden Stromkreis gar nicht braucht.

Auf den folgenden Seiten habe ich eine vereinfachte Elektrik beschrieben, die ich auch so installiert habe. Diese enthält nur noch die Funktionen, die man zum Fahren auf öffentlichen Straßen unbedingt benötigt. Der Auslöser, die hier beschriebene Elektrik beim eigenen Motorrad einzubauen, wird in vielen Fällen ein Problem in der vorhandenen sein. Ich habe daher im Anschluss an die Beschreibung der Schaltpläne die Funktion

der einzelnen Bauteile beschrieben und wie man diese prüfen kann. Dabei habe ich großen Wert darauf gelegt, mich möglichst allgemeinverständlich auszudrücken und auf Fachausdrücke zu verzichten, auch wenn dieses nicht immer ganz korrekt sein mag.

Der Übersichtlichkeit halber habe ich den Schaltplan in zwei Bereiche, den „Ladestromkreis“ (Abb. 8-7) und den „Verbraucherstromkreis“ (Abb 8-6) aufgeteilt und auch getrennt dargestellt. Den „Ladestromkreis“ habe ich, auch was die Kabelfarben angeht, im Original belassen. Im „Verbraucherstromkreis“ wählte ich, in Anlehnung an das Original, für Masseleitungen die Farbe Schwarz und für geschaltetes Plus die Farbe braun. In dem hier beschriebenen Schaltplan sind nur noch sehr wenige Leitungen vorhanden, so dass man auch mit weniger Kabelfarben auskommt, als ich sie hier verwendet habe. Um die Schaltpläne besser beschreiben zu können, habe ich die Schaltpläne farbig dargestellt. Wenn ich also von einem blauen Kabel spreche ist hiermit eine blaue Linie im Schaltplan gemeint.

## 8.1.1 VERBRAUCHERSTROMKREIS

Um die Leitungen möglichst kurz zu halten, habe ich das Zündschloss unter dem rechten Seitendeckel angebaut (Abb. 8-1). Ich verwandte hier das originale Zündschloss, es geht aber auch jedes andere, wenn es drei Anschlüsse mit drei Schlüsselstellungen hat. In der Stellung 1 ist der Schlüssel abzuziehen und es besteht keine Verbindung zwischen den Anschlüssen, in der Stellung 2 sind Anschluss eins und zwei miteinander verbunden, in der Stellung 3 die Anschlüsse eins, zwei und drei.

Beim Originalzündschloss befindet sich am Anschluss 1 ein rotes Kabel (von der Batterie kommend), am Anschluss 2 zwei

braune Kabel (geschaltetes Plus) und am Anschluss 3 ein blaues Kabel (Fahrlicht).

Damit nicht ein Kurzschluss bei einem Verbraucher die beim Originalschaltplan einzige Sicherung durchbrennen lässt und man erst weiterfahren kann, wenn der Fehler behoben ist, habe ich einen Sicherungskasten (Conrad Best. Nr. 84 05 64-33) unter dem linken Seitendeckel eingebaut (Abb. 8-2). Von den sechs vorhandenen Sicherungen werden 5 benötigt.

Ein braunes Kabel vom Anschluss zwei ist mit den Sicherungen 2 bis 6 im Sicherungskasten verbunden, das blaue Kabel vom Anschluss eins mit der Sicherung



**Abb. 8-1:** Zündschloss versetzt

*Das Zündschloss befindet sich auf einem Halter unterhalb des rechten Seitendeckels. Damit wird die Zuleitung von der Batterie und die Verbindung zum Sicherungskasten im rechten Seitendeckel möglichst kurz gehalten.*



**Abb. 8-2:** Sicherungskasten für Flachsicherungen

*Hinter dem linken Seitendeckel befindet sich zwischen Regler und Luftfilter ein Sicherungskasten mit Steckplätzen für 6 Flachsicherungen. Conrad Best. Nr. 84 05 64-33*

1. In der ersten Stellung des Schlüssels werden also alle Verbraucher und die Zündung mit Strom versorgt, in der Stellung zwei zusätzlich das Fahrlicht.

**Sicherung 1: Fahrlicht,** Kennfarbe **blau**

Das blaue Kabel vom Zündschloss (Anschluss drei) geht zur Sicherung 1 und dann weiter zum Umblendschalter in der Schaltereinheit links am Lenker. Von dort verläuft ein blau/grünes Kabel zur Abblendlichtglühlampe und ein blau/gelbes zur Fahrlichtglühlampe. Die Klemmen beider Glühlampen sind über Dioden (Conrad Best.Nr 15 28 97-33) zur Standlichtglühlampe im Hauptscheinwerfer und zur Instrumentenbeleuchtung verbunden. Ein weiteres blaues Kabel führt von der Sicherung 1 direkt zum Rücklicht.

**Sicherung 2: Zündung,** Kennfarbe **grau**

Das graue Kabel verläuft von der Sicherung 2 direkt zu je einem Anschluss der beiden Zündspulen. Der andere Anschluss der Zündspule wird dann mit dem jeweiligen Kontaktpaar hinter dem Chromdeckel auf der linken Nockenwellenseite verbunden. Das Kontaktpaar, das sich direkt auf der Grundplatte befindet und mit „R“ gekennzeichnet ist, ist für die rechte Zündspule und für den rechten Zylinder zuständig, das Kontaktpaar auf der Hilfsgrundplatte („L“) für die linke Seite.

**Sicherung 3: Bremslicht,** Kennfarbe **gelb**

Ein gelbes Kabel verbindet die Sicherung 3 mit den beiden Bremslichtschaltern und verläuft dann weiter zum Bremslicht in der Rückleuchte.



Abb. 8-3: Kabel zum Standlicht mit Dioden

*Die Standlichtbirne erhält Ihren Strom über zwei Dioden (Conrad Best.Nr 15 28 97-33), die sie mit den Zuleitungen für Fahr- und Abblendlicht verbinden. An der Klemme der Standlichtbirne schliesst man die Instrumentenbeleuchtung an (im Foto nicht zu erkennen).*

#### **Sicherung 4: Blinker**, Kennfarben **grau/schwarz, rot, grün**

Von der Sicherung 4 geht ein grau/schwarzes Kabel zu einem Anschluss des Blinkgebers und vom zweiten Anschluss weiter zum Blinkerschalter in der Schaltereinheit am Lenker links. Von hier verläuft je ein grau/rotes und ein grau/grünes Kabel zu den Blinkern der rechten und linken Fahrzeugseite.

#### **Sicherung 5: Hupe**, Kennfarbe **rosa**

Ein rosa-farbenes Kabel verbindet die Sicherung 5 mit dem Hupenknopf in der Schaltereinheit am linken Lenkerende. Von dort geht es weiter zur Hupe.

Die Sicherung 6 bleibt frei.

Aus Sicherheitsgründen kann es auch sinnvoll sein, die Standlichtbirne separat abzusichern, damit man für andere Verkehrsteilnehmer erkennbar bleibt, wenn

die Sicherung für das Fahrlicht durchbrennt. Man legt dann das blaue Kabel vom Zündschloss zusätzlich auf die freibleibende Sicherung und führt von hier aus ein Kabel zur Standlichtbirne. Dann kann man sicher sein, dass man für andere Verkehrsteilnehmer erkennbar bleibt, wenn die Sicherung für das Fahrlicht durchbrennt.

Auch eine Kontrollleuchte für die Blinker, die man genauso wie die Standlichtbirne über zwei Dioden anschließt, erscheint mir sinnvoll, damit man nicht vergisst, den Blinker wieder abzuschalten.

Das, was ich bis hierher beschrieben habe, ist das mindeste, was man benötigt. Die Installation dürfte keine Schwierigkeiten bereiten. Hilfreich kann es sein, wenn man sich vorstellt, die Kabel seien Wasserleitungen und die Schalter Absperrhähne, so wie das Wasser besser

durch ein dickes Rohr fließt, fließt auch der Strom besser durch ein dickes Kabel. Jeder, der im Haus schon mal eine Deckenleuchte installiert hat, sollte damit zurechtkommen. Man legt die Kabel immer von der Sicherung im Sicherungskasten zum Schalter und von dort zum Verbraucher (Glühlampe, Hupe). Zuletzt umwickelt man alles mit Gewebband von Tesa. Es sieht nicht unbedingt professionell aus, ist aber auf jeden Fall nicht schlechter als das in der Serienfertigung verwendete Bougierrohr.

## 8.1.2 LADESTROMKREIS

Während der Verbraucherstromkreis noch recht einfach nachvollziehbar ist, wenn man sich vorstellt, die Kabel seien Wasserleitungen und die Schalter Absperrhähne, kommt man mit diesem Vergleich beim Ladestromkreis nicht so recht weiter. Den Ladestromkreis nach dem Schaltplan auf dieser Seite zu installieren sollte kein Problem sein. Um jedoch die Funktion der Bauteile zu prüfen, muß man sich näher damit auseinandersetzen. Näheres dazu im Abschnitt 8.2.

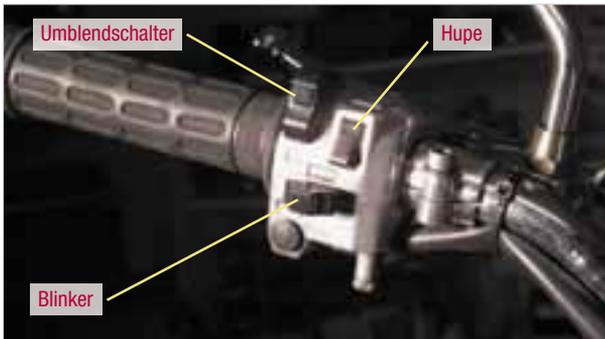


Abb. 8-4: linke Schaltereinheit mit neuer Belegung

*Die rechte Schaltereinheit am Lenker wird nicht mehr benötigt. Der Schalter, der ursprünglich für die Lichthupe vorgesehen ist, betätigt jetzt die Hupe. Ein Blindstopfen verschließt die Bohrung für den ursprünglichen Hupenknopf.*



Abb. 8-5: Instrumente mit Voltmeter

*An die freie Sicherung 6 habe ich ein Voltmeter angeschlossen, das den Ladezustand der Batterie anzeigt, und ob die Zündung eingeschaltet ist,*

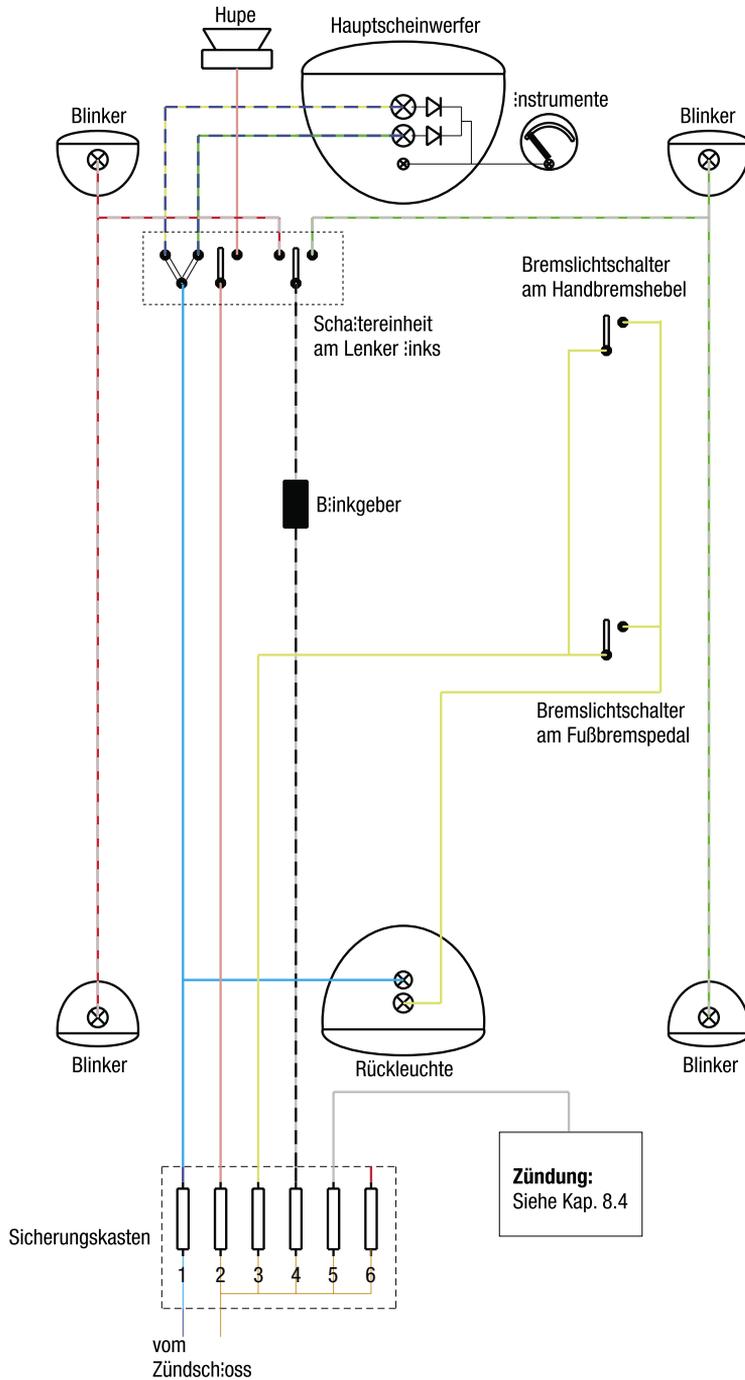


Abb. 8-6: Verbraucherstromkreis

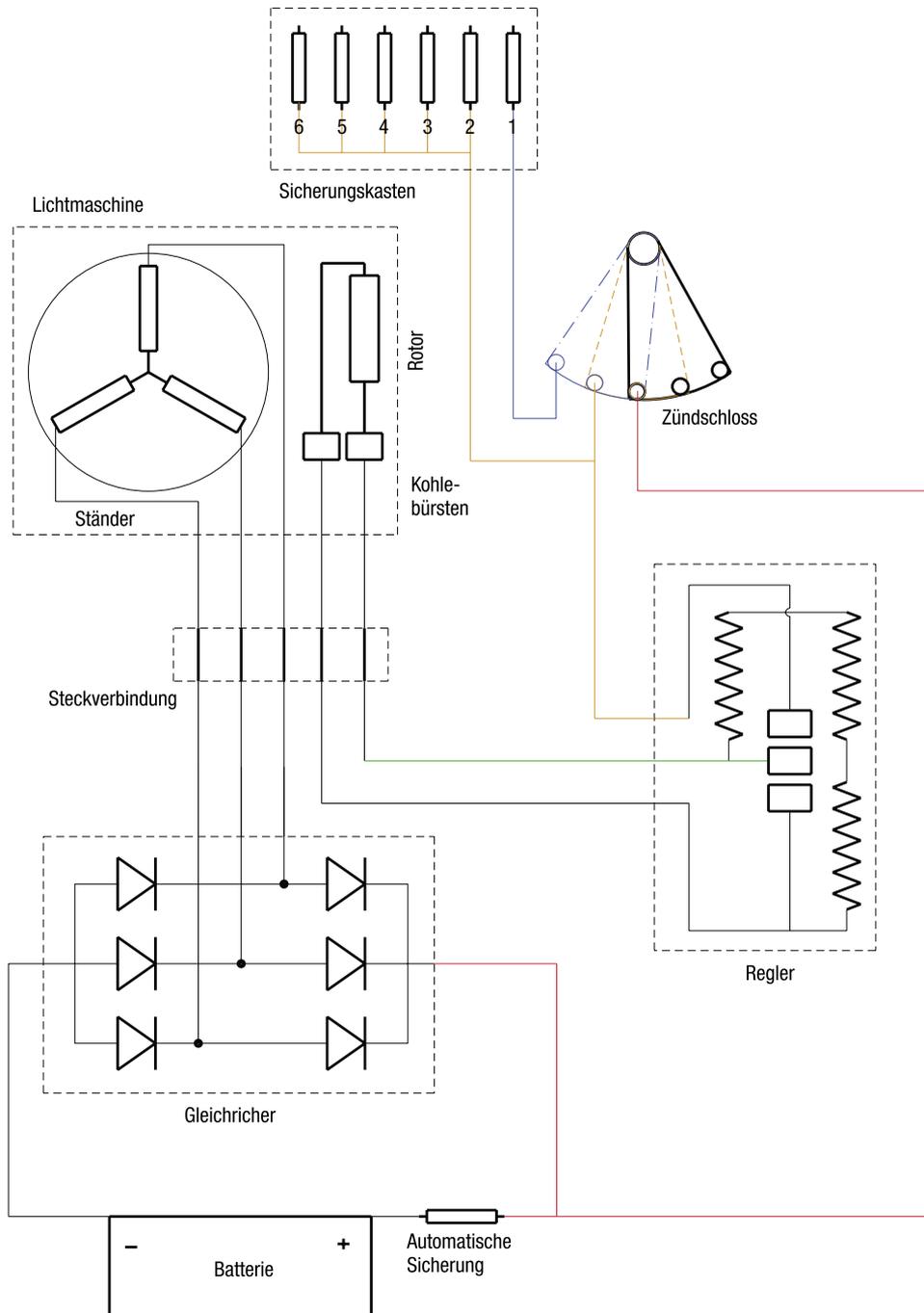


Abb. 8-7: Ladestromkreis

## 8.2. FUNKTION DER BAUTEILE DES LADESTROMKREISES

Fehlfunktionen in der Elektrik äußern sich oft in der Weise, dass die Batterie häufig „leer“ ist. Hierfür kann es mehrere Gründe geben. Auf den ersten Grund, die Batterie ist schon recht alt und muss ersetzt werden, möchte ich nicht weiter eingehen. Wenn man bei stehendem Motor das Fahrlicht einschaltet, und es nach ein bis zwei Minuten bereits merklich dunkler wird, sollte man eine neue Batterie kaufen.

Dafür, dass die Batterie nicht richtig geladen wird, gibt es aber zwei Gründe:

***Es sind zuviele Verbraucher da, die die Batterie entladen, das heißt, der Batterie wird ein höherer Strom entnommen, als ihn die „Lichtmaschine“ zu liefern in der Lage ist.***

Laut Werksangabe liefert unsere Lichtmaschine einen Strom von 11 Ampere bei einer Spannung von 14 Volt bei 2000 U/min des Motors. 14 Volt sind notwendig, da die Ladespannung etwas höher sein muss als die Batteriespannung.

Durch eine 55/60 Watt H4 Glühlampe im Hauptscheinwerfer fließt bei eingeschaltetem Abblendlicht ein Strom von 55 Watt – geteilt durch 12 Volt gleich 4,6 Ampere. Hinzu kommen Rücklicht, Zündung, Blinker mit zwei mal 21 Watt (entspricht 3,5 Ampere) und Bremslicht

mit nochmal 21 Watt. Wenn also bei einem Motorrad, das viel im Stadtverkehr mit stop-and-go-Verkehr bewegt wird, die Batterie häufig leer ist, so ist dieses kein Defekt, sondern liegt daran, dass die „Lichtmaschine“ der XS 650 mit den Anforderungen des heutigen Straßenverkehrs einfach überfordert ist.

In den siebziger Jahren gab es die Vorschrift noch nicht, tagsüber mit eingeschaltetem Abblendlicht zu fahren, und H4 Licht gab es auch nicht serienmäßig, sondern Glühlampen mit 40/45 Watt für Fern- und Abblendlicht.

Die Frage nach den bis jetzt noch nicht legalen 100 Watt Glühlampen erübrigt sich damit sicherlich.

***Alte Kabelbäume neigen dazu, dass die Isolierung brüchig wird, Insbesondere bei Nässe können dann sehr kleine Kurzschlussströme fließen, die die Sicherung noch nicht zum „Durchbrennen“ bringen, die Batterie aber mit der Zeit entladen.***

Kann man die bisher genannten Gründe für eine häufig „leere Batterie“ ausschließen, so sollte man den Fehler bei den Bauteilen des „Ladestromkreises“ suchen. Um die Bauteile sinnvoll prüfen zu können, sollte man sich mit ihrer Funktion auseinandersetzen.

## 8.2.1 DIE LICHTMASCHINE

Zuerst ein paar physikalische Grundlagen:

Legt man einen elektrischen Leiter an eine Spannung (Batterie) und bringt ihn in ein Magnetfeld (Hufeisenmagnet, Abb. 8-8), so muss man ihn mit einer gewissen Kraft festhalten, sonst bewegt er sich aus dem Magnetfeld heraus (das Prinzip des Elektromotors). Wird ein elektrischer Leiter (ein Stück Kupferdraht) mit einer gewissen Kraft durch ein Magnetfeld (Hufeisenmagnet) bewegt, so fließt in ihm ein Strom (das Prinzip der „Lichtmaschine“).

Die Stromrichtung ändert sich, je nachdem, ob sich der Leiter in das Magnetfeld hinein- oder heraus bewegt. Natürlich kann man nicht nur einen einzelnen

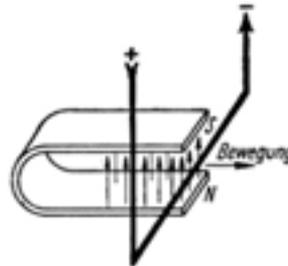


Abb. 8-8: Induktion

Leiter, sondern mehrere Leiterschleifen, eine „Spule“ durch das Magnetfeld bewegen, es entsteht aber immer ein Wechselstrom, wie die Abbildung 8-9 verdeutlicht, da immer Leiterschleifen in das Magnetfeld hinein und wieder heraus bewegt werden.

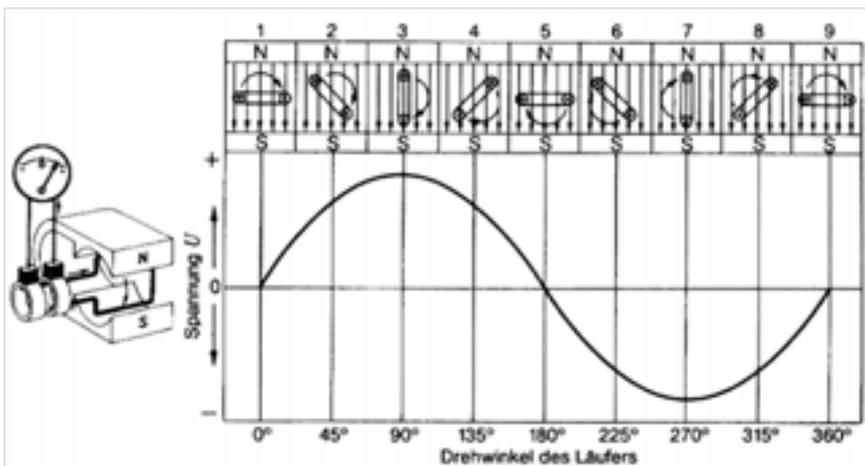


Abb. 8-9: Induktion (Quelle: Bosch)

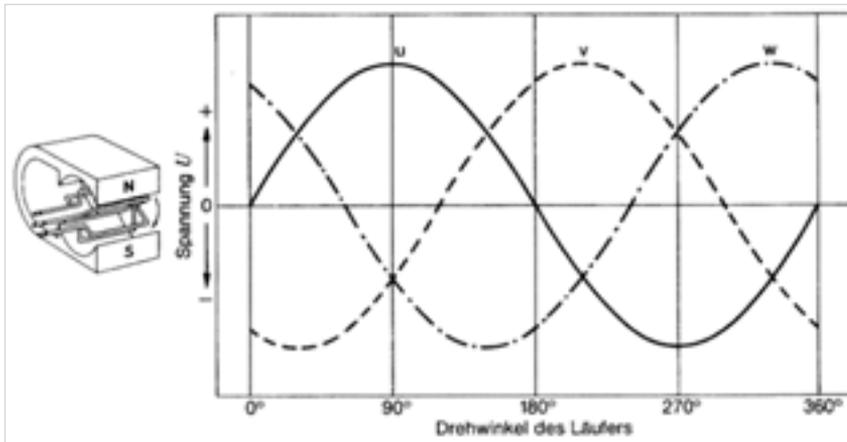


Abb. 8-10: Induktion (Quelle: Bosch)

Bewegt man durch das Magnetfeld nicht eine einzelne Wicklung, sondern drei, die um  $120^\circ$  versetzt zueinander angeordnet sind, so ist dieses das Wirkprinzip der Drehstrom-Lichtmaschine. Bei der „Lichtmaschine“ der XS 650 sind die Enden der drei Wicklungen (Spulen) zusammengeführt und die jeweils andere Seite der Wicklungen ist nach außen geführt. (die drei weißen Kabel, die aus der „Lichtmaschine“ heraus kommen).

Die „Lichtmaschine“, wie sie sich auf dem linken Kurbelwellenstumpf befindet, besteht also aus zwei Bauteilen, den Wicklungen oder Spulen, die sich durch ein Magnetfeld bewegen, und dem Bauteil, welches das Magnetfeld erzeugt.

Eine sehr einfache „Lichtmaschine“ ist ein Fahrraddynamo. Hier dreht sich ein Dauermagnet innerhalb einer Spule. Fährt man schneller, wird das Licht heller, fährt man langsamer, wird es dunkler. So ein Betriebsverhalten kann man

bei einem Motorrad natürlich nicht gebrauchen, das Licht muss immer gleich hell sein, egal ob man schnell oder langsam fährt, man will ja auch von den anderen Verkehrsteilnehmern gesehen werden. Deshalb braucht man ein Magnetfeld, das sich in seiner Stärke verändern lässt.

Die Lichtmaschine der XS 650 ist vom Prinzip her dem Fahrraddynamo sehr ähnlich. Das das Magnetfeld erzeugende Bauteil dreht sich, während das Bauteil, in dem der Strom aufgrund des Magnetfeldes fließt, stillsteht. Um dem sich drehendem Bauteil den notwendigen Strom zuzuführen, ist noch ein weiteres Bauteil notwendig, die Kohlebürsten.

Bild 8-11 zeigt die „Lichtmaschine“ der XS 650 bei abgenommenem linkem Motordeckel. In den Handbüchern und Reparaturanleitungen wird das Bauteil einer Lichtmaschine, welches im Betrieb stillsteht, also mit dem Gehäuse verbun-

den ist, als der „Ständer“ bezeichnet, das Bauteil, welches sich dreht, als der „Läufer“ oder „Rotor“. Aus diesen Bezeichnungen geht noch nicht hervor, welches Bauteil welche Funktion hat, die Funktion, das Magnetfeld zu erzeugen oder die, den Strom zum Laden der Batterie und

für die Verbraucher zu erzeugen. Obwohl ich diese Bezeichnungen für nicht sehr treffend halte, werde ich sie in den folgenden Beschreibungen verwenden, um diejenigen, die bereits im Werkstatt-handbuch zum Thema Elektrik gelesen haben, nicht zu verwirren.

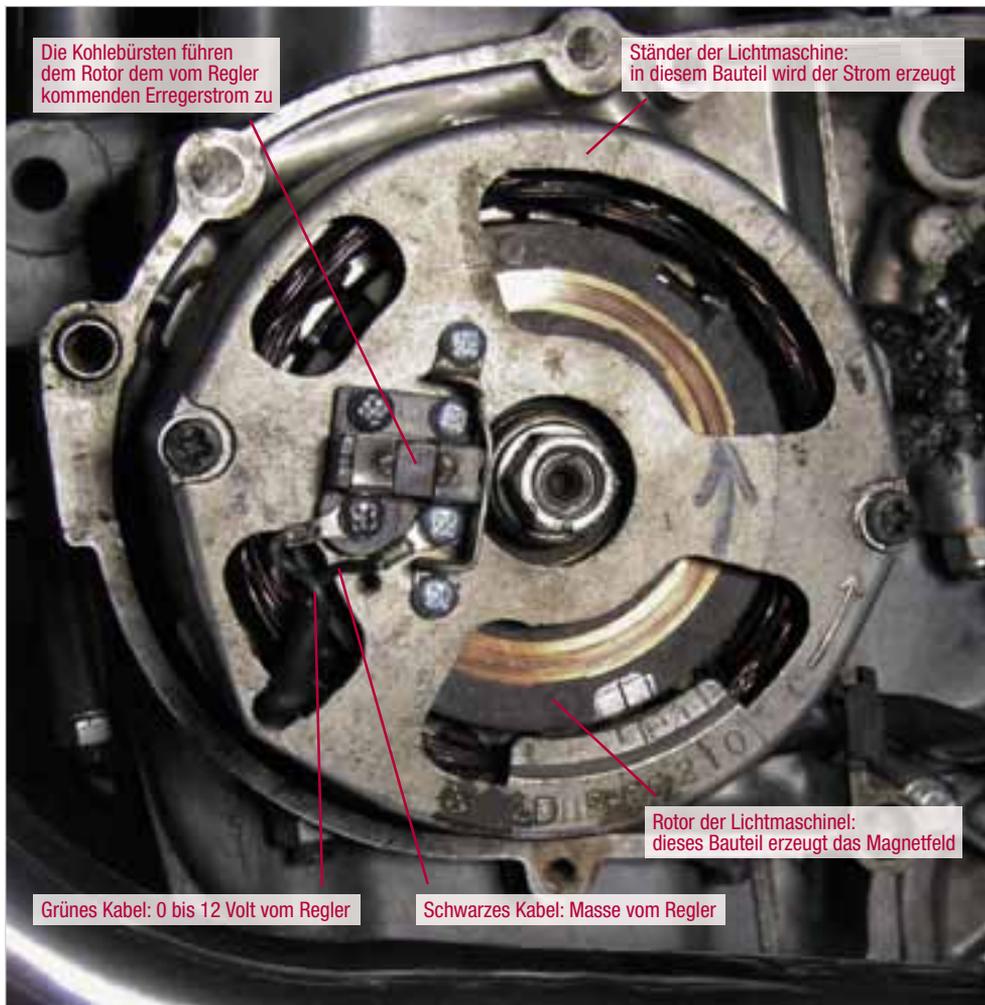


Abb. 8-11: Lichtmaschine

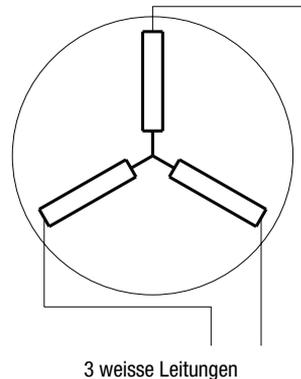
## 8.2.2 DER STÄNDER

Rechts ist das Schaltzeichen für den Ständer abgebildet, wie man es auf den Schaltplänen im Werkstatthandbuch findet. Die drei unter einem Winkel von  $120^\circ$  angeordneten Rechtecke symbolisieren die drei Wicklungen, die den dreiphasigen Wechselstrom (Drehstrom) erzeugen. Auf einer Seite sind die Wicklungen jeweils zusammengeschlossen, die andere Seite ist nach außen geführt. Das sind die drei weißen Leitungen, die man im Verbindungsstecker zum Motor findet.

Weiterhin befinden sich im Gehäuse des Ständers noch die Kohlebürsten, die die Verbindung zum Rotor herstellen. Mit dem Ständer haben sie sonst eigentlich nichts zu tun.

Da sich am Ständer nichts bewegt sind mechanische Schäden, außer vielleicht durch Vibrationen, hier eher selten. Wenn ein Ständer ersetzt werden muss, dann weil eine oder mehrere Wicklungen „durchgebrannt“ sind.

Unter einer „durchgebrannten“ Sicherung kann sich jeder etwas vorstellen. Da ist dann der dünne Draht, der sich bei den heute üblichen Flachsicherungen zwischen den beiden Steckzungen befindet, glühend geworden und das flüssige Metall des Drahtes ist herunter getropft. Die Verbindung zwischen den Steckzungen ist damit unterbrochen.



Bei einer Wicklung meint man mit „Durchbrennen“ etwas anderes. In einer einzelnen Leiterschleife wird nur eine sehr geringe Spannung induziert. Um eine ausreichend hohe Spannung zu erhalten, muss man mehrere Leiterschleifen durch das Magnetfeld bewegen. Damit man die Leiterschleifen möglichst eng zusammenlegen kann, verwendet man einen Isolierlack, um die sich sonst berührenden Leiterschleifen voneinander zu trennen. Werden die Wicklungen zu heiß, so kann der Isolierlack schmelzen und die Leiterschleifen haben direkten Kontakt untereinander. An solch einer Kontaktstelle fließt der Strom nicht mehr durch die Schleife sondern nimmt den kürzeren Weg durch die Kontaktstelle. Der Widerstand der Wicklung wird damit **kleiner**, weil der Strom von einem Ende zum anderen einen kürzeren Weg zurücklegen muss. Eine Wicklung wird



Abb. 8-12: Ständer aussen

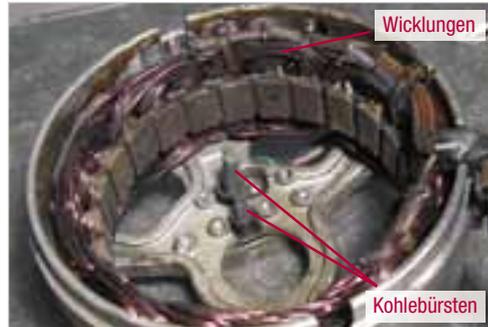
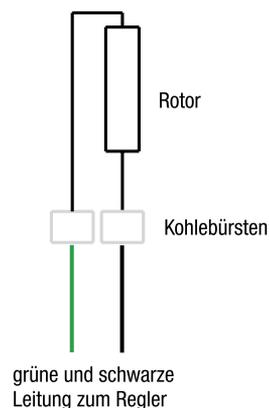


Abb. 8-13: Ständer innen

damit nicht sofort unbrauchbar, sie lässt allerdings in ihrer Leistung nach.

Der Draht der Wicklungen des Ständers hat, über den Isolierdraht gemessen einen Durchmesser von ca. 1 mm. Dieses entspricht einem Querschnitt von etwa 0,75 mm<sup>2</sup>. Laut Werkstatthandbuch soll der zwischen zwei weißen Kabeln gemessene Widerstand etwa 0,8 bis 1 Ohm betragen. Bei einem spezifischen Widerstand von Kupfer von 0,0185 Ohm mm<sup>2</sup>/m entspricht 1 Ohm Widerstand einer Leitungslänge von etwa 40 m, den der Strom von einem Ende zum anderen durchfließen muß. Misst man hier einen geringeren Widerstand, so bedeutet dieses, dass der Strom einen geringeren Weg zurücklegen muss. Mehr hierzu im Abschnitt 8.3, Prüfung der Elektrik.

Wicklung des Rotors besteht genauso wie die des Ständers aus Kupferdraht, der mit einem Isolierlack versehen ist. Solch eine Spule oder Wicklung hat natürlich nicht nur einen mit dem Ohmmeter messbaren Widerstand, sondern auch eine Induktivität – es soll ja ein Magnetfeld aufgebaut werden. Den Begriff Induktivität hier zu erklären würde zu weit führen. Das korrekte Schaltzeichen



### 8.2.3 DER ROTOR

Der Rotor besteht aus einer Wicklung, deren Enden über die Schleifringe zugänglich sind. Das Schaltbild des Rotors ist ein Rechteck, welches in der Elektrotechnik für einen Widerstand steht. Die

für eine Wicklung oder Spule, die immer auch einen ohmschen Widerstand hat, ist ein ausgefülltes Rechteck. Ich habe hier sowohl für die Wicklungen des

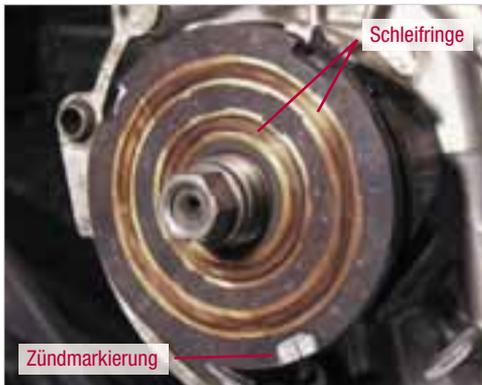


Abb. 8-14: Rotor

Ständers als auch des Rotors ein nicht ausgefülltes Rechteck verwandt, um gleiche Symbole wie im Handbuch zu verwenden. Auf der Stirnfläche des Rotors befindet sich auch die Zündmarkierung, die jedoch nichts mit seiner Funktion in der „Lichtmaschine“ zu tun hat. An dem der XS 650 ähnlichen Rotor auf Bild 8-15 ist der Verlauf der Feldlinien des Magnetfeldes durch Pfeile dargestellt. Man sieht, dass die Pfeile in verschiedene Richtungen weisen.

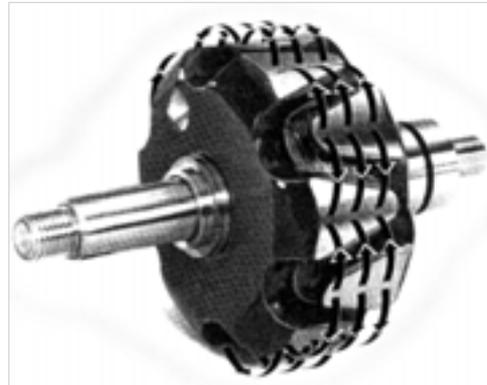


Abb. 8-15: Rotor (Quelle: Bosch)

Man kann die Kohlebürsten vom Yamaha-Händler fertig kaufen oder den Halter und die Feder wiederverwenden. Das Graphitteil mit dem eingelassenem Draht kann wesentlich billiger bei Teilehändlern beschafft werden.

Kohlebürsten sind Verschleißteile, die nach ca. 10.000 km abgenutzt, d.h. so kurz sind, dass die Andruckkraft der Feder nicht mehr ausreicht, um einen sicheren Stromfluss zu den Schleifringen des Rotors zu gewährleisten.

## 8.2.4 DIE KOHLEBÜRSTEN

Die Kohlebürsten sind Graphitstifte mit einer Länge im Neuzustand von 15 mm und einem Querschnitt von 4,5 x 5 mm sowie einem eingelassenem Kupferkabel. Aufgabe der Kohlebürsten ist es, den Erregerstrom auf den sich drehenden Rotor zu übertragen. Die Abb. 8-16 zeigt eine Kohlebürste im Neuzustand, eine schon gebrauchte mit angelötetem Halter und eine verschlissene.

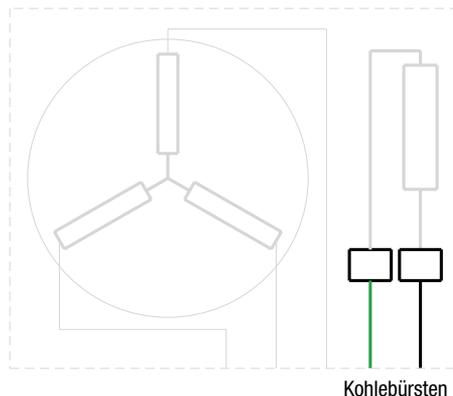
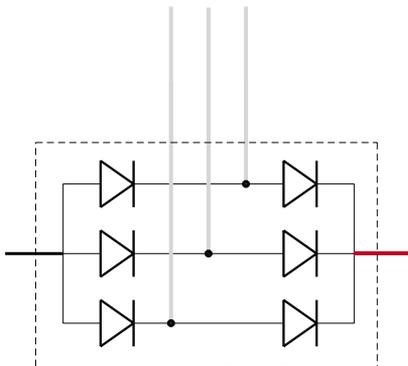




Abb. 8-16: Kohlebürsten

## 8.2.5 DER GLEICHRICHTER

Die „Lichtmaschine“ bestehend aus Rotor und Ständer kann aus den eingangs



beschriebenen Gründen nur Wechselstrom liefern, der ständig seine Richtung wechselt. Mit Wechselstrom kann man aber nicht die Batterie laden, deswegen muss dieser gleichgerichtet werden. So

wie es für Flüssigkeiten Rückschlagventile gibt, die die Flüssigkeit nur in einer Richtung durchlassen, gibt es für den Strom Dioden, die ihn nur in einer Richtung fließen lassen und in der anderen Richtung sperren. Da unsere Lichtmaschine über drei Wicklungen verfügt, die mit den drei weißen Leitungen herausgeführt sind, müssen auch drei Ströme gleichgerichtet werden.

Im Bild links sieht man das Schaltzeichen des Gleichrichters, wie man es in den Schaltplänen findet, auf Abb. 8-17 den serienmäßigen Gleichrichter, wie er unter der Batterie eingebaut ist. Bild 8-19 zeigt eine preiswerte Alternative, rechts mit angebautem Kühlkörper, diese sind z.B. von Conrad Elektronik zu beziehen.

Das Schaltzeichen verdeutlicht die Funktionsweise recht gut. Um es noch mehr zu veranschaulichen, habe ich sechs Dioden, wie ich sie auch für die Standlichtbirne im Hauptscheinwerfer verwendet habe (Kapitel 8.1.1), zu einem Gleichrichter zusammengebaut.

Auf Bild 8-18 sind die drei weißen Leitungen zu sehen, wie sie aus der Lichtmaschine kommen, die Rote, welches zum Zündschloß und zum Batteriepluspol geht und die Schwarze, die vom Batterienminuspol kommt. Die Ströme in den drei weißen Leitungen von den Wicklungen des Ständers ändern je nach Drehzahl des Motors ihre Richtung mehr oder weniger schnell. Sie werden dann entweder von den Dioden im „vorwärts“-Zweig



Abb. 8-17: Gleichrichter

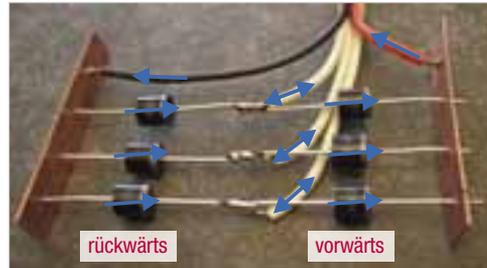


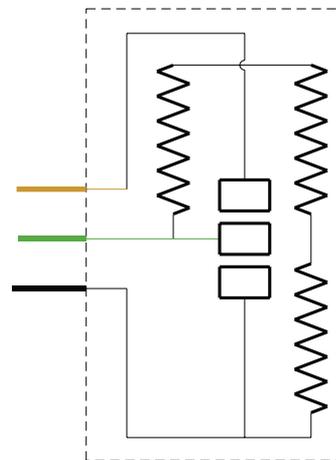
Abb. 8-18: selbstgebauter Gleichrichter

in das rote Kabel durchgelassen, oder von den Dioden im „rückwärts“-Zweig gesperrt. Durch das rote Kabel fließen sie dann vereint zu den Verbrauchern und von dort durch das schwarze Kabel und die Dioden im „rückwärts“-Zweig zu

## 8.2.6 DER REGLER



Abb. 8-19: Gleichrichter von Conrad-Elektronik



den Wicklungen im Ständer zurück, womit der Stromkreis geschlossen ist. Ein solcher Gleichrichter ist noch einiges billiger als der von Conrad Elektronik und elektrisch voll funktionsfähig. Ob er aber auch in der Lage ist, mit den mechanischen Belastungen im Fahrbetrieb fertig zu werden, wage ich zu bezweifeln, aber im Notfall wird so etwas einige Zeit funktionieren.

So wie sich mit der Drehzahl des Motors nicht nur die Stromrichtung in den Wicklungen des Ständers mehr oder weniger schnell ändert, so nimmt auch die Spannung mit höherer Motordrehzahl zu. Zum Laden der Batterie benötigt man aber eine einigermaßen konstante Spannung, die etwas über der Nennspannung der Batterie von ca. 12 Volt liegt. Auch die Beleuchtung benötigt eine konstante Spannung von ca. 12 Volt. Zur Erinnerung noch einmal die Funktionsweise der Lichtmaschine: Über die Kohlebürs-



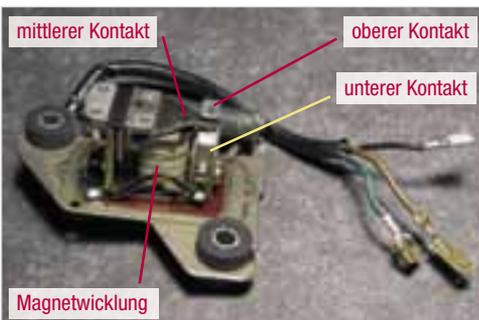
**Abb. 8-20:** Regler geschlossen

ten und Schleifringe fließt durch die Wicklung des Rotors ein Strom, der ein Magnetfeld erzeugt. Im sich drehenden Magnetfeld befinden sich die Wicklungen des Ständers, in die sich eine, mit der Motordrehzahl ändernde, Spannung induziert wird. Diese Spannung hängt aber nicht nur von der Motordrehzahl, sondern auch von der Stärke des Magnetfeldes ab, welches vom durch den Rotor fließenden Strom erzeugt wird. Der Strom, der durch den Rotor fließt – und damit die Stärke des Magnetfeldes – lassen sich leicht durch die Spannung beeinflussen, die an den Kohlebürsten anliegt. Aufgabe des Reglers ist es, die Spannung so einzustellen, das die Spannung der Ständerwicklungen etwa 14 Volt beträgt.

Das ist die Spannung, die zum Laden einer 12 Volt Batterie benötigt wird.

Bild 8-20 zeigt den noch geschlossenen Regler, wie er unter dem linken Seitendeckel eingebaut ist. An dem braunen Kabel liegt die Bordspannung an – wird diese zu klein, z. B. bei stehendem Motor, dann liegt hier die Batteriespannung an. So liegt an dem grünen Kabel die gleiche, zu diesem Zeitpunkt höchste, verfügbare Spannung im Bordnetz an. Wird der Motor jetzt angelassen, und erhöht sich mit steigender Motordrehzahl die Bordspannung, so muss die Spannung, die am grünen Kabel anliegt, verringert werden, sonst wird die Bordspannung zu hoch. Damit wird die Lichtmaschine überlastet, die Batterie kann anfangen zu kochen und die Glühlampen der Beleuchtung können durchbrennen.

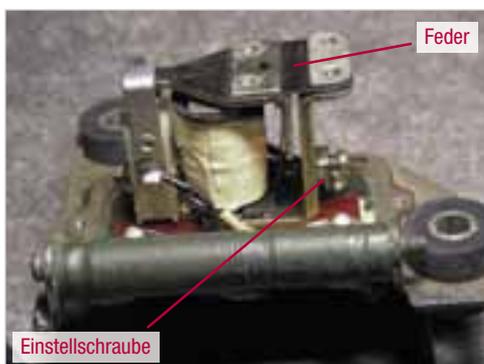
Um die Spannung, die am grünen Kabel anliegt, und von deren Höhe die Stärke des vom Rotor erzeugten Magnetfeldes abhängt, zu verringern, wird das grüne Kabel nicht mehr direkt mit dem Bordnetz verbunden, sondern es werden Widerstände dazwischen geschaltet.



**Abb. 8-21:** Regler geöffnet



**Abb. 8-22:** Regler geöffnet



**Abb. 8-23:** Regler geöffnet (Details)

Auf den Bildern 8-21 und 8-22 ist der Regler mit abgenommenem Deckel zu sehen. Wie dem Schaltbild des Reglers zu entnehmen, ist das braune Kabel mit dem oberen Kontakt, das grüne mit dem mittleren Kontakt und das schwarze Kabel (Masse) mit dem unteren Kontakt verbunden. Zusätzlich liegt das braune Kabel an der Magnetwicklung. Ist die Bordspannung niedrig, wird der mittlere Kontakt durch eine Feder gegen den oberen gedrückt. Das braune und das grüne Kabel haben also direkte Verbindung. Bei größer werdender Bordspannung wird natürlich auch das Magnetfeld stärker und der Magnet zieht den mittleren Kontakt von dem oberen weg. So lange der mittlere Kontakt sich zwischen den beiden anderen befindet, fließt der Strom aus dem braunen Kabel durch den Widerstand und durch das grüne Kabel zur Rotorwicklung. Weil der Strom erst den Widerstand passieren muss, ist die Spannung an der Rotorwicklung natürlich geringer, was ein schwächeres Magnetfeld bewirkt. Steigt die Bordspannung weiter an, so zieht der Magnet im Regler

den mit dem grünen Kabel verbundenen mittleren Kontakt gegen den mit dem schwarzen Kabel verbundenen unteren Kontakt. Jetzt liegen beide Enden der Rotorwicklung auf Masse und es gibt kein Magnetfeld mehr. Die Bordspannung fällt jetzt ab und damit die Spannung in der Magnetwicklung im Regler. Die Feder kann jetzt den mittleren Kontakt wieder vom unteren wegziehen, so dass ein Strom wieder vom braunen Kabel über den Widerstand zum grünen Kabel fließen kann. Jetzt baut sich um den Rotor wieder ein Magnetfeld auf und in den Ständerwicklungen wird wieder eine Spannung induziert. Fällt die Bordspannung trotzdem weiterhin ab, weil sich z. B. die Motordrehzahl verringert oder ein Verbraucher zugeschaltet wird, so wird die Anziehungskraft des Magneten geringer und die Feder drückt den mittleren gegen den oberen Kontakt, so dass jetzt an der Rotorwicklung wieder die höchste in diesem Moment verfügbare Spannung anliegt.

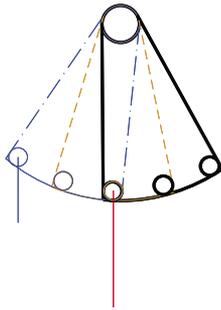
Dieses Spiel wiederholt sich in Bruchteilen von Sekunden. Es wird deutlich, dass die Anziehungskraft des Magneten im Regler, Rückstellkraft der Feder und der Widerstand im Regler aufeinander abgestimmt sein müssen. Die Vorspannung der Feder läßt sich mit der Einstellschraube verändern.

Da durch die Wicklung des Magneten und durch den Widerstand Ströme fließen, werden diese im Betrieb warm. Bei Umbauten sollte man daher immer darauf achten, dass der Regler, wie es

für alle elektrischen Bauteile gilt, genug Kühlluft erhält. Von den bekannten Zubehörhändlern werden inzwischen zuverlässige elektronische Spannungsregler angeboten.

## 8.2.7 DAS ZÜNDSCHLOSS

Das Zündschloss sollte auf möglichst kurzem Wege mit der Batterie verbunden werden. Es soll auf der einen Seite dafür sorgen, dass das Fahrzeug nicht unbefugt benutzt werden kann, auf der



anderen Seite soll es das gesamte Bordnetz von der Batterie abtrennen, wenn das Fahrzeug nicht benutzt wird. Wenn man vergisst, das Licht abzuschalten, so ist nach einiger Zeit schlimmstenfalls die Batterie leer. Vergisst man die Zündung auszuschalten, so fließt durch eine der beiden Zündspulen ein Strom, der die Batterie entlädt und der die Zündspule warm werden lässt, was zum Durchbrennen von Wicklungen führen kann. Das gleiche gilt für die Magnetwicklung im Regler.

Wird der Kabelbaum älter, wird meistens die Isolierung brüchig und es können sich durch Feuchtigkeit Kriechströme bilden, die bei stehendem Fahrzeug die Batterie entladen. Solche Kriechströme sollten zumindestens bei stehendem Fahrzeug nicht fließen können, indem das Zündschloß die Batterie von der Bordelektrik abtrennt. Ich habe daher das Zündschloß direkt unter der Batterie angebracht und damit eine potentielle Stelle für Kriechströme, die Kabel im Bereich des Lenkkopfes, ausgeschaltet.

Als Zündschloss reicht ein einfacher Schlüsselschalter, bei dem man den Schlüssel in ausgeschaltetem Zustand abziehen kann (das verlangt der Gesetzgeber). Vorteilhaft ist es, wenn das Zündschloss mindesten drei Stellungen hat: In der ersten trennt es die Batterie vom Bordnetz: der Zündschlüssel kann abgezogen werden. In der zweiten haben alle Verbraucher und der Regler bis auf das Fahrlicht Spannung. So kann man den Motor starten. Nachdem der Motor angesprungen ist, kann man mit der zweiten Stellung das Fahrlicht einschalten. Am Zündschloss sind drei Kabel vorhanden, ein rotes als Eingang von der Batterie, ein braunes für geschaltetes Plus (Stellung 1) und ein blaues für das Fahrlicht (Stellung 2) In Stellung 2 hat das rote Kabel Durchgang zu dem braunem und dem blauen Kabel, in der Stellung 1 nur zum braunem. Das originale Zündschloss hat noch eine vierte Stellung mit einem 4. Kabel, die aber hier nicht benutzt wird.

## 8.3 PRÜFUNG DER BAUTEILE DES LADESTROMKREISES

Wenn eine Fahrzeugbatterie häufig leer ist, gibt es hierfür drei Gründe: auf den ersten möchte ich nicht weiter eingehen: die Batterie hat mit zunehmendem Alter an Kapazität verloren und sollte ersetzt werden.

Dann gibt es noch zwei weitere Gründe:

***Der Batterie wird mehr Strom entnommen, als die Lichtmaschine liefert.***

Das können zusätzliche Verbraucher wie Heizgriffe sein, mit denen die Lichtmaschinen moderner Motorräder, deren Leistungen zwischen 300 und 700 Watt liegen, fertig werden. Die Lichtmaschine der XS 650 mit nur 168 Watt Nennleistung ist damit aber überfordert. Durchgeschauerte Isolierungen von Kabeln können bei Nässe Kriechströme zulassen, die noch keinen Kurzschluss verursachen, also die die Sicherung durchbrennen lassen, die aber die Batterie zusätzlich belasten und beim Fahren Ladestrom kosten.

***Der letzte Grund für eine häufig leere Batterie ist, dass die Lichtmaschine einfach nicht soviel Strom liefert, wie sie eigentlich sollte, wenn alle Bauteile in Ordnung wären.***

Bei der Suche nach fehlerhaften Bauteilen kann man recht systematisch vorgehen und ist dann sicher, dass, sollte man alles richtig geprüft haben, der Fehler nicht

in der Stromversorgung liegt. Die Suche nach Kriechströmen erfordert mehr Geduld und Intuition, da der Kriechstrom nicht immer auftreten muss, sondern z.B. nur bei einem bestimmten Lenkeinschlag oder bei Nässe.

### 8.3.1 NOTWENDIGE MESSGERÄTE

Um die Elektrik eines Fahrzeugs auf Fehler zu überprüfen braucht man in jedem Fall Messgeräte. Früher gab es spezielle Messgeräte für den Kfz Bereich bei Versandhäusern und im Autozubehörhandel zu kaufen. Nachdem die elektrischen Anlagen von Autos heute weit komplizierter und weniger stör anfällig geworden sind, werden diese Geräte heute kaum noch angeboten.

Dafür gibt es heute recht preisgünstig Vielfach-Messgeräte zu kaufen, die vieles können, was wir für die Fahrzeugelektrik nicht brauchen, dafür aber einiges was man für zu Wartungsarbeiten an der Kfz-Elektrik eigentlich braucht, nicht können. Da diese Geräte sehr billig sind, kann man das sicher in Kauf nehmen. Das Gerät auf der Abbildung 8-24 habe ich bei Aldi für 3,99 Euro gekauft und es hat im Prinzip alles was wir brauchen.



**Abb. 8-24:** Vielfachmessgerät (Voltmeter, Ohmmeter)

Solch ein Gerät sollte auf jeden Fall in der Lage sein, Spannungen bis 20 Volt einigermaßen genau zu messen, d.h. einen Messbereich von 0 bis 20 Volt haben. Um die Widerstände von Wicklungen im Rotor und Stator sowie den Widerstand im Regler messen zu können, braucht man einen Ohm-Messbereich, der so klein wie möglich ist. Der Sollwert von Statorwicklungen ist 0,8 bis 1 Ohm. Mit einem Messbereich von 0 bis 200 Ohm, wie ihn das Messgerät von Aldi hat, ist



**Abb. 8-25:** Durchgangsprüfer

eine solche Messung schon recht ungenau, aber teurere Messgeräte von Conrad beispielsweise haben auch keinen kleineren Messbereich.

Um Kriechströme aufzuspüren, reicht dieses allerdings nicht aus. Das Messgerät auf Abb. 8-25 gibt es in der hier gezeigten einfachsten Ausführung für etwa 10 Euro in Baumärkten zu kaufen. Es hat eine eingebaute Batterie und man kann damit Leitungen auf Durchgang prüfen. Lässt der Leiter zwischen der Prüfspitze und der Krokodilklemme den Strom aus der eingebauten Batterie durch, so erklingt ein Summton und die grüne Leuchtdiode leuchtet auf, wenn man den roten Knopf drückt.

Das Gerät zeigt sehr empfindlich an. Bei abgeklemmter Batterie sollte zwischen den Anschlußleitungen kein Durchgang feststellbar sein, wenn alle Verbraucher abgeschaltet sind. Trotzdem sprach das Gerät hier manchmal an, obwohl kein Fehler erkennbar war, der auf einen Kriechstrom hindeutete.

### 8.3.2 PRÜFUNG AUF KRIECHSTRÖME

Es gibt in vielen Veröffentlichungen Tips, wie man Kriechströme, die im Betrieb und bei stehendem Fahrzeug die Batterie langsam entladen, aufspüren kann. Ich möchte nicht allzuweit darauf eingehen, weil dieses eine Beschreibung der Bauteile der Elektrik und eine Anleitung zur Überprüfung der Bauteile des Ladestrom-

kreises sein soll. Eine Beschreibung aller Möglichkeiten die zu Kriechströmen führen können, wäre hier mit Sicherheit zu umfangreich. Um bei der Suche einigermaßen erfolgreich zu sein, sollte man sich einfach an die Tatsache halten, das ein Kriechstrom ein Strom ist, der unter Umgehung des eigentlichen Verbrauchers vom Batteriepluspol bzw. vom Sicherungskasten oder Schalter zur Masse fließt und dabei so klein ist, das die Sicherung nicht anspricht. In diesem Stromkreis muss bei ausgeschaltetem Verbraucher ein „Durchgang“ feststellbar sein, oder ein Widerstand, der kleiner als „unendlich“ ist – bei „unendlich“ zeigt das Messgerät nichts an, oder, bei einem analogen Messgerät, steht der Zeiger am Skalenende. Je kleiner der Widerstand, desto größer ist der Strom, der hier fließen und die Batterie entladen kann.

Um eine solche „undichte Stelle“ zu finden, kann man erstmal die einzige Sicherung oder die Sicherungen der einzelnen Verbraucher durch eine Glühlampe (mit 21 Watt beginnen) ersetzen. Glimmt diese bei ausgeschaltetem Verbraucher/Verbrauchern, so befindet sich in diesem Kreis eine Stelle, an der ein kleiner Strom am Verbraucher vorbei zur Masse fließen kann. Die Suche wird effektiver, wenn man die Verbraucher, wie eingangs beschrieben einzeln abgesichert hat. Als nächstes baut man die Batterie aus und schließt

anstelle der Batterie ein Ohmmeter oder einen Durchgangsprüfer an. Hierbei sollte man auch mal den Lenker hin und her bewegen, da Kabel gerne im Bereich des Lenkkopfes durchscheuern und dann nur bei bestimmten Lenkeinschlägen an Masse anliegen.

### 8.3.3 PRÜFUNG DES LADESTROMKREISES

Wie in Kapitel 8.2 bereits erwähnt, liefert unsere Lichtmaschine bei 2000 U/min 14 Volt laut Angabe im Werkstatthandbuch. Bei niedrigeren Drehzahlen, im Leerlauf bei 1200 bis 1500 U/min liefert sie weniger. Daher ist das Fahrlicht im Leerlauf dunkler als bei Motordrehzahlen, die höher als 2000 U/min sind. Die einfachste Prüfung ist es daher, mit dem Scheinwerfer eine Wand anzustrahlen und das Gas ein wenig aufzudrehen. Das Licht muß dabei heller werden. Tut es das nicht, ist



Abb. 8-26: Prüfung des Ladestroms

im Ladestromkreis etwas nicht in Ordnung und man muß damit rechnen, auf der nächsten Fahrt mit leerer Batterie liegen zu bleiben. Man kann dieses gut im „stop-and-go“-Verkehr in der Stadt, bei dem ja meist mehr Strom verbraucht wird, als die Lichtmaschine liefern kann, beobachten. Das eigene Licht strahlt auf das Heck des vor einem stehenden Autos. Wenn man anfährt, dreht der Motor meist über 2000 U/min und das Licht wird heller. Noch effektiver ist natürlich ein im Cockpit eingebautes Voltmeter, auf dem man anhand der angezeigten Spannung immer eine Kontrolle hat, ob die Batterie geladen wird oder nicht. Aber viele Instrumente sind sicherlich nicht jedermanns Sache. Wer sich in Kapitel 8.2 zuerst über die Funktion der Bauteile des Ladestromkreises informiert hat, der weiss, dass die Lichtmaschine, um Strom produzieren zu können, erstmal Strom braucht. Bei stehendem Motor kommt dieser aus der Batterie. Die Nennspannung der Batterie ist so hoch, das sie bei niedrigen Drehzahlen die Lichtmaschine soweit erregt, um ihre Nennspannung von 14 Volt bei 2000 U/min abzugeben.

Zuerst sollte man prüfen, ob diese Spannung auch an den Kohlebürsten ankommt. Bei der serienmäßigen Verkabelung muß der Strom von der Batterie über den Lenkkopf zum Zündschloss und zurück zum Motor fließen. Auf diesem Weg können ein paar Zehntel Volt verloren gehen – mehr aber sollte es nicht sein. Man misst also zuerst die Batteriespan-

nung direkt an den Batterieklemmen und dann an den Kohlebürsten wie auf Abb. 8-26 gezeigt. Der angezeigte Wert sollte um nicht mehr als 0,5 Volt auseinander liegen. Jetzt startet man den Motor. Bis etwa 2000 U/min soll die Batteriespannung anliegen. Fällt die Spannung früher ab, so wird die Batterie nur bei höheren Drehzahlen geladen. Für jemanden, der meist bei höheren Drehzahlen auf Landstrassen und Autobahnen unterwegs ist, also weniger ein Problem. Fällt die Spannung erst bei höheren Drehzahlen ab, wird die Lichtmaschine überlastet. Hier stimmt das Zusammenspiel zwischen Feder und Magnet im Regler nicht. Mehr dazu im Kapitel 8.3.8 „Prüfung des Reglers“.

### 8.3.4 PRÜFUNG DES ROTORS

Der Rotor ist das Bauteil im Ladestromkreis, welches am häufigsten ausfällt. Im Prinzip ist der Rotor sehr einfach zu prüfen. Der Rotor besteht aus einer Wicklung, deren Widerstand 5 Ohm betragen soll. Durch Verschleiß, d.h. „durchbrennen“, von Wicklungen kann der Widerstand nur kleiner werden, da dann die Isolierung zwischen zwei Windungen „durchgebrannt“ ist, und der Strom auf einem kürzeren Weg von einem Schleifring zum anderen gelangen kann. Misst man also einen höheren Widerstand als 5 Ohm, so ist dieses in jedem Fall ein Messfehler. Ursache kann



**Abb. 8-27:** Prüfung des Rotors

sein, dass die Schleifringe oxidiert sind und damit einen Widerstand darstellen, den man natürlich auch misst. Deshalb sollte man die Schleifringe vor der Messung auf jeden Fall gründlich reinigen. Hierzu kann man Schleifpapier mit einer Körnung von 600 oder feine Stahlwolle verwenden.

Zum Messen sollte man das Ständergehäuse abnehmen. Das Ohmmeter lässt einen Strom durch den zu messenden Widerstand fließen. Der Strom, der vereinfacht gesagt zurückkommt, ist ein Maß für die Größe des Widerstandes.

Über die Kohlebürsten kann bei einem Defekt im Regler oder bei durchgescheuerten Kabeln ein Strom fließen, der einen zu geringen Widerstand vortäuscht. Ist man jetzt sicher, bei der Messung alles richtig gemacht zu haben und stellt man einen Widerstand fest, der deutlich unter 5 Ohm liegt, oder stellt man einen Durchgang von einem der Schleifringe

zur Masse fest, so sollte man den Rotor austauschen. Zwischen einem Schleifring und der Masse muss das Ohmmeter einen unendlich großen Wert anzeigen, d.h. bei einem Zeigerinstrument steht der Zeiger am rechten Skalendenende, ein digitales Instrument zeigt gar nichts an. Man kann auch einen Durchgangspüfer wie in Abschnitt 8.3.1 beschrieben verwenden. Er darf nicht ansprechen. Ersatz für defekte Rotoren gibt es bei

XS650 Teile-Händlern.

Ein geringerer Widerstand als 5 Ohm bedeutet, dass die Isolierung zwischen einigen Wicklungen durchgebrannt ist. Die verbleibenden Windungen können natürlich nicht mehr ein solch starkes Magnetfeld in der Lichtmaschine aufbauen, wie es für die geforderte Leistung notwendig wäre. Kompensiert wird dieses erst einmal dadurch, dass die verbleibenden Windungen längere Zeit vom Erregerstrom durchflossen werden. Das beansprucht sie natürlich mehr als konstruktiv vorgesehen und sie werden auch wärmer, was wieder dazu führt, dass die Isolierung schmilzt (durchbrennt) und noch weniger Windungen zur Verfügung stehen. Der Schaden schreitet damit beschleunigt fort und der Rotor sollte bald ersetzt werden.

## 8.3.5 DER STÄNDER

Im Bild 8-28 ist das Ständergehäuse mit angebauten Kohlebürsten zu sehen. Die Kohlebürsten stellen die Verbindung vom Regler zum Rotor dar und haben mit dem Ständer eigentlich nichts zu tun. Das Schaltbild rechts zeigt, dass die drei Wicklungen des Ständers in der Mitte zusammengeführt sind. Die anderen Enden sind über die drei weißen Leitungen zugänglich.

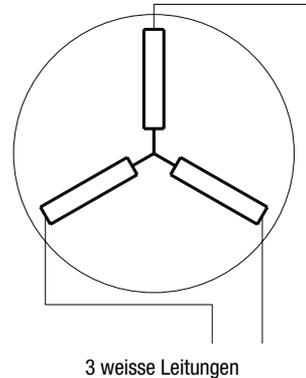
Zum Prüfen auf Funktionsfähigkeit wird der Widerstand zwischen jeweils zwei weißen Leitungen gemessen – als insgesamt drei Messungen. Das Ohmmeter muß **0,8 bis 1,0 Ohm** anzeigen.

**Das gelbe Kabel (hier nicht abgebildet), muss auf jeden Fall vom Stromnetz getrennt werden, sonst misst man mehr als den Widerstand der Wicklungen.**

Man kann sich vorstellen, dass eine solche Messung mit einem Messbereich von 0 bis 200 Ohm, wie ihn die meisten Messgeräte als kleinsten Messbereich haben, nicht sehr genau ist. Zum Schluss wird noch geprüft, ob zwischen den ein-



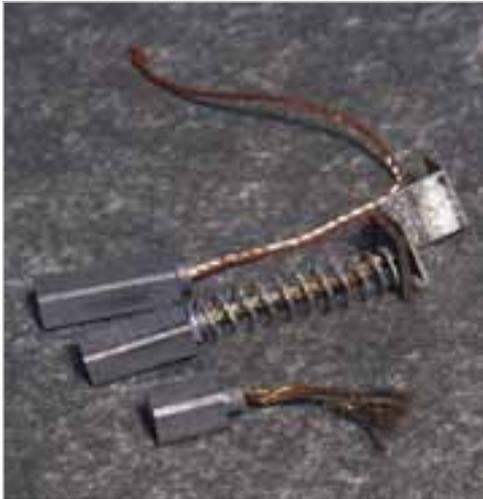
Abb. 8-28: Ständer mit Kohlebürsten



zelnen weißen Leitungen und der Masse ein Durchgang vorhanden ist. Wie man das macht, habe ich bei der Prüfung des Rotors beschrieben.

## 8.3.6 PRÜFUNG DER KOHLEBÜRSTEN

Aufgabe der Kohlebürsten ist es, den Strom vom Regler auf den sich drehenden Rotor zu übertragen. Man löst daher den Stecker vom Regler – damit ist man sicher, dass der vom, auf Widerstandsmessung eingestellten, Vielfachmessgerät oder vom Durchgangsprüfer kommende Strom auch wirklich nur durch die Kohlebürste fließen kann. Eine Prüfspitze wird auf einen Schleifring und die andere auf das Ende des grünen oder schwarzen Kabels gesetzt. Der äußere Schleifring gehört zum grünen Kabel (+ vom Regler) und der innere zum schwarzen Kabel (Masse)



**Abb. 8-29:** Kohlebürsten

Das Ohmmeter soll jetzt einen möglichst kleinen Widerstand anzeigen, bzw. der Durchgangsprüfer sollte ansprechen.

Ist dieses nicht der Fall, so kann es daran liegen, dass die Kohlebürste in ihrer Führung klemmt, dann kann man versuchen, sie gängig zu machen – oder sie ist soweit abgenutzt, dass sie nicht mehr auf dem Schleifring aufliegt. Dann muß

die entsprechende Kohlebürste ersetzt werden. Das Bild links zeigt eine neue Kohlebürste, eine noch brauchbare mit angelötetem Halter und Feder, sowie eine abgenutzte.

### 8.3.6.1 ORIGINALKOHLEN RICHTIG EINBAUEN

(von Stephan Graf)

Der richtige Einbau der Kohlen erspart Ärger und hilft im Notfall. Hier eine kleine Anleitung. Die Originalkohlen werden im Halter eingebaut wie in Bild 8-30 zu sehen. Die Litze wird um das Blättchen herum geführt. Dadurch schaut die Kohle im abgelaufenen Zustand maximal soweit heraus wie in Bild 8-31 zu sehen. Dies verhindert, dass die Kohle zu weit heraus kommt, sich verklemmt und Rotor sowie Kohlenhalter zerstört.



**Abb. 8-30:** Kohlebürsten



**Abb. 8-31:** Kohlebürsten



Abb. 8-32: Kohlebürsten



Abb. 8-33: Kohlebürsten

### 8.3.6.2 PANNE BEHEBEN

(von Stephan Graf)

Jetzt ist man so schön im sardischen Hinterland unterwegs, aber plötzlich beginnt die XS zu bocken, hat Zündaussetzer, läuft nicht mehr rund. Wenn das Licht aus ist, geht's wieder.

Klarer Fall: Batterie ist leer, wird nicht mehr geladen. Jetzt braucht es nur einen Kreuzschraubenzieher, ein Blick auf die Kohlen..... abgelaufen!

Jetzt wird die Kohle wieder eingebaut, aber die Litze falsch rum, wie in Bild 8-32 zu sehen. Dadurch ragt die Kohle etwa 2mm weiter heraus, gut zu sehen beim Vergleich zwischen Bild 8-31 und 8-33, was für etwa 5000 Km gut ist und für eine unbesorgte Heimfahrt reichen sollte.



Abb. 8-34: Original- und Nachbaukohlen



Abb. 8-35: Schleifringe beschädigt

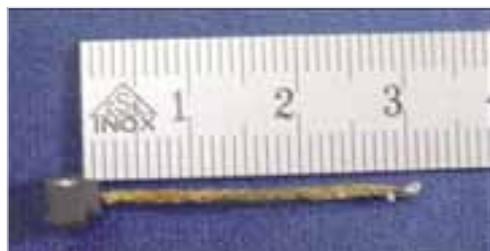


Abb. 8-36: Nachbaukohle

### 8.3.6.3 NACHBAUKOHLN RICHTIG ANLÖTEN

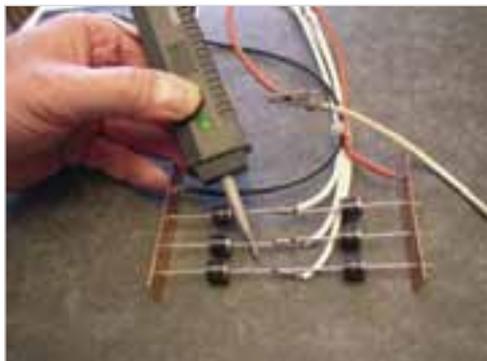
(von Stephan Graf)

Als erstes ganz wichtig:

Die Litzen der Nachbaukohlen sind meist zu lang. In Bild 8-34 ist der Vergleich zwischen einer Originalkohle (oben) und Nachbaukohle (unten) zu sehen. Wenn diese Kohle aber so betrieben wird, nutzt sie sich zu weit ab. Als erstes macht die Kupferlitze mit dem Rotor Kontakt, was die Schleifringe beschädigt (Bild 8-35). Noch länger drin verkantet sie sich und zerstört Kohlenhalter und Rotor.

In Bild 8-36 ist eine Nachbaukohle zu sehen. Das Mass von der Federauflage bis zum Ende der Litze beträgt 31mm. Dies ist zu lang. Vor dem Anlöten sollte die Litze so gekürzt werden, dass dieses Mass 27mm beträgt.

Das Anlöten sollte mit einem sauberen kleinen Lötspitzen am Rand des Blättchens geschehen, wie in Bild 8-30 zu sehen.



**Abb. 8-37:** Prüfung des Gleichrichters am Modell

### 8.3.7 PRÜFUNG DES GLEICHRICHTERS

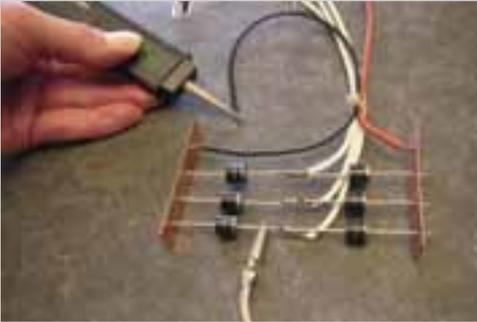
Der Gleichrichter ist sehr einfach zu prüfen. Am besten geeignet hierfür ist der Durchgangsprüfer, da hier der Strom aus der eingebauten Batterie über das zu prüfende Bauteil und die Krokodilklemme zurück zum Gerät fließt. Das Ohmmeter zeigt einen Zahlenwert, der in Durchgangsrichtung der Diode Null ist oder in Sperrichtung der Diode unendlich (keine Anzeige). Hier muss man darauf achten, dass das Ohmmeter richtig herum angeschlossen ist.

Um das Ganze anschaulicher zu machen, demonstriere ich die Prüfung am Modell (Bild 8-37). Das Bild 8-38 zeigt die Prüfung am originalen Gleichrichter.

Der Strom fließt aus den drei vom Ständer der Lichtmaschine kommenden weißen Leitungen über die Dioden rechts im Bild 8-37 durch die rote Leitung ins Bordnetz (Batterie)



**Abb. 8-38:** Prüfung des originalen Gleichrichters



**Abb. 8-39:** Prüfung des Gleichrichters am Modell

Man prüft also von jeder weißen Leitung aus, ob Durchgang zur roten besteht. Dann dreht man den Durchgangsprüfer um. Von der roten zu jeder weißen Leitung darf kein Durchgang vorhanden sein. Jetzt hat man die drei Dioden rechts geprüft.

Damit der Stromkreis geschlossen ist, muss der Strom aus dem Bordnetz in die Ständerwicklungen zurückfließen können. Um dieses zu prüfen, hält man die Spitze des Durchgangsprüfers an das schwarze Kabel. Nacheinander wird bei allen weißen Kabeln geprüft, ob Durchgang vorhanden ist. Dann wird die Prüfung in der anderen Richtung wiederholt. Hier darf der Durchgangsprüfer nicht ansprechen. Damit sind jetzt auch die drei Dioden links geprüft.

Hat man festgestellt, dass an einer Diode in Durchgangsrichtung kein Strom fließt, oder andersherum in Sperrichtung ein Strom fließen kann, so kann die Lichtmaschine, wenn es sich um die zu derselben weißen Leitung gehörenden Dioden handelt, nur noch ein Drittel ihrer Leistung ins Bordnetz liefern.

## 8.3.8 PRÜFUNG DES REGLERS

Zur Prüfung des Reglers benötigen wir das Ohmmeter. Der Regler besteht aus einem Wechselschalter (zwei Stellungen, drei Anschlüsse), Widerständen, durch den der Erregerstrom bei steigender Bordspannung zum Rotor und einer Magnetwicklung fließt. Gemessen wird in den drei Stellungen des Wechselschalters. Vor der Messung sollte man die Kontakte des Schalters sorgfältig reinigen, da ein Übergangswiderstand an den Kontakten das Messergebnis verfälscht und natürlich auch die Funktion des Reglers beeinträchtigt.

Zum Reinigen kann man Schleifpapier mit der Körnung 600 verwenden.

Entsprechen die gemessenen Widerstandswerte in etwa den Sollwerten, so ist der Regler elektrisch soweit in Ordnung. Das heißt aber nicht unbedingt, dass er auch zufriedenstellend funktionieren wird. Bei laufendem Motor, wechselnder Drehzahl und wechselnder Leistungsabnahme aus der Lichtmaschine ändert der mittlere Kontakt seine Stellung zwischen dem oberen und unteren oft in Bruchteilen einer Sekunde. Bei welcher Spannung des Bordnetzes er sich in welcher Stellung befindet, hängt von dem Zusammenspiel zwischen der Feder ab, die den mittleren Kontakt gegen den oberen zieht und der Kraft des Magneten, die ihn gegen den unteren zieht. Wenn die Federkraft nachläßt, zieht der

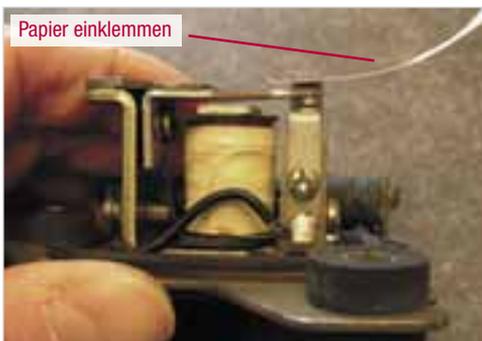


Die Schaltkontakte müssen vor der Prüfung gereinigt werden.

#### Mittlerer Kontakt oben

In dieser Stellung wird die Wicklung des Magneten geprüft und der Durchgang vom braunen Kabel zum grünen Kabel (Stromfluß) aus dem Bordnetz zum Rotor. Die Magnetwicklung soll einen Widerstand von **36 bis 38 Ohm** haben – gemessen zwischen dem **braunem** und dem **schwarzen** Kabel.

Zwischen **braunem** und **grünem** Kabel soll der Widerstand so klein wie möglich sein, also **0 Ohm** betragen.

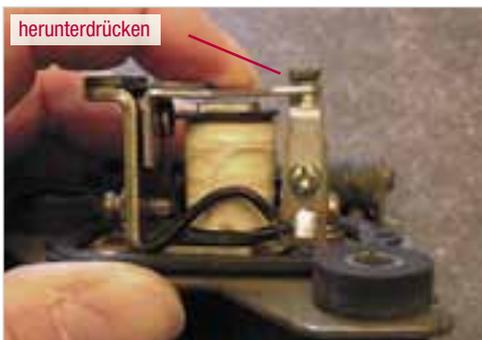


Papier einklemmen

#### Mittlerer Kontakt mittig

In dieser Stellung wird der Widerstand geprüft, durch den der Strom aus dem Bordnetz bei **steigernder** Bordspannung fließt, wenn der Magnet soviel Kraft entwickelt, dass er den mittleren Kontakt vom oberen wegzieht.

Zwischen **braunem** und **grünem** Kabel soll jetzt ein Widerstand von **10,7 Ohm** messbar sein.



herunterdrücken

#### Mittlerer Kontakt unten

In dieser Stellung wird der Widerstand geprüft, durch den der Strom aus dem Bordnetz bei **maximaler** Bordspannung fließt, wenn der Magnet soviel Kraft entwickelt, dass er den mittleren Kontakt gegen den unteren drückt.

Zwischen **braunem** und **grünem** Kabel soll jetzt ein Widerstand von **8,4 Ohm** messbar sein.

Abb. 8-40 bis 8-42: Regler

Magnet den mittleren Kontakt zu früh, d.h. bei zu geringer Bordnetzspannung vom oberen weg. Feststellen kann man dieses, indem man bei laufendem Motor die Spannung an den Kohlebürsten misst. Sie sollte bis etwa 2000 U/min der Batteriespannung entsprechen und erst dann niedriger werden. An der Batterie gemessen soll die Spannung bei 2500 U/min ca. 14,5 bis 15 Volt betragen. An der Einstellung der Vorspannkraft der Feder sollte man aber in jedem Fall erst dann etwas ändern, wenn man sicher ist, dass alle anderen Bauteile in Ordnung sind.

### 8.3.9 PRÜFUNG DES ZÜNDSCHLOSSES

Über das Zündschloß fließt der gesamte Strom im Bordnetz. Fehler können sich daher grundsätzlich überall auswirken. Ich beschreibe die Funktionsprüfung des Zündschlosses so wie ich es in dem vereinfachten Schaltplan eingesetzt habe. Das Zündschloß hat einen Eingang (das rote Kabel) an dem der Strom von der Batterie ankommt. In der ersten Schlüsselstellung wird der Strom zum braunen Kabel (Bordnetz, geschaltetes Plus) weitergeleitet. Das blaue Kabel führt in der



Abb. 8-43: Zündschloss unterhalb des Seitendeckels

zweiten Schlüsselstellung Strom, dann ist das Fahrlicht eingeschaltet.

An Defekten kann folgendes vorkommen:

Die Kontakte im Zündschloss sind oxidiert: dann stellen sie für den Strom einen Widerstand dar, der einen Teil der Leistung der Lichtmaschine bereits hier in Wärme umwandelt und der damit den Verbrauchern und der Batterie nicht mehr zu Verfügung steht.

Prüfen kann man dieses mit dem Ohmmeter, angeschlossen nacheinander zwischen dem roten und dem braunem und dem blauen Kabel in der entsprechenden Schlüsselstellung. Der gemessene Widerstand sollte so klein wie möglich sei, auf keinen Fall mehr als 1 Ohm.

Ein Wackelkontakt im Zündschloss kann z.B. für Zündaussetzer verantwortlich sein, nach denen man im weiteren Zündstromkreis vergeblich sucht. Solch ein Wackelkontakt kann u.U. nur bei bestimmten Drehzahlen des Motors auftreten. Hat man es mit unerklärlichen Zündungsproblemen zu tun, sollte man versuchsweise ein Kabel direkt von Batterie-Plus auf die orangefarbenen Kabel der Zündspulen legen und probieren, ob die Zündaussetzer noch auftreten.

Das Kabel muss aber auf jeden Fall sofort wieder entfernt werden, da die Zündspulen sonst ständig unter Strom stehen, wodurch sie Schaden nehmen können und die Batterie entladen wird.

## 8.4 DER ZÜNDSTROMKREIS

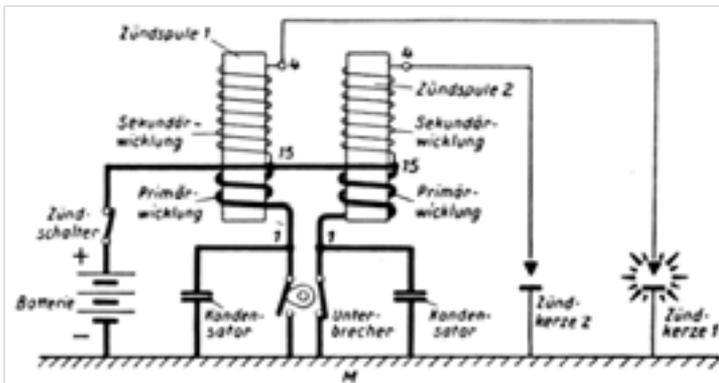


Abb. 8-44: Zündstromkreis

Der Aufbau des Zündstromkreises ist, wie man auf der Abbildung 8-44 sieht, recht einfach: Vom Batteriepluspol führt ein Kabel über das Zündschloss zu den beiden orangenen Kabeln der Zündspulen. Das braune Kabel einer jeden Zündspule führt zum losen Teil des jeweiligen Kontaktpaares und zum Kondensator. Der feststehende Teil eines jeden Kontaktpaares ist genauso wie das Gehäuse des Kondensators mit der Fahrzeug-

masse verbunden, wodurch der Stromkreis geschlossen wird. Der dritte, mittige Anschluss der Zündspule ist über das Zündkabel mit der Zündkerze verbunden, die auch mit der Masse verbunden ist.

Es führt an dieser Stelle zu weit, alle Bauteile des Zündstromkreises detailliert in ihrer Funktion zu beschreiben. Auf den nachfolgenden Seiten will ich jedoch versuchen, die Bauteile soweit zu beschreiben, dass jeder in der Lage sein sollte, den Zündstromkreis zu verdrahten, die Zündung einzustellen und evtl. Fehler zu erkennen. Eine defekte Zündspule kann man mit Mitteln, die einem üblicherweise zur Verfügung stehen, nicht erken-



Abb. 8-45: Fliehkraftregler ausgebaut



Abb. 8-46: Fliehkraftregler eingebaut

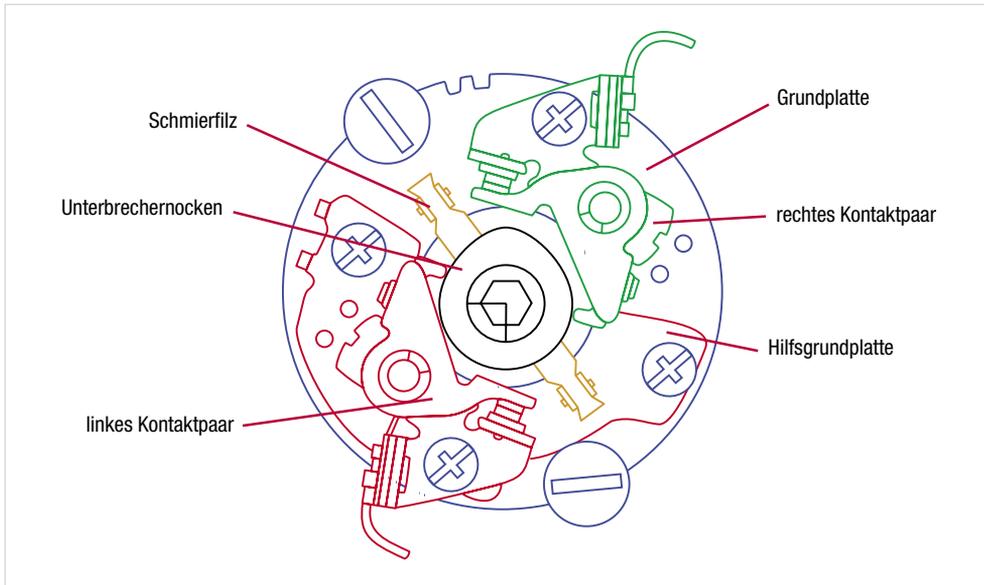


Abb. 8-47: Zündkontakte

nen. Das gleiche gilt für den Kondensator. Hier hilft es nur, das entsprechende Bauteil gegen ein anderes, hoffentlich funktionierendes auszutauschen. Wenn das Problem dann behoben ist, war das Bauteil die Ursache.

Das „Herzstück“ der Zündelektrik ist die unter dem kleinen verchromten Deckel im Zylinderkopf links untergebrachte Kontaktgrundplatte mit den Zündkontakten für den rechten und den linken Zylinder. Für die rechte und die linke

Motorseite habe ich die Kennfarben grün (rechts) und rot (links) verwendet. Die Grundplatte mit dem Kontaktpaar für den rechten Zylinder ist direkt im Zylinderkopf befestigt, während die Hilfsgrundplatte mit dem Kontaktpaar für den linken Zylinder auf der Grundplatte befestigt ist. Daher muss immer zuerst das Kontaktpaar für den rechten Zylinder eingestellt werden. Wie der Zündzeitpunkt eingestellt wird, wird später beschrieben. Die Kontaktpaare selbst, wie auf der Abbildung 8-48 abgebildet, sind Verschleißteile, die regelmäßig eingestellt werden müssen und in größeren Intervallen zu ersetzen sind. Die rote und grüne Farbmarkierung im Bild links hat keine Bedeutung, beide Kontaktpaare sind gleich. Allerdings sollte man die zu den Kontaktpaaren führenden Ka-



Abb. 8-48: Kontaktpaare



**Abb. 8-49:** Kondensatoren

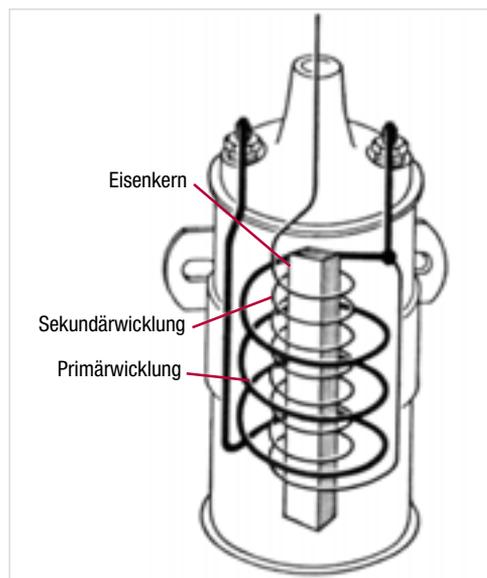
bel auch farblich kennzeichnen, wie im Bild 8-46 zu sehen. Beide Kolben gehen gleichzeitig auf und nieder, wobei sich der eine im Arbeitstakt und der andere im Auslasstakt befindet. Vertauscht man die Verbindungskabel von den Kontaktpaaren zur Zündspule, so erfolgt der Zündfunke im Auslasstakt, der Motor kann so natürlich nicht anspringen und es gibt laute Fehlzündungen.

Parallel zu den Kontaktpaaren liegen die im Bild 8-49 zu sehenden Kondensatoren, die bei der XS 650 zu Paaren zusammengesetzt sind. Hier kann nichts vertauscht werden – die Anschlußkabel werden mit je einem braunen Kabel der Zündspulen verbunden.

Um einen Zündfunken zu erzeugen, wird eine sehr hohe Spannung von etwa 12.000 bis 20.000 Volt benötigt. Da sich der im Bordnetz vorhandene Gleichstrom nicht transformieren lässt, nutzt man den Effekt, dass in einem Leiter, der durch ein Magnetfeld bewegt wird, eine elektrische Spannung entsteht. In der Zündspule wird nicht das Magnetfeld bewegt, sondern die Spannung ändert

sich. Die Grafik 8-50 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Zündspule. Sie besteht aus zwei Wicklungen um einen Eisenkern und ist damit prinzipiell aufgebaut wie ein Transformator. Legte man an die Wicklung mit den wenigen Windungen aus dickem Draht (Primärwicklung) eine Wechselfspannung, so käme an der Wicklung mit vielen Windungen aus dünnem Draht (Sekundärwicklung) eine höhere Wechselfspannung heraus. Das Verhältnis der Spannungen hängt vom Verhältnis der Windungszahlen ab.

Bei einer Gleichspannung wird von der stromdurchflossenen Wicklung mit wenigen Windungen aus dickem Draht erstmal nur ein Magnetfeld erzeugt, in dem sich die andere Wicklung befindet. Unterbricht man den Strom in der ersten Wicklung, so bricht dieses Magnetfeld schlagartig zusammen. Durch diese sehr



**Abb. 8-50:** Funktion einer Zündspule (Quelle: Bosch)



Abb. 8-51: Zündspule

schnelle Änderung des Magnetfeldes entsteht in der Sekundärwicklung eine sehr hohe Spannung, die sich an der Zündkerze durch einen Zündfunken entlädt. Der Strom in der Primärwicklung wird durch die Unterbrecherkontaktpaare unterbrochen, der Zündfunke erfolgt genau in dem Moment, in dem das Kontaktpaar sich öffnet.

Der Kondensator hat hierbei die Aufgabe, Funkenbildung zwischen den Kontaktpaaren für die jeweiligen Zylinder zu verhindern und Energie zu speichern. Verbrannte Kontaktflächen deuten daher auf einen defekten Kondensator hin.

Die Kontakte müssen sich genau in dem Moment öffnen, in dem sich der Kolben im Verdichtungstakt kurz vor dem oberen Totpunkt befindet. Um den Kolben des Zylinders, der zünden soll, genau in die Stellung zu bringen, in der der Zündfunke überspringen soll, ist auf dem Rotor eine Markierung vorhanden, die mit einer weiteren Markierung auf dem Seitendeckel zur Deckung gebracht werden muss. Die Zündmarkierung ist auf dem Bild 8-53 durch einen Pfeil gekennzeichnet. In dieser Stellung sollte sich das Kontaktpaar des rechten Zylinders (Kennfarbe grün) gerade zu öffnen beginnen, wenn die Kurbelwelle am Sechskant



Abb. 8-52: Aufbau des Unterbrechers und des Fliehkraftreglers



**Abb. 8-53:** Zündmarkierung

auf dem Kurbelwellenstumpf ein wenig hin und her gedreht wird. Trifft dieses auf das Kontaktpaar des linken Zylinders (Kennfarbe rot) zu, so dreht man die Kurbelwelle am Sechskant in der Drehrichtung des Motors um  $360^\circ$  herum. Jetzt kann man mit der Einstellung des Kontaktpaares für den rechten Zylinder beginnen. Wie das gemacht wird, ist auf Seite **176** schrittweise beschrieben.

Da das Kraftstoff- / Luftgemisch eine gewisse Zeit zum Durchbrennen benötigt, muss die Zündung bei steigender Motor-

drehzahl früher erfolgen. Daher wird der Unterbrechernocken durch den Fliehkraftversteller, wie er oben und rechts im Bild zu sehen ist, gegen seine Drehrichtung verstellt, so dass die Kontakte früher öffnen. Die Verbindung zwischen dem Fliehkraftversteller und der Unterbrechergrundplatte ist in der Grafik 8-52 zu sehen. Am Fliehkraftregler kann und braucht nichts eingestellt werden, man sollte jedoch darauf

achten, dass er sauber und leichtgängig ist und die Gewichte bei stehendem Motor in ihre Ruhestellung zurückkehren. Ist dieses nicht der Fall, erfolgt die Zündung beim Starten zu früh und der Kickstarter schlägt zurück, was u.U. zu Verletzungen führen kann. Durch Verschleiß der Mechanik verschiebt sich der Zündzeitpunkt auf spät, was sich irgendwann nicht mehr durch die Einstellmöglichkeit in den Langlöchern der Grundplatte korrigieren lässt. Auch die Rückholfedern der Fliehgewichte können erlahmen, was zu einem früheren Zündzeitpunkt



**Abb. 8-54:** Fliehkraftversteller angebaut

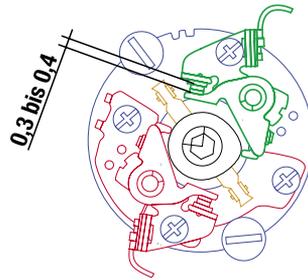


**Abb. 8-55:** Fliehkraftversteller abgebaut

## Zündzeitpunkt einstellen

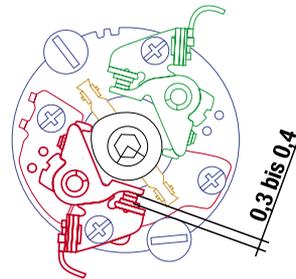
### 1. Kontaktabstand rechts einstellen

Nocken solange verdrehen (am Kurbelwellenstumpf), bis maximaler Abstand erreicht ist (höchste Erhebung des Nockens). Befestigungsschraube lösen und feststehenden Teil des Unterbrecherpaares so verschieben, dass zwischen den Kontakten ein Abstand von 0,3 bis 0,4 mm entsteht. Befestigungsschraube wieder anziehen.



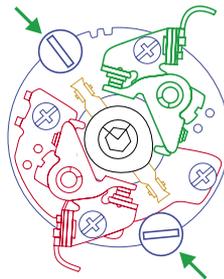
### 2. Kontaktabstand links einstellen

Prozedur für linkes Unterbrecherpaar wiederholen.



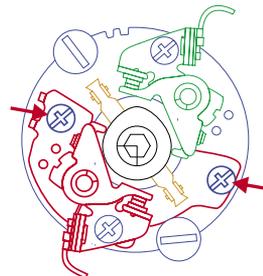
### 3. Zündzeitpunkt rechts einstellen

Zündmarkierung auf Rotor durch Verdrehen der Kurbelwelle auf Markierung am Gehäuse einstellen. Befestigungsschrauben lösen. Grundplatte solange verdrehen, bis Kontaktpaar für rechten Zylinder gerade öffnet (Prüflampe oder Durchgangsprüfer). In dieser Stellung Befestigungsschrauben wieder anziehen.



### 4. Zündzeitpunkt links einstellen

Kurbelwelle um knapp 360° in Motordrehrichtung weiterdrehen. Zündmarkierung auf Rotor durch Verdrehen der Kurbelwelle auf Markierung am Gehäuse einstellen. Befestigungsschrauben lösen. Hilfsgrundplatte solange verdrehen, bis Kontaktpaar für linken Zylinder gerade öffnet (Prüflampe oder Durchgangsprüfer). In dieser Stellung Befestigungsschrauben wieder anziehen.



führt. Kontrollieren kann man dieses mit einem Stroboskop. Ich gehe davon aus, dass derjenige, der ein solches Gerät besitzt, auch mit der Handhabung vertraut ist und gehe daher hier nicht näher darauf ein.

Irgendwann wird sowohl die Grundplatte (ausgeleierte Gewinde) als auch der Fliehkraftversteller irreparabel verschlissen sein. Dann sollte man darüber nachdenken, auf eine elektronische Zündung oder einen Doppelnocken umzusteigen. Bei der elektronischen Zündung entfällt der Fliehkraftverstärker ganz und anstelle der Kontaktpaare werden wartungsfreie Geber eingebaut. Bei einem eventuellen Defekt kann man nur die Steuerbox oder die Geber als Ganzes austauschen. Passiert dieses unterwegs, gibt es sonst keine Reparaturmöglichkeit.

Bei der Lösung mit dem Doppelnocken entfällt nur das zweite Kontaktpaar. Diese Lösung hat wie die elektronische Zündung den Vorteil, dass nur ein Kontaktpaar eingestellt werden muss und unrunder Motorlauf und Leistungsverluste durch nicht synchron eingestellte Zündzeitpunkte vermieden werden. Die Kontakte verschleifen weiterhin und müssen in regelmäßigen Abständen eingestellt und ersetzt werden. Dafür bestehen aber weiterhin die üblichen Reparaturmöglichkeiten, mit denen man sich auch unterwegs helfen kann.

Der etwas unerfahrenere Schrauber sollte sich sicherlich für die elektronische Zündung entscheiden, da diese, wenn einmal richtig eingebaut und eingestellt, weitgehend wartungsfrei ist, mit dem Nachteil nicht vorhandener Reparaturmöglichkeiten.

An dieser Stelle möchten wir allen, die beim Zustandekommen dieses Buches mitgewirkt haben, danken.

Reiner Althaus, in dessen Werkstatt ein Motor zerlegt wurde, und die Bilder im Kapitel 5 „Demontage des Motors“ aufgenommen wurden. Ulrich Löttsch, der defekte Teile für das Kapitel 7 „Typische Schäden“ und Fotos zur Verfügung gestellt hat. Stephan Graf, der einen Abschnitt zum Kapitel 8 beigetragen hat und Ursula Menzel, die die Texte redigiert hat.

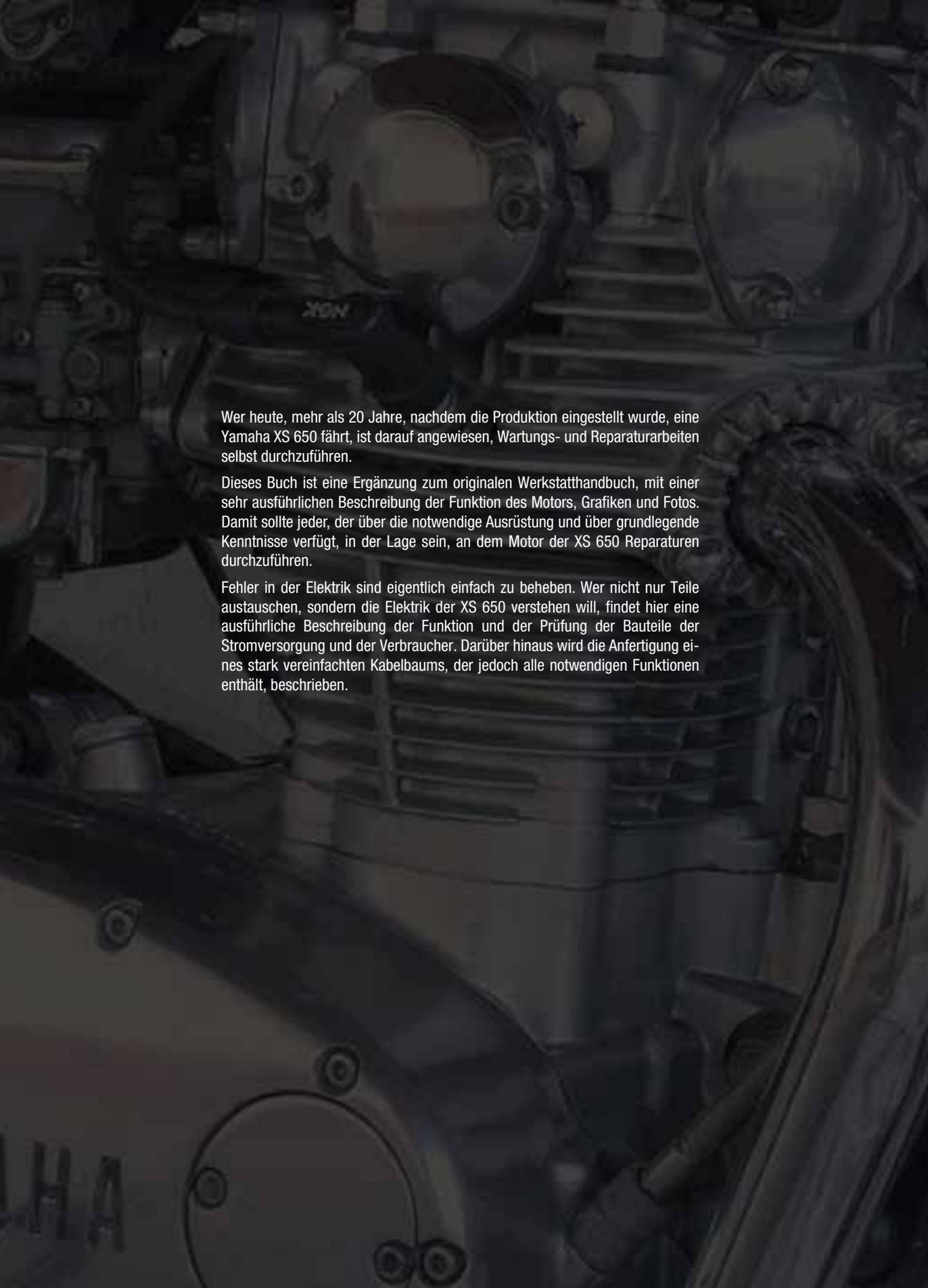
*Twins-Inn*  
**XS 650 Parts & More**  
**[www.Twins-Inn.de](http://www.Twins-Inn.de)**

**XS 650 SHOP**  
RÜDIGER PAUSTIAN  
RESENBERG 66A  
24145 KIEL



[www.xs650shop.de](http://www.xs650shop.de)





Wer heute, mehr als 20 Jahre, nachdem die Produktion eingestellt wurde, eine Yamaha XS 650 fährt, ist darauf angewiesen, Wartungs- und Reparaturarbeiten selbst durchzuführen.

Dieses Buch ist eine Ergänzung zum originalen Werkstatthandbuch, mit einer sehr ausführlichen Beschreibung der Funktion des Motors, Grafiken und Fotos. Damit sollte jeder, der über die notwendige Ausrüstung und über grundlegende Kenntnisse verfügt, in der Lage sein, an dem Motor der XS 650 Reparaturen durchzuführen.

Fehler in der Elektrik sind eigentlich einfach zu beheben. Wer nicht nur Teile austauschen, sondern die Elektrik der XS 650 verstehen will, findet hier eine ausführliche Beschreibung der Funktion und der Prüfung der Bauteile der Stromversorgung und der Verbraucher. Darüber hinaus wird die Anfertigung eines stark vereinfachten Kabelbaums, der jedoch alle notwendigen Funktionen enthält, beschrieben.