

Die Zündversorgungswicklung

oder "Aus einer harmlosen Sache wird eine lange Geschichte" (Teil 2)

In diesem Bericht werden Aufbau und Funktion der Zündversorgungswicklung (grünes Kabel an der Lichtmaschine) beschrieben. Im weiteren wird ein Prüfverfahren für diese Spule vorgestellt, mit dem auch Vorschädigungen vor dem Totalausfall erkannt werden können.

Mir sind drei verschiedene Ausführungen der Zündversorgungswicklung bekannt:

Ausführung	Kurzschlussbleche	Kernquerschnitt	Isolierung
1	1 Stück 2mm	10,5x18mm	2mm
2 1978-80	1 Stück 2mm	14x18mm	2mm
3	2 Stück 1,5mm + 1mm	10,5x18mm	1mm

Die ersten Limas mit dem schmalen Blechpaket hatten nur ein Kupfer-Kurzschlussblech, das durch ein 2 mm dickes Isolierpapier von der Spule getrennt ist. Die zweite Ausführung mit dem breiten Blechpaket (ab Bj. 78) hat ebenfalls ein Kurzschlussblech mit 2 mm Stärke, die Isolierung zur Spule ist ebenfalls 2 mm dick. Der Kernquerschnitt beträgt hier 14 x 18mm.

In der dritten Ausführung mit dem abgesetzten Blechpaket (vgl. *La Strega* 26) beträgt der Kernquerschnitt für die Zündwicklung nun wieder 10,5 x 18mm. Hier wurde teilweise ein zweites Kurzschlussblech montiert und mit der Grundplatte vernietet. Gleiche Anordnung findet sich auch bei der "grossen" Lichtmaschine (vgl. ebenfalls *La Strega* 26). In Bild 1 sind die Teile dieser Ausführung einzeln zu sehen.

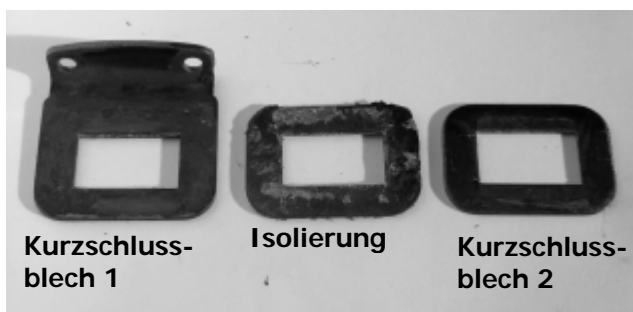


Bild 1 Kurzschlussbleche und Isolierung der Ausführung 3 demontiert

In Bild 2 sind die Kurzschlussbleche in der richtigen Reihenfolge montiert. Unter dem Klebeband befinden sich zu Testzwecken aufgebrachte "Kurzschlusswindungen"; die Drahtenden sind sichtbar. Der Sinn dieser Kurzschlusswindungen wird später erklärt.

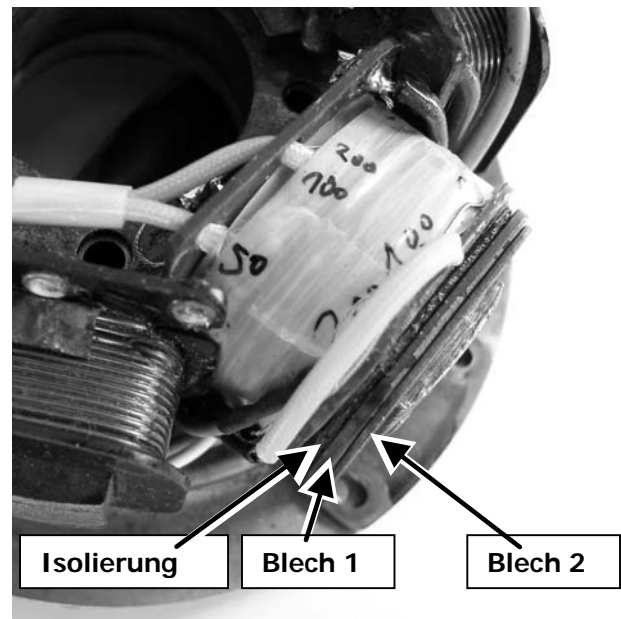


Bild 2 Kurzschlussbleche und Kurzschlusswicklungen

Beschreibung der Funktion:

In Bild 3 ist der Spannungsverlauf am Eingang zur Zündbox (Kanal B = untere Kurve) und das Pickup-Signal von Zylinder 1 (Kanal A = obere Kurve) dargestellt. Das Pickup-Signal dient nur der Orientierung, man sieht den jeweiligen Zündzeitpunkt (Linie in Bild 3). Nach erfolgter Zündung bleibt der Thyristor in der Zündbox 1 so lange leitend, bis sein Haltestrom unterschritten wird. Bei leitendem Thyristor wird die positive Halbwelle (1) unterdrückt. In gleicher Weise wird die zweite fehlende positive Halbwelle (2) vom leitenden Thyristor in der Zündbox 2 unterdrückt. Zum besseren Verständnis siehe Schaltplan in *La Strega* Nr. 61, Seite 8.

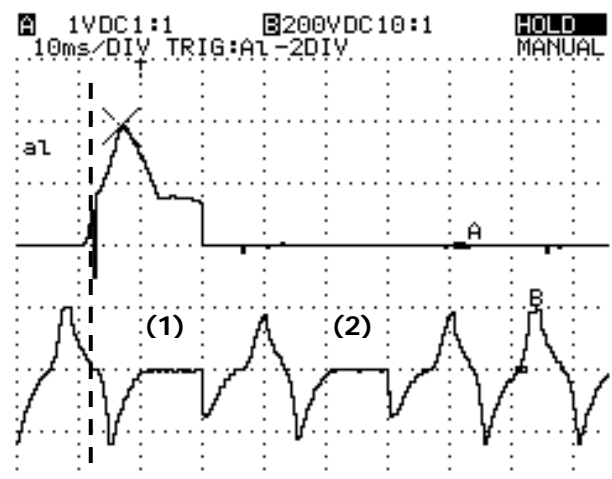


Bild 3 Zündwicklung mit Kurzschlussblechen

In Bild 4 ist gleiche Anordnung, jedoch nach Entfernen des Kurzschlussbleches, dargestellt: das Fehlen der Bleche macht sich nicht nur in den höheren Spitzenwerten der Ladespannung, sondern vor allem im drastischen Ansteigen der negativen Spannungsspitzen bemerkbar (Kanal B = untere Kurve).

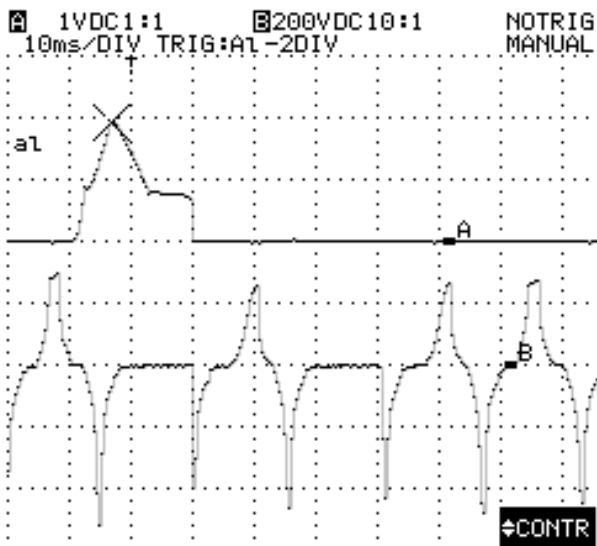


Bild 4 Zündwicklung ohne Kurzschlussblech

Ohne Kurzschlussblech steigt die Spannung in negativer Richtung bei 1250 U/min auf einen Spitzenwert von über 500V, bei 6000 U/min sind es bereits 1500V! Diesen Stress würden die Drahtisolierung und die gesperrte Diode in der Zündbox auf Dauer übel nehmen. Daher sind die Kurzschlussbleche **lebenswichtig**.

Wirkung und Nebenwirkung der Bleche:

Die Kurzschlussbleche haben also zwei Wirkungen: erstens dienen sie der Dämpfung der Rückschlagimpulse und zweitens wirken sie wie ein primitiver Spannungsregler, da mit ihnen die Abhängigkeit der Zündversorgungsspannung von der Drehzahl reduziert wird.

Das Kurzschlussblech hat aber eine unerwünschte Nebenwirkung: es produziert **Wärme**, welche die Spule zusätzlich aufheizt. Somit ist das Blech mitverantwortlich für den Defekt der Spule. Deshalb ist die Isolierzwichenlage aus Bild 1 und 2 **lebensnotwendig!**

Die zwei Bleche der 3. Ausführung haben zusammen eine Dicke von 2,5 mm und nur eine 1 mm dicke Isolierung. In den Kurzschlussblechen dieser Ausführung entsteht somit mehr Wärme, die zusätzlich noch besser auf die Spule übertragen wird. Dies könnte erklären, warum diese Spulen der 3. Ausführung häufiger kaputt gehen.

Die Montage des zweiten Bleches hängt vermutlich zusammen mit der Einführung der verstärkten Polräder (ca. ab Bj. 83). Mit dem stärkeren Magnetfeld steigen naturgemäss auch die Probleme mit der Rückschlagspannung!

Möglicherweise sollte das zweite Blech auch die Wärme auf die Grundplatte ableiten, was aber vermutlich eher schlecht funktioniert, da das Blech selbst Wärme produziert. Ob das wirklich so gedacht war und auch so funktioniert, wäre Gegenstand einer weiteren systematischen Untersuchung.

Gründe für den schleichenden Ausfall

Durch die hohen Spannungsspitzen, die beim Sperren der Dioden in den Zündboxen entstehen, wird die Isolierung des Kupferdrahtes sehr stark beansprucht. Mit zunehmender wärmebedingter Alterung des Isolierlacks kann es zu Durchschlägen kommen. So ein Durchschlag stellt einen Kurzschluss eines Wicklungsteils dar, in dem der Strom im Kreis fließt und den Draht und somit die Spule erwärmt. Durch diese zusätzliche Erwärmung kommt zu weiteren Windungsschlüssen in den benachbarten Wicklungsteilen. Dieser Vorgang geht solange unbemerkt vor sich, bis schliesslich zu wenig Spannung für die Zündbox erzeugt wird und es zu Startschwierigkeiten oder Zündaussetzern kommt. Das Gemeine daran ist, dass diese Windungsschlüsse wieder verschwinden, wenn das ganze sich abgekühlt hat.... Deshalb ist so ein Fehler mit normalen Messmitteln schwer zu lokalisieren.

Zu Testzwecken habe ich aussen auf die Zündversorgungsspule zwei zusätzliche Wicklungen mit je 200 Windungen aufgebracht (siehe Bild 2). Diese Wicklungen habe ich kurzgeschlossen, um einen Windungsschluss zu simulieren. Das Ergebnis war nur eine etwas verringerte Ausgangsspannung, wie in Bild 5 ersichtlich. Die Zündung hat weiterhin funktioniert. Jetzt wissen wir, dass es wesentlich mehr Kurzschlusswindungen braucht, um die Zündung lahm zu legen.

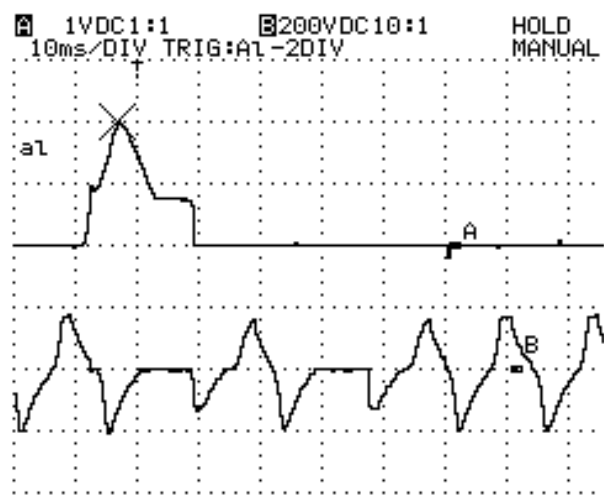


Bild 5 Spule mit Kurzschlussblechen und 2 x 200 Kurzschlusswindungen

Mit so ein paar Kurzschlusswindungen fangen die unbemerkten Probleme an, die ich im ersten Teil meines Berichtes beschrieben habe und deren Erkennen mich viel Zeit gekostet haben.

Für weniger Stress der Zündversorgungswicklung wäre eine Zweiweggleichrichtung in der Zündbox nötig. Davon in naher Zukunft...

Lebensverlängernde Maßnahmen

Durch den Einbau einer bidirektionalen Suppressor-diode parallel zur Zündversorgungswicklung werden die gefährlichen Spannungsspitzen begrenzt. Details und Erklärungen hierzu in einer der nächsten *La Strega*.

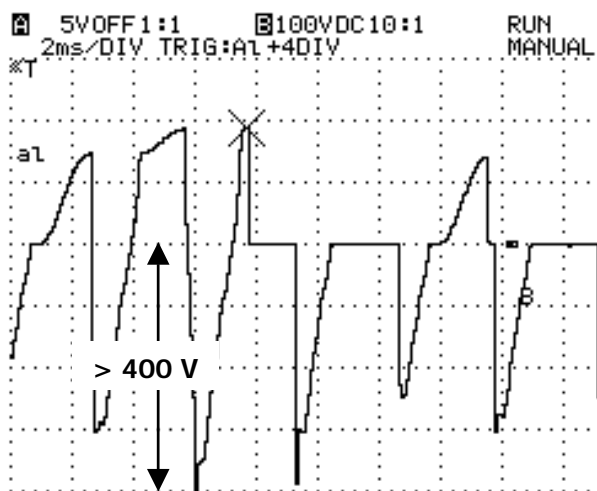


Bild 6 Eine Lima mit 10,5x18mm Kern bei 6000 U/min mit Kurzschlussblech

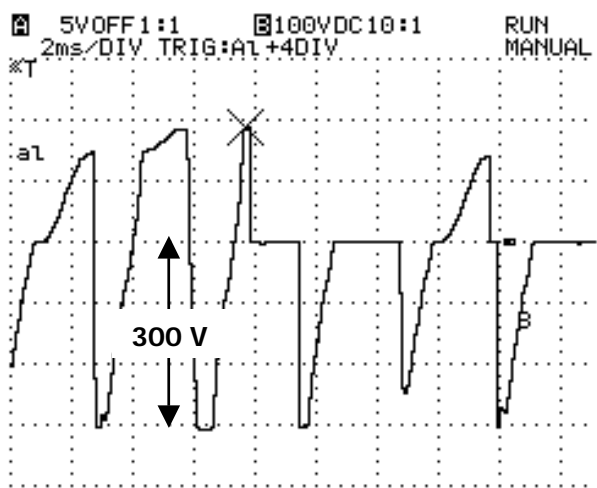


Bild 7 Gleiche Anordnung wie Bild 6, jedoch beschaltet mit einer 300V-Suppressordiode

Prüfschaltung für halbddefekte Spulen

Der Prüfaufbau, mit dem sich auch wenige Windungsschlüsse feststellen lassen, ist im Schaltbild (Bild 8) zu erkennen. Dieses und weitere Messungen von defekten Limas mit Bildern finden sich auch auf meiner Homepage:

www.people.freenet.de/motomorini

Keine gute Möglichkeit ist es, ein Rechtecksignal aus einem Frequenzgenerator über einen Kondensator auf die Spule zu geben und die Einschaltflanken zu betrachten. Weil hier die Spannung zu klein ist, fallen Ausfälle, die nur bei größeren Spannungsspitzen auftreten, so nicht auf.

Tipp: Um thermische Ausfälle zu finden, kann die Lichtmaschine vor dem Test im Backofen auf ca. 80 °C erwärmt werden.

Schaltungsbeschreibung

Trafo 1 und 2 sind eine günstige Möglichkeit, um eine galvanische Trennung vom Netz zu erreichen. Wer einen Trenntrafo hat, kann sich das natürlich sparen.

R1 dient der Strombegrenzung beim Aufladen von C1 und wenn der Q1 durchgeschaltet ist. R2 und R3 bilden einen hochohmigen Spannungsteiler mit 1:100, der das Signal nicht belastet. Zusammen mit dem verwendeten Tastkopf 1:10 für das Speicher-Oszilloskop haben wir nun einen Teiler mit 1:1000, wie in den Schirmbildern (Bild 7 bis 12) zu sehen. Die Auflösung beträgt wie angezeigt 200 V/Div (Kästchen).

Die Kapazität C1 bildet mit L1 (Zündversorgungswicklung) einen Schwingkreis, der - bei intakter Spule L1 - im Wesentlichen durch deren Kupferwiderstand bedämpft wird. Sichtbar wird die Schwingung beim Ein- und Ausschalten des Transistors Q1. Uns interessiert hier das Einschalten.

Anstatt des Transistors kann auch ein Quecksilberschalter verwendet werden, da dieser prellfrei schaltet. Aber wer hat heute noch so etwas Giftiges?

C 1 ist so gewählt, dass mit L1 und dessen Kupferwiderstand die Schwingung nach einigen Perioden abgeklungen ist. Bei Werten zwischen 0,47 nF und 8,2 nF ist dies der Fall. Windungsschlüsse erhöhen die Dämpfung so, dass im Wesentlichen nur noch ein Überschwinger auftritt.

Natürlich bedämpft auch das Kurzschlussblech die Schwingung: da dieses aber außerhalb der Wicklung sitzt, ist die magnetische Kopplung schwach; sie beeinflusst die Messung nicht so stark, so dass der Unterschied zwischen defekter und intakter Spule immer noch gut zu erkennen ist.

Wer sich in der Interpretation der Messung nicht ganz sicher ist, sollte das Blech für die Dauer der Messung entfernen. Dann treten die Unterschiede deutlicher zutage.

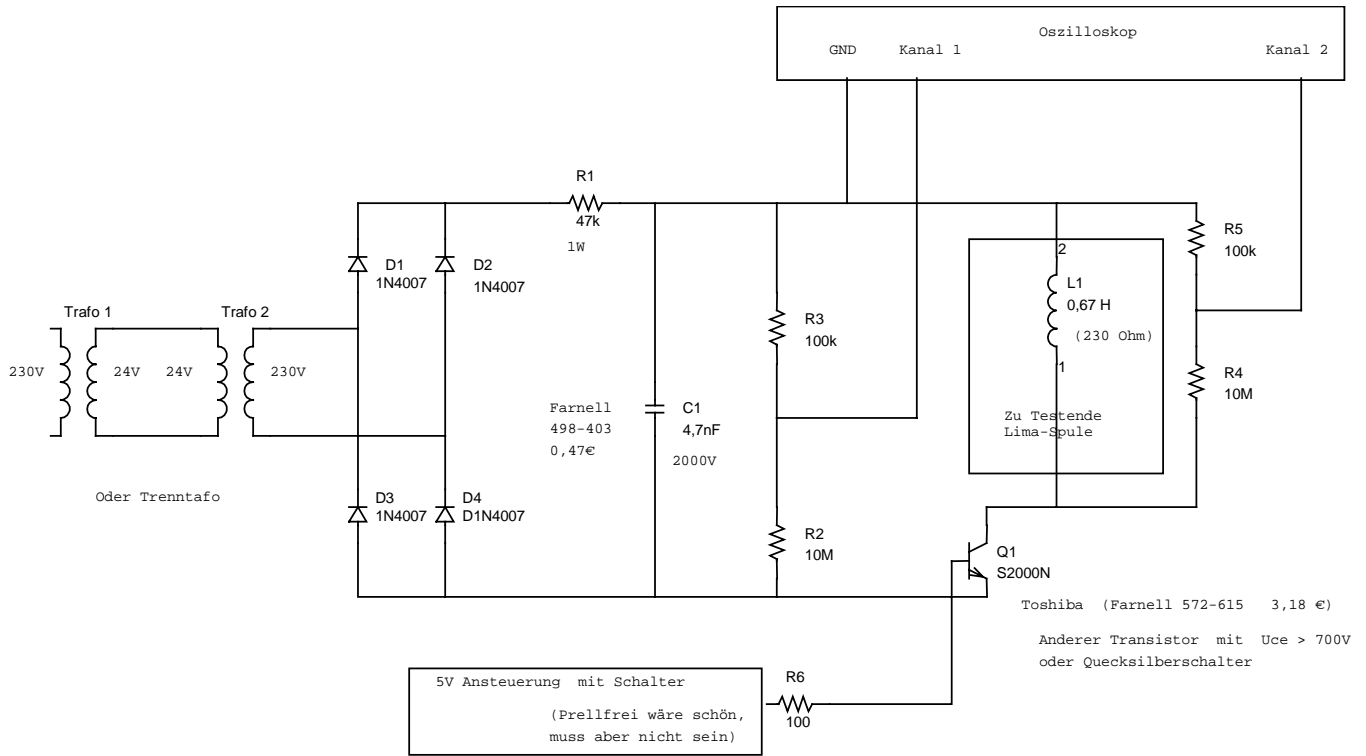


Bild 8 Schaltbild der Testschaltung

Im folgenden sind Messungen bei unterschiedlichen Kurzschlusswindungszahlen dargestellt. Das veränderte Ausschwingverhalten mit Kurzschlusswindungen ist deutlich zu sehen.

Das Verhältnis der Amplituden oberhalb und unterhalb der Nulllinie (Signal b) gibt Aufschluss über „OK“ oder „defekt“. In Bild 9 ist der negative Impuls 160 V (= 4 Teilstriche) und der positive Impuls 80 V (= 2 Teilstriche), das entspricht einem Verhältnis größer/gleich 1:2 und deutet auf ein „OK“ der Spule.

In Bild 11 ist das Spannungsverhältnis 1:3 und zeigt somit einen Defekt an. Die kürzere Schwingungsdauer ist ebenfalls ein Hinweis auf einen Defekt.

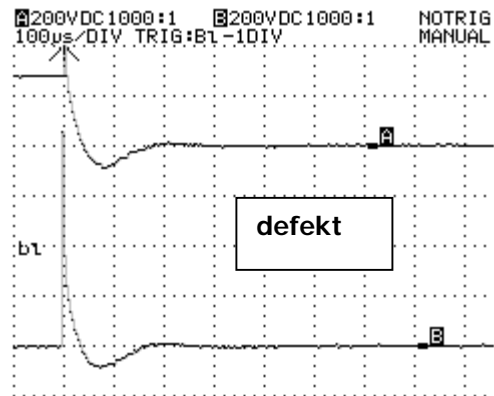


Bild 10 mit 2 Kurzschlussblechen und 100 Kurzschlusswindungen

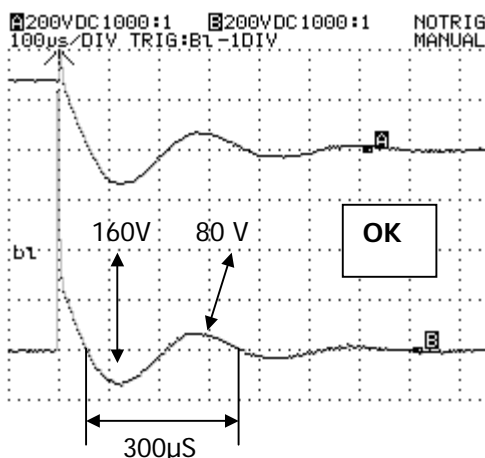


Bild 9 mit 2 Kurzschlussblechen

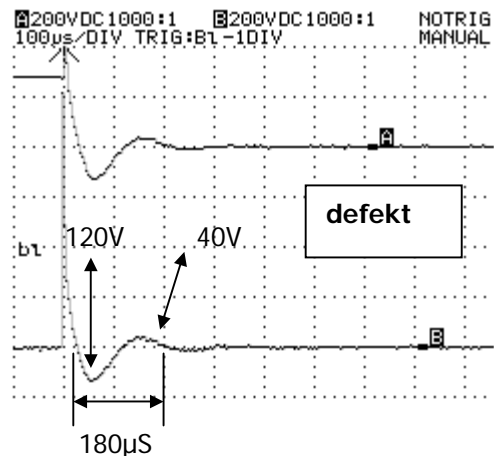


Bild 11 mit 2 Kurzschlussblechen und 200 Kurzschlusswindungen