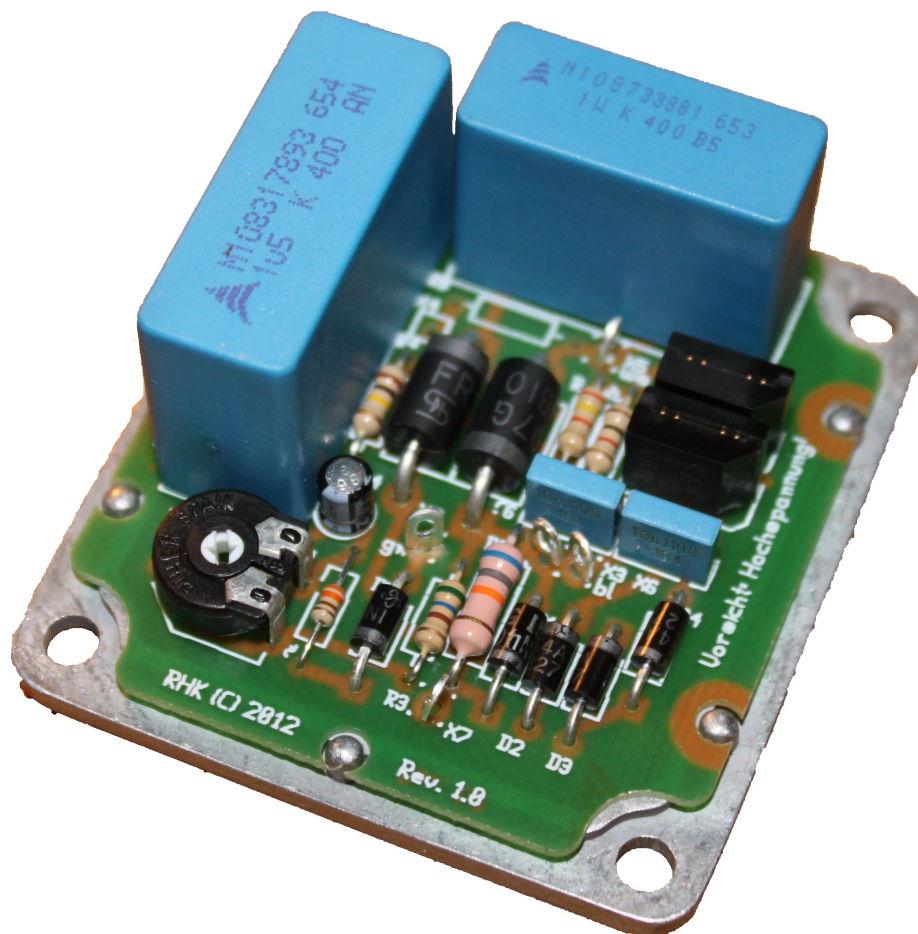


Die Geburt einer zündenden Idee

RHK-Zündschaltgerät



Inhaltsverzeichnis

1 Hintergrund	5
1.1 Der Wunsch nach einem verlässlichen Zündschaltgerät	5
1.2 Entwicklerteam	6
2 Vorteile des RHK-Zündschaltgerätes	7
3 Montage	9
3.1 Verdrahtung des RHK-Zündschaltgerätes	9
3.1.1 md250 (Serie mit VDO-Drehzahlmesser)	10
3.1.2 md250 RS (mit Kröber-Drehzahlmesser)	10
3.2 Mechanische Befestigung	10
4 Inbetriebnahme des Zündschaltgerätes	13
4.1 Erstellung einer Zündzeitpunkt Markierung	14
4.2 Vorbereitung	14
4.3 Erstellung der Markierung des Zündzeitpunktes	15
4.4 Grundeinstellung der Zündung	16
4.5 Exakte Überprüfung der Einstellung	18
4.6 Wichtige Hinweise	18
5 Technische Beschreibung	21
5.1 Schaltungsbeschreibung	21
5.1.1 Spannungsverdoppler	21
5.1.2 Impulsfilter	23
5.1.3 Endstufe	23
5.1.4 Zündspule	23
5.2 Mechanischer Aufbau	24
A Technische Daten	27
A.1 Zündkurve	27
B Fertigungsunterlagen	31
B.1 Version A	31
B.2 Version B	31
B.3 Mechanik	39

B.3.1	Elektromechanik	39
B.3.2	Gehäuse	39
B.4	Hinweise	39
B.5	Bezugsquellen	40
C	Copyright	43
D	Verwendete Software	45
E	Impressum	47

Kapitel 1

Hintergrund

1.1 Der Wunsch nach einem verlässlichen Zündschaltgerät

Als Maico 1974 bei der brandneuen md250 mit einer kontaktlosen Zündung aufwartete, deren Namen man gar aus dem Rennsport kannte, war das Erstaunen groß: Zum ersten Mal gab es in einem deutschen Motorrad eine kontaktlose Zündung die vollkommen wartungsfrei ihren Dienst tat. Bei den Liebhabern der Marke Maico fiel die Zündung vor allem durch einen kräftigen Funken auf, der maßgeblich für das gute Startverhalten der md250 verantwortlich war. Die Beachtung dieser revolutionären Zündung war so groß, dass sich heute die Frage stellen könnte, wieso man gerade dieses Highlight der luftgekühlten md250 überarbeiten möchte?

Nun, leider war die Kröber-Box auch nicht ohne Tadel. Das Zündschaltgerät war und ist in der Handhabung recht empfindlich und wurde nach unserem Wissen auch nie weiterentwickelt. Schon nach ca. 1400 Maicos war die Kröber-Zündung Geschichte. 2010 bei der *Odenwaldring Klassik* sprachen wir ausführlich mit Herbert Pietsch, der schon vor langer Zeit das Erbe von Wolfgang Kröber angetreten hat. Er bestätigte die inzwischen auch altersbedingte Unzuverlässigkeit der Kröber-Box und nannte den Thyristor als Hauptproblem.

Von der Not getrieben dachten wir als erstes an eine Reparatur bzw. einen Nachbau mit heutzutage gängigen Komponenten. Aber schon recht bald wurde uns klar, dass eine komplette Überarbeitung der sinnvollere Weg ist, um die bekannten Nachteile der Kröber Zündung beseitigen zu können. Nach langer Planungsphase und etlichen Prototypen für die Fahrversuche entstand dann das vorliegende RHK-Zündschaltgerät. Auf das Resultat sind wir stolz. Es übertrifft die Kröber-Box in allen Belangen und bietet dem Maicofahrer darüber hinaus eine individuelle Einstellungsmöglichkeit durch eine stufenlos verstellbare Zündkurve.

1.2 Entwicklerteam

R: Ewald Rosner betreibt mit viel Aufwand die Motorradelektrik-Datenbank ¹. Dort hat er ein nahezu unerschöpfliches Archiv an Daten zu Zünd- und Lichtanlagen historischer Fahrzeuge aufgebaut. Der kreative Österreicher war für das Projekt unverzichtbar. Mit seiner innovativen Herangehensweise und seinen sprudelnden Ideen hat er das Projekt signifikant beeinflusst.

H: Heinz Hausner ist seit vielen Jahren mit dem Maico-Virus infiziert. Mit seinem tiefen Fachwissen über die Technik der mittlerweile exotischen Fahrzeuge und deren Tücken entstand bei ihm die Idee, mit kreativen Köpfen nach einer zufrieden stellenden Lösung für die Zündungsproblematik der md250 lk zu suchen. Er ist der Produkt-Manager des Projekts.

K: Christof Klaiber ist im wirklichen Leben ein Spezialist für neueste Software. Als Elektroniker ist er bei diesem Projekt aber das abstrakte Gehirn. Für das RHK-Zündschaltgerät hat er sich mit großem Engagement noch einmal auf sein Studium besonnen. In kürzester Zeit hat er sich dabei die Kernkompetenz für das Projekt erarbeitet. Seine Begabung, aus abstrakten Ideen funktionierende Platinen zu erstellen war ein Glücksfall für das Projekt.

Alle Drei sind leidenschaftliche Motorradfahrer und darüber hinaus Liebhaber der seltenen Drehschieber-Maicos. Sie verfolgen mit dem Projekt kein kommerzielles Interesse, sondern haben lediglich Freude an der Erhaltung sowie dem problemlosen Betrieb ihrer Fahrzeuge. Sie genießen die Faszination, die von den alten Motorrädern ausgeht und wollen dazu beitragen, ihnen auch weiterhin gelegentlich auf der Straße begegnen zu können. Dieser Umstand war für die Beteiligten Motivation genug, ein zeitgemäßes Zündschaltgerät für die Maico md250 lk zu entwickeln.

¹<http://www.motelek.net>

Kapitel 2

Vorteile des RHK-Zündschaltgerätes

Anpassung der Zündkurve: Das RHK-Zündschaltgerät verfügt über die Möglichkeit, die Zündkurve per Potentiometer stufenlos einzustellen und so die Lauf-eigenschaften des Motors den äußeren Gegebenheiten anzupassen. Einen An-haltspunkt über die Verstellmöglichkeiten geben Tabelle A.1 und Abbildung A.1.

Erhöhte Zuverlässigkeit: Das Schaltungsdesign schließt - im Gegensatz zur Seri-enzündanlage - wirksame Maßnahmen gegen Überspannung, wie sie von der Zündspule verursacht werden, ein. Dadurch wird effektiv eine Bauteilüber-lastung verhindert. Dadurch wird die Zerstörung elektronischer Bauteile des Zündschaltgerätes verhindert, wodurch die Robustheit, Zuverlässigkeit und Le-bensdauer verbessert wird.

Effizienzsteigerung: Durch die Verwendung hochwertiger Bauteile, wird die Effizi-enz der Zündanlage signifikant gesteigert. Dies zeigt sich schon beim Start, wo bereits bei erheblich geringeren Drehzahlen als bei der Serienzündanlage ein verwertbarer Zündfunken erzeugt wird.

Bauteilversorgung: Es kommen ausschließlich gut verfügbare und bewährte Kom-ponenten zum Einsatz (Tabelle B.2), für die herstellerseitig Spezifikationen in Form verbindlicher Datenblätter vorliegen. In Verbindung mit der offengeleg-ten Dokumentation wird die Fehlersuche, Reparatur und Ersatzteilbeschaf-fung stark vereinfacht.

Offengelegte Dokumentation: Durch den Open-Source-Charakter des RHK-Zündschaltgerätes mit Dokumentation, Schaltplänen und Fertigungsunterlagen welche unter der freien Lizenz *CC BY-SA 3.0* (siehe Abschnitt C) veröffentlicht werden, ist aufbauend auf dem RHK-Zündschaltgerät eine Weiterentwicklung für jedermann möglich.

Nichtkommerzielles Projekt: Die Macher verfolgen mit dem RHK-Zündschaltgerät kein finanzielles Interesse. Sie freuen sich aber über jede Beteiligung und Fortführung der Entwicklung und stehen bei eventuell auftretenden Fragen gerne mit Rat und Tat zur Verfügung.

Kapitel 3

Montage

Vorsicht: Eine Zündanlage arbeitet mit lebensgefährlicher Hochspannung! Vor Arbeiten an der Zündanlage muss die Batterie abgeklemmt und der Motor ausgeschaltet und gegen unbeabsichtigtes Anlaufen gesichert sein. (Kerzenstecker ziehen)

Der Umbau der Zündung des Fahrzeugs ist sehr einfach, da lediglich die vorhandene Serienzündbox durch das RHK-Zündschaltgerät und die Zündspule durch eine neue ersetzt wird. Lediglich beim Anschluss der neuen Zündspule muss auf die richtige Polarität geachtet werden, da ihre Farbcodierung nicht mit der der Serienzündspule übereinstimmt.

Generell ist zu unterscheiden, ob es sich um ein Fahrzeug mit dem serienmäßigen VDO-Drehzahlmesser (vgl. Abschnitt 3.1.1) oder eines mit Kröber-Drehzahlmesser (wie er bei den md250 RS zum Einsatz kommt) (Abschnitt 3.1.2) handelt.

3.1 Verdrahtung des RHK-Zündschaltgerätes

Dem Thema *Elektrik* wurde bei Zweirädern in den Siebziger-Jahren meist nicht die erforderliche Bedeutung geschenkt. Obwohl die Fahrzeugelektrik mit den Jahren immer komplexer geworden war, dauerte es lange, bis die Ausführung mit den gestiegenen Anforderungen Schritt halten konnte.

Speziell im Zweiradbereich steht man vor besonderen Herausforderungen, was den Schutz vor Feuchtigkeit, Vibrationen, Hitze und Störsicherheit betrifft. Dementsprechend häufig ist die Fahrzeugelektrik als Fehlerquelle für nur schlecht zu lokalisierende Störungen verantwortlich.

Bei der Verdrahtung der Zündanlage ist daher unbedingt auf eine einwandfreie Verdrahtung zu achten. Die werksseitig bei der Maico md250 lk verbauten Flachsteckverbinder stellten in den Siebziger-Jahren den Stand der Technik dar, waren aber schon im Neuzustand oftmals nach kurzer Zeit die Ursache vieler Pannen. Der mangelhafte Schutz vor Wasser und Feuchtigkeit sorgte oftmals dafür, daß Feuchtigkeit zwar hinein gelangen, aber nicht mehr abfließen konnte. Dies in Verbindung mit der schlechten Qualität der Steckverbinder sorgte für Korrosion, hochohmige Kontakte

und letztendlich für den Ausfall der Elektrik verbunden mit einer aufwendigen Fehlersuche.

Wir empfehlen deshalb dringend, die vorhandenen Steckkontakte am Fahrzeug durch hochwertige Steckverbinder zu ersetzen und nur Qualitätswerkzeug für die Herstellung der Verbindungen zu verwenden.

Außerdem müssen die Leitungen sauber verlegt und fixiert werden. Durch Vibrationen und Fahrzeugbewegung kommt es sonst sehr schnell zu Scheuerstellen an der Isolation und Kurzschlüssen zwischen Leitungen beziehungsweise zwischen Leitungen und masseführenden Rahmenteilern. Auch hier droht schnell ein Ausfall des Fahrzeugs.

Merke: Kabel die nicht ausreichend befestigt sind brechen nach kurzer Zeit. Alte Verbindungsstecker sind zu ersetzen auch wenn sie scheinbar in Ordnung sind. Die Isolation der Steckverbindung sollte modernen Ansprüchen genügen.

Mit der Verwendung wasserdichter, verriegelnder Stecker, wie sie heutzutage verbaut werden, erspart man sich viel Ärger und erreicht für lange Zeit einwandfreie Steckverbindungen.

3.1.1 md250 (Serie mit VDO-Drehzahlmesser)

Wie in Abbildung 3.1 dargestellt, wird der grüne Anschluss des RHK-Zündschaltgerätes über den Zündschlossschalter mit dem grünen Kabel der Licht-Zündmaschine verbunden. Analog wird der braune Anschluss des RHK-Zündschaltgerätes mit dem braunen Kabel der Licht-Zündmaschine verbunden.

Das weiße (bzw. schwarze) Kabel des RHK-Zündschaltgerätes wird mit dem weißen Kabel des Drehzahlmessers und dem *schwarzen* Flachstecker der Zündspule verbunden. Das blaue Kabel mit dem Flachstecker wird an dem *grünen* Flachstecker der Zündspule angeschlossen. Das zweite blaue Kabel (mit Kabelöse) wird mit der Fahrzeugmasse (Rahmen) verbunden.

3.1.2 md250 RS (mit Kröber-Drehzahlmesser)

Wie in Abbildung 3.2 dargestellt, wird der grüne Anschluss des RHK-Zündschaltgerätes mit dem grünen Kabel der Lichtmaschine verbunden. Das braune Kabel der Licht-Zündmaschine wird am ersten Anschluss des Drehzahlmessers, das braune Kabel des RHK-Zündschaltgerätes mit dem braunen Kabel des zweiten Anschluss des Drehzahlmessers verbunden.

Das weiße (bzw. schwarze) Kabel des RHK-Zündschaltgerätes wird mit dem *schwarzen* Flachstecker der Zündspule verbunden. Das blaue Kabel des RHK-Zündschaltgerätes wird an den *grünen* Flachstecker angeschlossen. Das zweite blaue Kabel (mit Kabelöse) wird mit der Fahrzeugmasse (Rahmen) verbunden.

3.2 Mechanische Befestigung

Das Gehäuse des RHK-Zündschaltgerätes weist dieselben Grundabmessungen auf wie das Serienschaltgerät. Deshalb können zur Montage die Seriengummihalfterungen

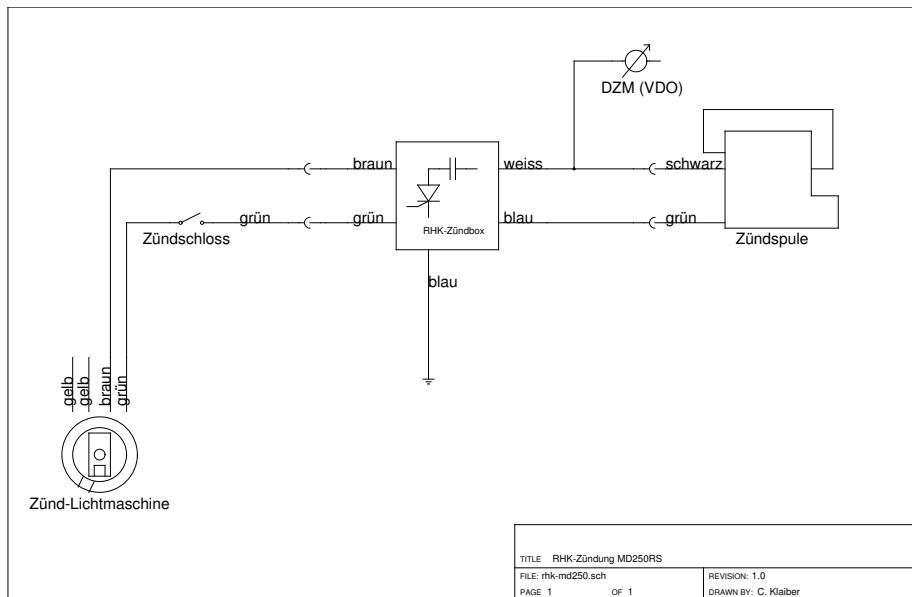


Abbildung 3.1: Anschlussschema bei der Serienmaschine mit VDO-Drehzahlmesser

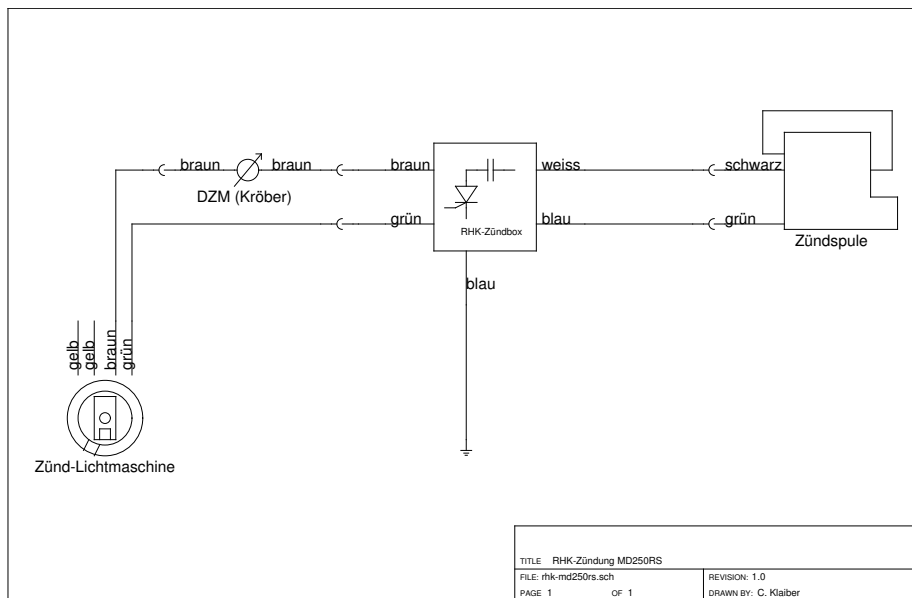


Abbildung 3.2: Anschlussschema bei der RS mit Kröber-Drehzahlmesser

verwendet werden. Sind diese brüchig, hart oder gerissen sollten sie unbedingt gegen neue ausgetauscht werden. (Bezugsquelle im Anhang B.5)

Bei der Montage muß darauf geachtet werden, Schrauben $M3 \times 10$ zu verwenden. Bei längeren Schrauben besteht die Gefahr, daß Bauteile im inneren beschädigt werden.

Wie in Abbildung 5.3 zu erkennen ist, baut die verwendete Zuendspule wesentlich kleiner ($\varnothing 30 \times 32$) als das Original, wodurch sich bei der Unterbringung keine Probleme ergeben sollten.

Kapitel 4

Inbetriebnahme des Zündschaltgerätes



Abbildung 4.1: Einstellarbeiten an der Zündung

4.1 Erstellung einer Zündzeitpunkt Markierung

Weil die Kröber Licht-Zündmaschine keine Markierung für den Zündzeitpunkt besitzt, erstellen wir zunächst eine entsprechende Markierung. Diese Markierung benötigen wir um eine genaue Prüfung des Zündzeitpunktes bei laufendem Motor durchführen zu können.

4.2 Vorbereitung

Zunächst entfernen wir eventuell vorhandene alte Markierungen auf dem Stator und dem Innenrotor. Dies funktioniert am besten mit Aceton oder Nitroverdünnung. Nicht geeignet ist Benzin. Als nächstes legen wir uns das erforderliche Werkzeug bereit. Wir benötigen einen Todpunktfinder oder eine Messuhr die den Kolben durch das Kerzenloch erreichen kann ¹, Ringschlüssel in der Größe 13 oder 6mm Innensechskant (je nach Ausführung der Zentralschraube), eine einfache Zündzeitpistole (Stroboskoplampe), ein Schraubensicherungsmittel (nicht superfest) sowie einen etwas dickeren, möglichst nicht wasserlöslichen Filzstift. Die Batterie auf Abbildung 4.2 ist nur für die Zündpistole nötig weil die Rennmaschine mit der die Fotos erstellt wurden über keine bordeigene Batterie verfügt.



Abbildung 4.2: Benötigte Werkzeuge

¹Es existieren mindestens zwei unterschiedliche Zylinderköpfe, die unterschiedlich lange Taster erfordern.

4.3 Erstellung der Markierung des Zündzeitpunktes

Nun ersetzen wir die Zündkerze durch einen Todpunktfinder oder eine Messuhr. Bei Verwendung einer Messuhr ist darauf zu achten, dass der Taster am Kolbenboden über die erforderliche Länge verfügt. Vorsichtiger Umgang mit dem empfindlichen Messwerkzeug ist geboten. Um die Messuhr (oder Todpunktfinder) zu installieren, drehen wir deshalb zuerst den Kolben zum UT (unterer Todpunkt). Dies geschieht am einfachsten indem sie bei entnommener Zündkerze den Magnetzeiger auf 12.00 Uhr drehen. Nun kann das Messwerkzeug gefahrlos montiert werden. Anschließend drehen sie den Kolben im Uhrzeigersinn vorsichtig nach oben bis sich die Messuhr bewegt. Wenn dieser Punkt erreicht ist, drehen sie sehr vorsichtig bis zum höchsten Punkt des Kolbens weiter. Dabei ist darauf zu achten, dass die Messuhr nicht das Ende des Messweges erreicht und dadurch Schaden nimmt. Wenn sie zweifelsfrei den OT (oberer Todpunkt) ermittelt haben, verstellen sie die Skala der Uhr auf 1,9mm über den Zeiger. Jetzt drehen sie den Kolben (am besten am Magnetzeiger mit der Hand) gegen den Uhrzeigersinn bis der Zeiger der Messuhr die 0 auf der Skala erreicht. (Abbildung 4.3) Jetzt steht der Kolben exakt am Zündpunkt.



Abbildung 4.3: Messuhr in 0-Stellung

Die Position des Kolbens darf sich bis zur Erstellung der Markierung nicht mehr verändern. Um dies zu gewährleisten, klemmen wir ein Stück Pappe (kein Metall) zwischen Stator und Innenrotor und prüfen an der Messuhr noch ein letztes Mal die exakte Position des Kolbens (der Zeiger muss immer noch auf die 0 zeigen). Mit dem Filzstift und einem Hilfslinial erstellen sie nun eine durchgehende Linie auf dem In-

nenrotor und weiter über den Spalt auf den Stator (siehe Abbildung 4.5). Wenn die nun angebrachte Linie fertig ist, werfen sie zur Sicherheit noch ein allerletztes Mal einen Blick auf die Messuhr, sie muss immer noch die 0 anzeigen.



Abbildung 4.4: Festklemmen des Innenrotors mit einem Stück Pappe

4.4 Grundeinstellung der Zündung

Zur Funktion: auf der linken Seite des Stator ist ein stabähnlicher Einguss zu erkennen (Abbildung 4.6). Wenn der Magnetzeiger an diesem Punkt ankommt, wird das Signal für das RHK-Zündschaltgerät ausgelöst. Dieses Signal muss nach Werksangabe bei 1,8mm bis 2mm bei 4000min^{-1} vor O.T. übertragen werden. Also genau dann, wenn die soeben gezeichneten zwei Linien in Deckung sind. Damit dies gewährleistet wird, wird nun der Magnetzeiger auf die Position der Signal-Auslösung gebracht. Die richtige Position zeigt die Abbildung 4.6.

Das Verstellen des Magnetzeigers geschieht mittels der zentralen Schraube (M8x1 links) mit der SW13 oder 6mm Innensechskant (Achtung Linksgewinde). Die exotische Schraube ist schwer zu beschaffen und sollte deshalb schonend behandelt werden. Das Signal wird schon ausgelöst, wenn der Magnetzeiger den Rand des stabförmigen Eingusses erreicht hat (Abbildung 4.6). Aus diesem Grund ist für die Grundeinstellung der Magnetzeiger in der abgebildeten Position zu fixieren. Die Verschraubung

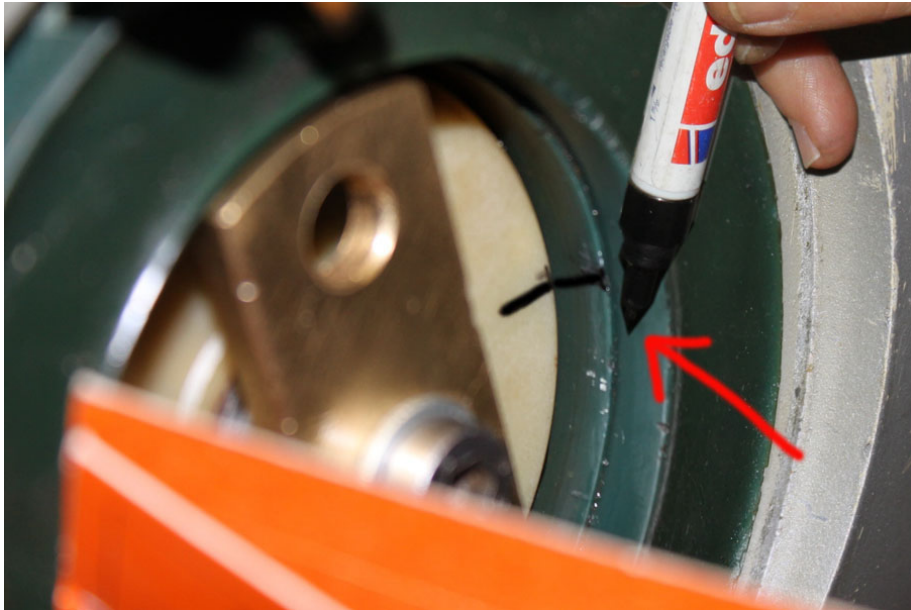


Abbildung 4.5: Markierung auf Innenrotor und Stator

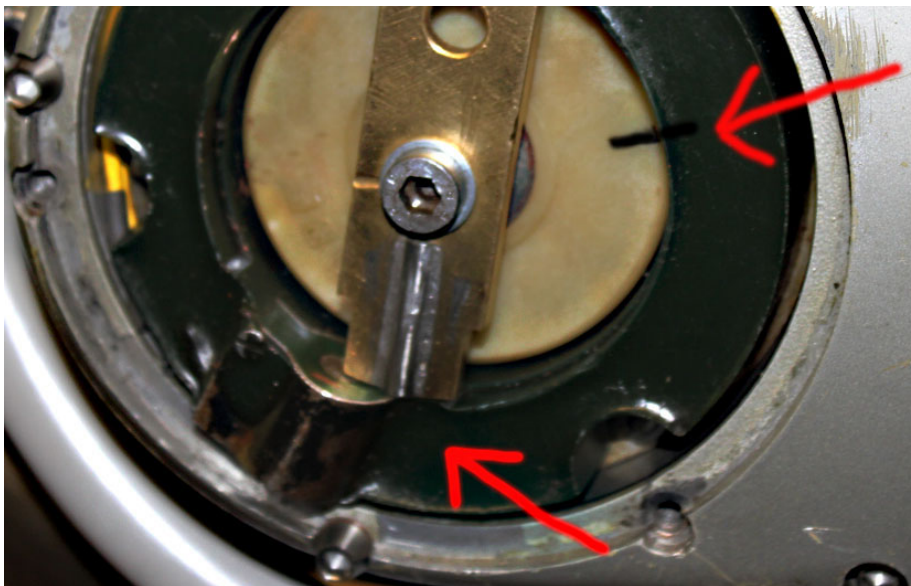


Abbildung 4.6: Korrekte Grundeinstellung

des Magnetzeigers mit der exotische M8x1 links Schraube ist manchmal etwas problematisch. Die Schraube neigt dazu, sich selbstständig zu lockern. Aus diesem Grund ist sie deshalb gelegentlich mit Schraubensicherungsmittel eingeklebt. Entsprechend schwer ist sie manchmal zu lösen. Vor allem die Innensechskantschrauben geraten dabei gerne an die Grenzen. Wir benutzen noch kein Sicherungsmittel, da wir evtl. im späteren Verlauf noch einmal verstellen müssen.

Anmerkung: der Magnet des Magnetzeigers ist bei jedem Motorrad geringfügig anders stark magnetisch. Aus diesem Grund ist die exakte Positionierung bei jedem Motorrad geringfügig unterschiedlich.

4.5 Exakte Überprüfung der Einstellung

Dafür ist eine sog. Zündzeitpistole nötig, lassen sie den Motor mit exakt 4000 U/min laufen und gucken sich unter dem Stroboskop-Licht die erstellte Markierung an. Wenn sich die beiden Linien decken, ist die Zündung perfekt eingestellt. Wenn nicht, muss der Magnetzeiger so lange verstellt werden bis sich die Linien decken. Wenn die Position gefunden ist, wird die Zentralschraube mit einem mittleren Schraubensicherungsmittel eingeklebt.

4.6 Wichtige Hinweise

- Der Magnetzeiger muss über eine ausreichende Magnetisierung verfügen. Über die Jahre kann es passieren, dass der Magnetismus im Stab verloren geht, dann kommt es zu einem verspäteten Signal und eine exakte Einstellung wird unmöglich. Dann muss der Magnetzeiger neu magnetisiert werden. (Für kleines Geld bei jedem Bosch Dienst möglich.)
- Weil die Mutter des Magnetzeigers starke Vibrationen ertragen muss, ist es notwendig, die Mutter mit Schraubensicherungsmittel festzukleben. Aus diesem Grund sollte auf Sauberkeit und vor allem fettfreies Arbeiten am Links-Gewinde geachtet werden.
- Verwenden sie ausnahmslos Zündkerzen der Marke Champion mit der Bezeichnung N2. Aus unbekannten Gründen funktionieren diese Kerzen deutlich zuverlässiger als alle anderen. Prüfen sie vor Gebrauch einer neuen Zündkerze grundsätzlich den Elektrodenabstand wie in Abbildung 4.8 dargestellt.
- Achten sie auf den Kerzenstecker, Zündkerzen und Stecker haben Entstörwiderstände. Manchmal kommt es dabei zu ungünstigen Konstellationen die sich auf die Qualität des Funkens ungünstig auswirken. Verwenden sie nach Möglichkeit den mitgelieferten Stecker und eine Champion N2C an Ihrer Mai-co. Damit haben wir gute Erfahrungen gemacht.
- Zur Vorbeugung eines Motorschadens empfehlen wir schon nach kurzer Fahrzeit das Kerzenbild auf Gemisch-Abmagerung zu prüfen. Durch den stärkeren



Abbildung 4.7: Überprüfen der Magnetkraft gemäß Maico Werksnorm

Funken und der kürzeren Brenndauer, kommt es zu einer deutlich besseren Verbrennung die evtl. eine fettere Einstellung des Vergasers² erforderlich macht. Prüfen sie zur Sicherheit am Anfang öfter mal das Kerzenbild. Auch nach ordentlicher Vollgasfahrt muss die Zündkerze rehbraun sein. Bei grauem Kerzenbild besteht die Gefahr eines Kolbenklemmers infolge Überhitzung (bedingt durch ungenügende Kühlung des Kolbenbodens durch den Kratstoff).

²Fetttere Einstellung bedeutet einen höheren Anteil von Kraftstoff im vom Vergaser aufbereiteten Gemisch von Luft und Kraftstoff.



Abbildung 4.8: Überprüfen des Elektrodenabstands

Kapitel 5

Technische Beschreibung

Wie bei der Serienzündanlage handelt es sich beim RHK-Zündschaltgerät von der Bauart um eine Thyristorzündung (CDI). Genau gesagt um eine induktiv getriggerte Magnet-Hochspannungs-Kondensator-Zündung (MHKZ) mit geregelter Villard-Spannungsverdoppler.

Das RHK-Zündschaltgerät ist zum Betrieb mit dem serienmäßigen Stator/Innenrotor/Magnetzeiger gedacht. Allerdings kommt anstelle der Serienzündspule eine moderne Hochleistungzündspule der Marke *Forextreme* zum Einsatz.

5.1 Schaltungsbeschreibung

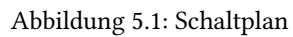
Die Schaltung des RHK-Zündschaltgeräts besteht aus drei Baugruppen:

1. geregelter Villard-Spannungsverdoppler
2. einstellbarer Impulsfilter
3. Endstufe mit Zündspule

5.1.1 Spannungsverdoppler

Kondensator C2 und Diode D1 bilden einen Villard-Spannungsverdoppler. Seine Aufgabe ist es, die vom Ladeanker gelieferte Spannung zu erhöhen und so bereits bei geringen Drehzahlen (Start) genügend Ladung im Zündkondensator zu speichern, daß ein ausreichender Funke an der Zündkerze zu erzeugt wird.

Damit verhindert wird, daß die Spannung bei höheren Drehzahlen einen unzulässig hohen Wert annimmt (wobei die Zündspule zerstört würde), wird der Thyristor D5 bei Erreichen einer Spannung von ca. 300V über die Dioden D2-D3-D4 gezündet. Dadurch bricht die Spannung am Ausgang des Verdopplers augenblicklich zusammen und wird so wirkungsvoll begrenzt. Gleichzeitig wird dafür gesorgt, daß



der Zündkondensator unabhängig von der Drehzahl mit einer konstanten Ladungsmenge aufgeladen ist, was einen drehzahlunabhängigen, gleich starken Zündfunken zur Folge hat.

5.1.2 Impulsfilter

Der Impulsfilter dient zur Aufbereitung des Signals der Pick-Up Spule und zum Einstellen der gewünschten Zündkurve. Zunächst wird das Eingangssignal mittels Diode D6 gleichgerichtet und dann dem Hochpassfilter aus R1-R4 sowie Kondensator C4 zugeführt. Über das Potentiometer R2 kann die Zündkurve entsprechend der Tabelle A.1 verändert werden.

5.1.3 Endstufe

Die Endstufe besteht aus dem Thyristor D8, den Dioden D7 und D9, dem Zündkondensator C5 sowie der externen Zündspule. Zunächst wird C5 über die Diode D7 und D9 auf die vom Spannungsverdoppler bereitgestellte Spannung aufgeladen. Über den Zündimpuls am Impulsfilter wird der Thyristor D8 leitend. Durch die Entladung von C5 über die Zündspule und den dadurch entstehenden Stromimpuls wird in der Zündspule eine Spannung von mehreren Kilovolt induziert, die an der Zündkerze einen Funken überspringen lässt. Um beim Zusammenbrechen des induzierten Stromes eine schädliche Spannungsspitze zu unterdrücken wird dieser über D9 als Löschdiode abgeleitet.

5.1.4 Zündspule

Die Zündspule dient bei einer Zündanlage der Bauart *Magnet-Hochspannungs-Kondensator-Zündung* nicht wie bei einer Unterbrecherzündung zum Speichern von Energie, sondern lediglich zur Transformation des Strompulses, der entsteht, wenn der über die Verdopplerschaltung mit ca. 300V geladene Zündkondensator C5 schlagartig über die Primärwicklung der Zündspule entladen wird - ähnlich der Arbeitsweise eines Transformators.

Die technischen Daten der Zündspule sind in Tabelle 5.1 dargestellt.

Parameter	Symbol	Wert	Einheit
Induktivität primär	L_{pr}	42	uH
Serienwiderstand primär	ESR_{pr}	0,2	Ω
Induktivität sekundär	L_{sec}	2	H
Serienwiderstand sekundär	ESR_{sec}	3,5	k Ω

Tabelle 5.1: Technische Daten Zündspule HAE-01450



Abbildung 5.2: Zündspule *Forextreme*

5.2 Mechanischer Aufbau

Die Schaltung wird auf einer Leiterplatte aufgebaut, welche in einem Aluminiumgehäuse Platz findet. (Zeichnungen im Anhang ??) Dieses passt in die originalen Befestigungsgummis der Kröber-Zündbox, wo es mit den vorhandenen Schrauben befestigt werden kann, so daß das Erscheinungsbild des Motorrades erhalten bleibt. Die Befestigungsgummis sollten unbedingt verwendet werden, da sie Vibrationen wirksam vom Zündschaltgerät fernhalten.

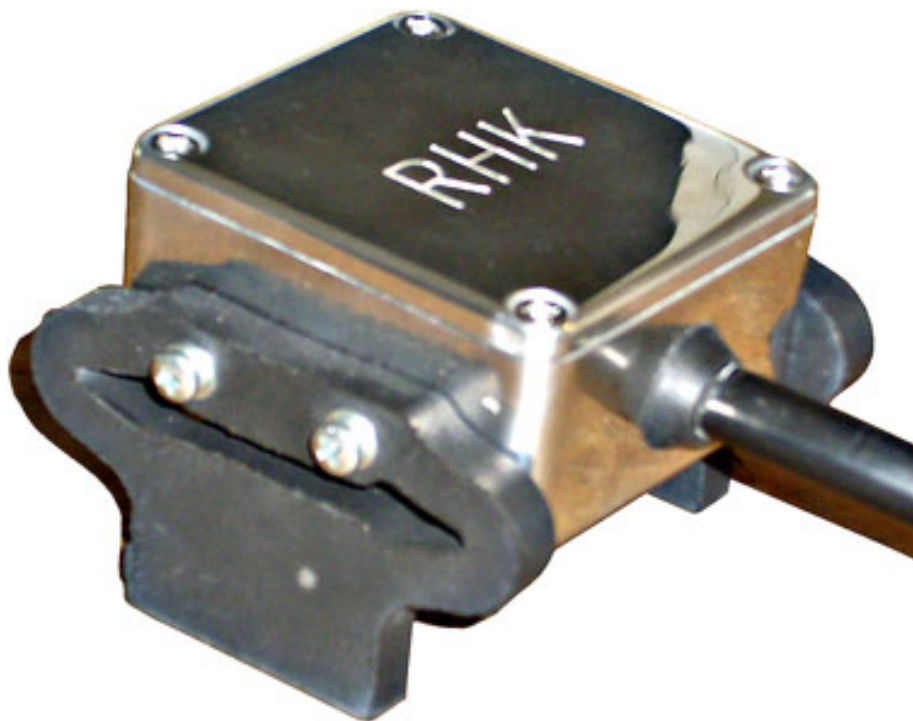


Abbildung 5.3: RHK-Zündschaltgerät

Anhang A

Technische Daten

A.1 Zündkurve

Die Zündkurve des RHK-Zuendschaltgerätes wird über eine speziell an die Anforderungen der md250 lk angepasste Filterschaltung erzeugt. Wie in Abbildung A.1 dargestellt, weicht sie von der Serien-Zündbox im interessanten Bereich zwischen 6000min^{-1} und 9000min^{-1} erheblich ab. Dies ist gewünscht und entspricht unserer Erfahrung, daß mit der Zündkurve des RHK-Zündschaltgerätes eine Verbesserung der Laufeigenschaften erzielt wird.

Für die Feinanpassung besteht die Möglichkeit, die Zündkurve über ein Potentiometer zwischen der Kurve *560R* und *1560R* einzustellen. Dies erfolgt durch ein kleines Loch von der Rückseite der Leiterplatte her. Dabei entspricht der Linksanschlag der Einstellung *560R*, der Rechtsanschlag *1560R*. (Ansicht von der Leiterplattenseite.)¹

Vorsicht: Auf der Platine entstehen Spannungen bis über 300V. Die Zündanlage darf aus diesem Grund nur mit geschlossenem Deckel betrieben werden.

¹Die Darstellung der Werte für Drehzahlen über 9000min^{-1} bis 13000min^{-1} erfolgt an dieser Stelle im Hinblick auf eine mögliche zukünftige Verwendung des RHK-Zündschaltgeräts in anderen Fahrzeugen als der md250 lk.

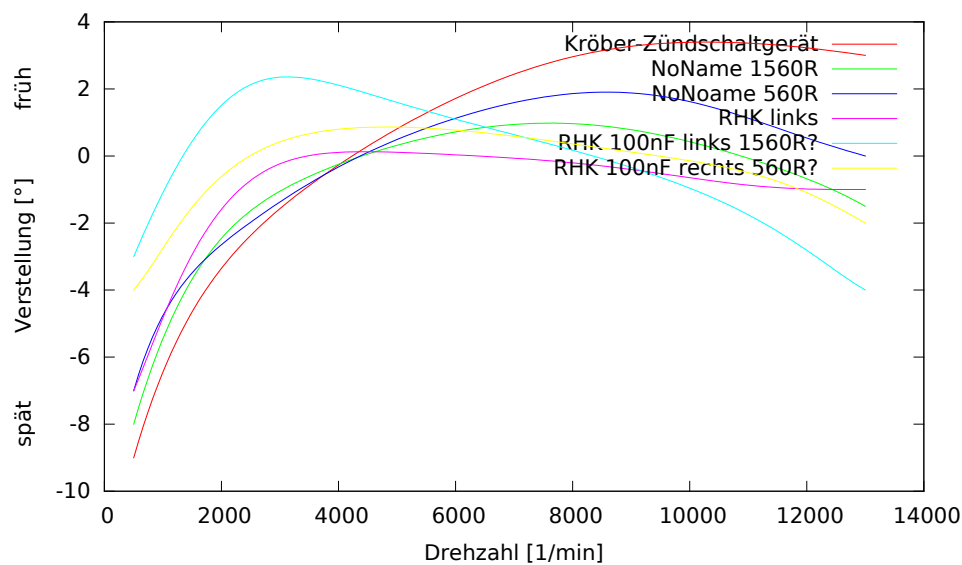


Abbildung A.1: Vergleich der Zündkurven von Serien- und RHK-Zündschaltgerät

Drehzahl[min^{-1}]	Serien CDI	RHK CDI 560 Ω	RHK CDI 1560 Ω
500	-9,00	-7,00	-8,00
1000	-6,00	-4,00	-5,00
1500	-4,00	-3,00	-3,00
2000	-3,00	-2,50	-2,00
2500	-2,00	-2,00	-1,00
3000	-1,50	-1,50	-1,00
3500	-0,75	-0,50	-0,50
4000	0,00	0,00	0,00
5000	1,00	1,00	0,50
6000	2,00	1,00	1,00
7000	3,00	2,00	1,50
8000	3,50	2,50	1,50
9000	3,50	2,50	1,00
10000	3,50	2,00	0,50
11000	3,50	1,00	0,00
12000	3,25	0,50	-0,50
13000	3,00	0,00	-1,50

Tabelle A.1: Vergleich der Zündkurven von Serien- und RHK-Zündschaltgerät

Drehzahl [min^{-1}]	Spannung [V_{pp}]	Energie pro Zünd- funke [mJ]	Zündun- gen / Zeit [Hz]	Strom [mA_{rms}]	Leistung [W]
500	240	28,80	8,33	1,00	0,24
1000	305	46,51	16,67	2,54	0,78
1500	305	46,51	25,00	3,81	1,16
2000	305	46,51	33,33	5,08	1,55
2500	305	46,51	41,67	6,35	1,94
3000	305	46,51	50,00	7,62	2,33
3500	305	46,51	58,33	8,90	2,71
4000	305	46,51	66,67	10,17	3,10
5000	305	46,51	83,33	12,71	3,88
6000	305	46,51	100,00	15,25	4,65
7000	305	46,51	116,67	11,79	5,43
8000	275	37,81	133,33	18,33	5,04
9000	245	30,01	150,00	18,37	4,50
10000	220	24,20	166,67	18,33	4,03
11000	200	20,00	183,33	18,33	3,67
12000	183	16,74	200,00	18,30	3,35
13000	169	14,28	216,67	18,31	3,09

Tabelle A.2: Zur Verfügung stehende Zündenergie

Anhang B

Fertigungsunterlagen

B.1 Version A

Referenz	Bezeichnung	Typ	Bestell-Nr.	Stück
C2	Kondensator	MKP 1,5uF/400V	190-8321	1
D1, D6	Diode	1N4007	628-9546	2
D2, D3, D4	Zener Diode 100V	1N4764A	687-5497	3
D7, D9	Diode Fast	FR307	688-1912	2
D5, D8	Thyristor	X0405MF	687-1022	2
R1	Kohleschichtwiderstand	330R	135-825	1
R2	Potentiometer	PT10 L V10 102 A	PT 10-L 1,0K	1
R3	Kohleschichtwiderstand	560R	707-7644	1
R4	Kohleschichtwiderstand	100k	135-982	1
R5	Kohleschichtwiderstand	68k 1W	707-8741	1
R6	Kohleschichtwiderstand	1k	707-7666	1
R7	Kohleschichtwiderstand	2k4	707-7694	1
C3	Folienkondensator	0,01uF	334-243	1
C6	Folienkondensator	0,015uF	334-293	1
C5	Folienkondensator	MKP 1uF	190-8315	1
C4	Elektrolytkondensator	2,2uF	547-8515	1

Tabelle B.1: Stückliste

B.2 Version B

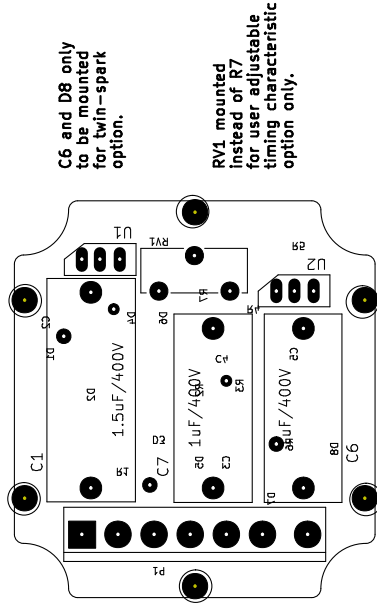
Nachdem die erste Charge Leiterkarten vergriffen waren, wurde dies zum Anlass genommen, die Leiterkarte neu zu zeichnen und ein paar Ideen einzubringen. Wie man leicht am Vergleich von Abbildung B.1 und B.2 sieht, ist ein komplett neues Design dabei herausgekommen, wobei sich an der Funktion nur sehr wenig verändert hat.



Abbildung B.1: RHK Zündschaltgerät Version A

- Die auffälligste Änderung ist die Verwendung von oberflächenmontierten Bauteilen anstelle der bedrahteten Bauteile in Version A. Neben der besseren Handhabung versprechen wir uns davon eine bessere Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen. Die Notwendigkeit, die Leiterplatte aufgrund auftretender Vibrationen zu vergießen entfällt somit. Darüber hinaus ergibt sich die Möglichkeit einer maschinellen Bestückung der Leiterplatten.
- Das Layout wurde bereinigt, so daß sämtliche Verbindungen jetzt von der Vorderseite der Leiterplatte abgehen.
- Über den umlaufenden Rand liegt das Gehäuse jetzt auf der Fahrzeugmasse, wodurch die elektromagnetische Verträglichkeit verbessert wird.
- Die Leiterplatte weist in Version B eine Stärke von $1.6mm$ anstelle der $1.0mm$ der Version A auf. Da die Leiterplatte zwischen Deckel und Gehäuseboden eingeklemmt wird, wird die elektrische Verbindung zum Gehäuse hergestellt (siehe vorhergehender Punkt) und zudem die Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen verbessert. Allerdings macht es ein Abdichten des entstehenden Spalts zwischen Deckel und Gehäuseboden erforderlich.
- Das Potentiometer RV1 weist jetzt eine größere Bauform auf, wodurch es möglich ist, handelsübliche Steckachsen zu verwenden. Durch die stehende Montage ist es besser erreichbar, so daß die Zündverstellung leichter angepasst werden kann.
- Einzige funktionelle Änderung ist das Einfügen von Kondensator C3, der es erlaubt, die Zündkurve über einen weiteren Bereich zu verstellen.
- Es gibt jetzt einen dedizierten Anschluss für einen Killschalter (Schließer gegen die Fahrzeugmasse), sowie getrennte Masseleitungen für Ladeanker und Zündzeitgeber.

Reference, Value, Footprint, Datasheet, Hersteller, Herstellernummer
C7, 1uF/400V, rhk-zuendung:B32653, ,Epcos,B32653A4105K
R6, 2k4, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
R5, 1k, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
RV1, 1k/0.15W, Potentiometers:PotentiometerTrimmer-Piher-PT15-h5vertical,
C5, 15nF, CapacitorsSMD:C1206HandSoldering,
D5, ES1J, DiodesSMD:Diode-SMAHandsoldering,
D7, ES1J, DiodesSMD:Diode-SMAHandsoldering,
D6, ES1J, DiodesSMD:Diode-SMAHandsoldering,
R1, 68k/1W, ResistorsSMD:R2512HandSoldering,
C4, 2u2, CapacitorsSMD:C1210HandSoldering,
C2, 10nF, CapacitorsSMD:C1206HandSoldering,
R3, 560R, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
R4, 100k, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
R2, 330R, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
U2, X0405MF, rhk-zuendung:TO202-3,
U1, X0405MF, rhk-zuendung:TO202-3,
D4, 1SMB5949BT3G, DiodesSMD:Diode-SMBHandsoldering,
D3, 1SMB5949BT3G, DiodesSMD:Diode-SMBHandsoldering,
D2, 1SMB5949BT3G, DiodesSMD:Diode-SMBHandsoldering,
D1, ES1J, DiodesSMD:Diode-SMAHandsoldering,
C1, 1.5uF/400V, rhk-zuendung:B32654, ,Epcos,B32654A4155K
C3, 100nF, CapacitorsSMD:C1206HandSoldering,
C6, 1uF/400V, rhk-zuendung:B32653, ,Epcos,B32653A4105K
D8, ES1J, DiodesSMD:Diode-SMAHandsoldering,
R7, 470R, ResistorsSMD:R1206HandSoldering,
P1, CONN01X07, rhk-zuendung:bornier7,



C6 and D8 only
to be mounted
for twin-spark
option.

RV1 mounted
instead of R7
for user adjustable
timing characteristic
option only.

Ersatz für Zündelektronikbox EDV-Nr. 3066
Christof Klalber

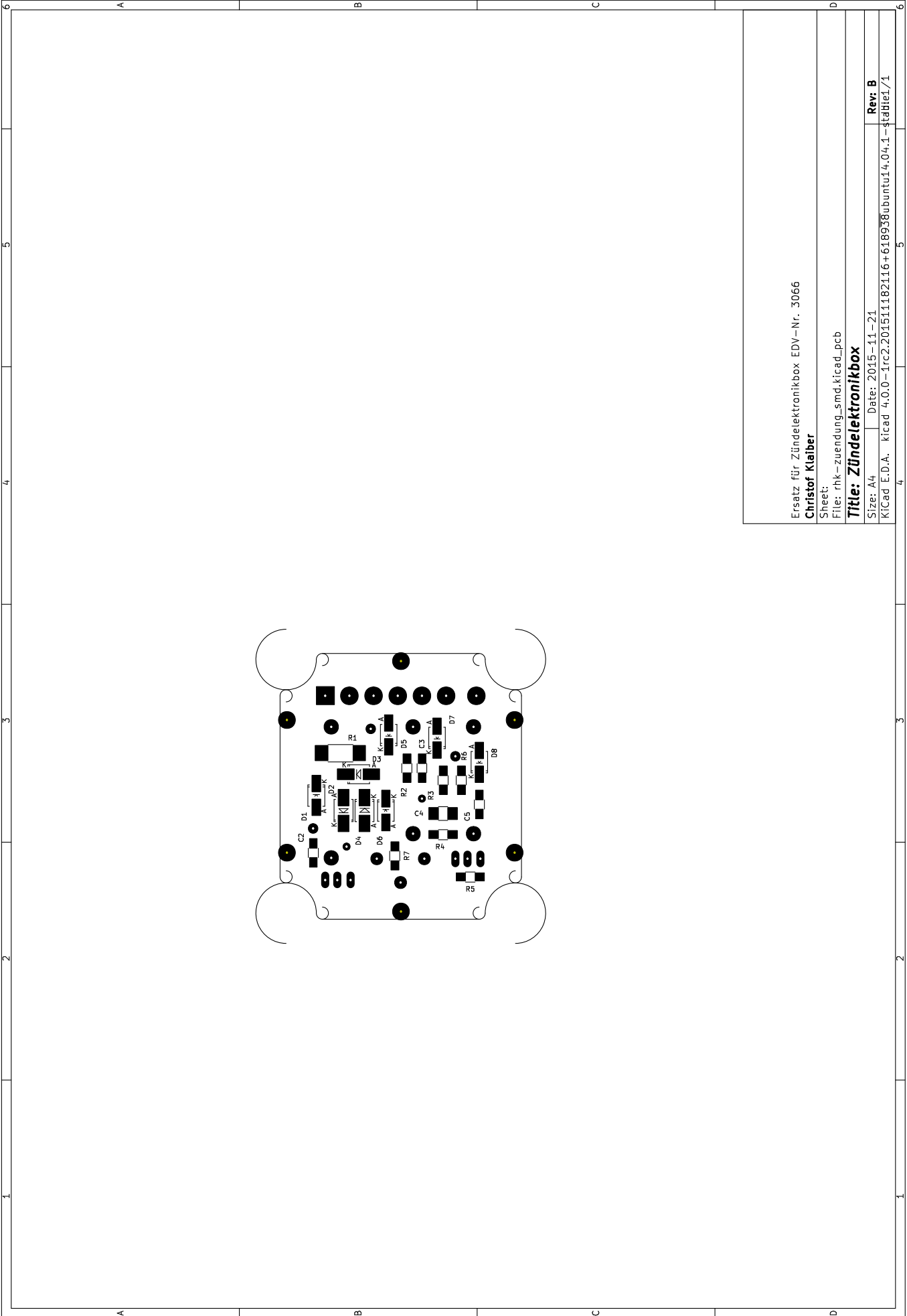
Sheet:
File: rhk-zuendung_smd.kicad_pcb

Title: Zündelektronikbox

Size: A4 Date: 2015-11-21

KiCad E.D.A. kicad 4.0.0-1rc2.201511182116+618938ubuntu14.04.1-stable1/1

Rev: B



Ersatz für Zündelektronikbox EDV-Nr. 3066
Christof Klalber

Sheet:
File: rhk-zuendung_smd.kicad_pcb

Title: Zündelektronikbox

Size: A4 Date: 2015-11-21 **Rev: B**
Kicad E.D.A. kicad 4.0.0-1rc2.201511182116+618938ubuntu14.04.1-stable1/1

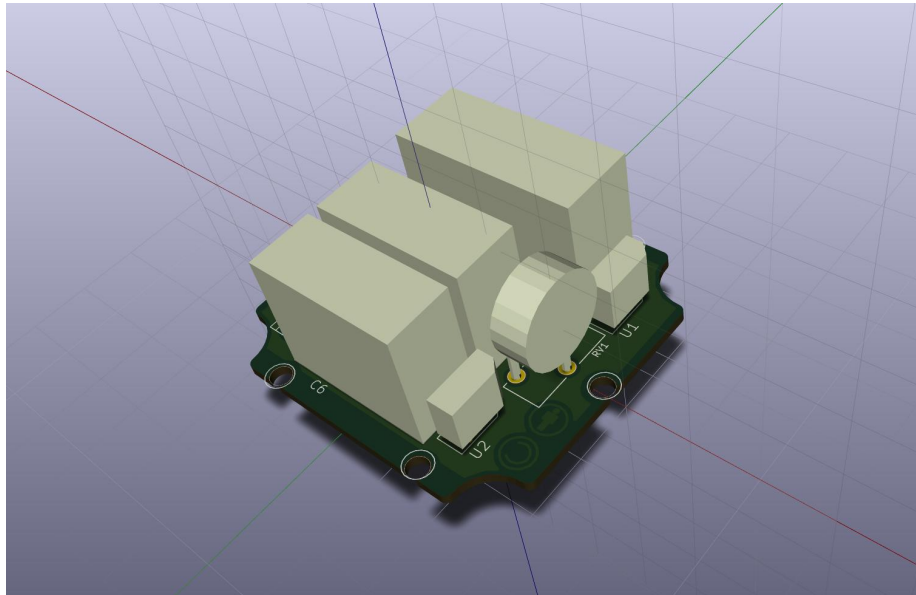


Abbildung B.2: Leiterplatte Version B Vorderseite

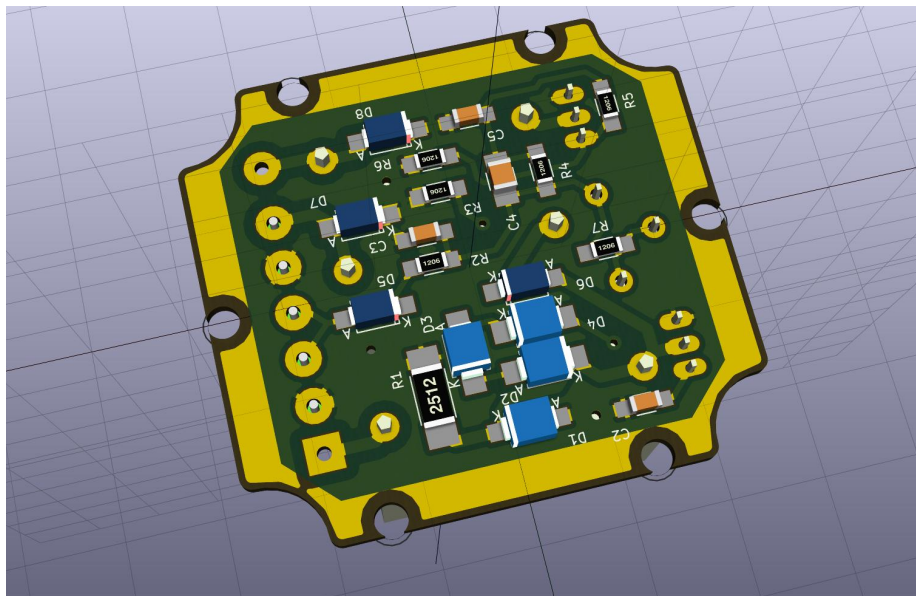


Abbildung B.3: Leiterplatte Version B Rückseite

B.3 Mechanik

B.3.1 Elektromechanik

Referenz	Bezeichnung	Typ	Bestell-Nr.	Stück
X5, X6	Flachsteckhülse	6,3 x 0,8	534-351	2
	Verdrahtungsleitung H05V-K	0,75mm ² grün		0,5m
	Verdrahtungsleitung H05V-K	0,75mm ² blau		1m
	Verdrahtungsleitung H05V-K	0,75mm ² weiß		0,5m
	Verdrahtungsleitung H05V-K	0,75mm ² braun		0,5m
	Gehäuse	60x55	517-3399	1
L1	Leiterplatte	RHK		1
	Hochleistungszündspule	forextreme	HAE-01450	1

Tabelle B.2: Stückliste elektromechanische Bauteile

B.3.2 Gehäuse

Das Gehäuse bzw. der Schutz vor Vibrationen und Feuchtigkeit ist in Bezug auf das lange Leben des RHK-Zündschaltgerätes von elementarer Wichtigkeit. Wir haben lange gesucht und die Platine designed bis wir mit dem Ergebnis zufrieden waren. Gehäuse und Platine sind gewissermaßen auf Stoß genäht und ergänzen sich perfekt. In Verbindung mit etwas Gel oder Vergussmasse sind die dünnen Drähte gut vor Vibrationsschäden geschützt. Mit den sog. Kroeber-Gummis (Abbildung B.5, Bezugsadresse in Abschnitt B.5) als Gehäuse-Aufhängung halten wir das Problem für sehr gut gelöst.

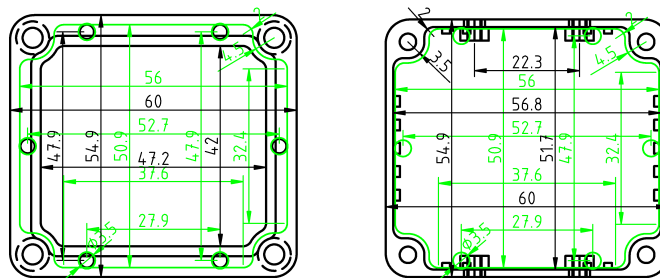


Abbildung B.4: Gehäusedeckel und -unterteil - grün: Platine

B.4 Hinweise

Für die Steckverbindung zwischen Licht-Zündmaschine und Zündschaltgerät (Ladeanker braun und Pick-Up grün) gab es bei Maico offensichtlich keine verbindliche

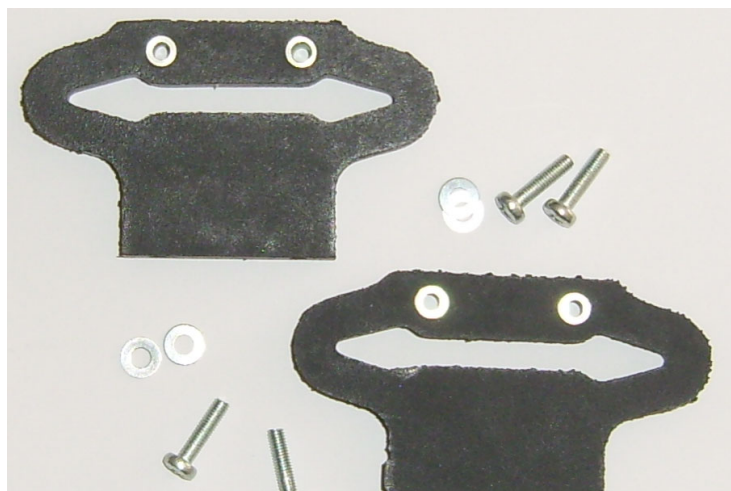


Abbildung B.5: Kröber Befestigungsgummis

Norm. Die Ausführung scheint innerhalb der Serie mehrfach geändert worden zu sein, weshalb die erforderlichen Steckverbinder in der Tabelle nicht aufgeführt sind.

Wir empfehlen dringend, die Steckverbinder durch qualitativ hochwertige zu ersetzen und nur Qualitätswerkzeug zum Herstellen der Verbindung zu verwenden.

B.5 Bezugsquellen

Elektronische Bauteile und Gehäuse (außer Potentiometer R2)

RS Components GmbH
Hessenring 13b
64546 Mörfelden-Walldorf

Potentiometer R2

reichelt elektronik GmbH & Co. KG
Elektronikring 1
26452 Sande Germany

Zündspule

Milaszevska Group / gy6-motor.de
Gewerbepark Klippertzmühle
Gillesshütte 99
41352 Korschenbroich

Befestigungsgummi

Herbert Pietsch
Wilhelmstr. 29
56333 Winningen
T. 02606-1538

Anhang C

Copyright

Diese Dokumentation sowie die Schaltpläne und Layouts des Projektes werden unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz *CC BY-SA 3.0* veröffentlicht.¹

Das heißt

Sie dürfen

- das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen
- Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen
- das Werk kommerziell nutzen

Zu den folgenden Bedingungen

Namensnennung: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Weitergabe unter gleichen Bedingungen: Wenn sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Zu den folgenden Bedingungen

Verzichtserklärung: Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.

¹<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>

Public Domain (gemeinfreie oder nicht-schützbares Inhalte): Soweit das Werk, der Inhalt oder irgendein Teil davon zur Public Domain der jeweiligen Rechtsordnung gehört, wird dieser Status von der Lizenz in keiner Weise berührt.

Sonstige Rechte: Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:

- Die Rechte, die jedermann wegen der Schranken des Urheberrechts oder aufgrund gesetzlicher Erlaubnisse zustehen (in einigen Ländern als grundsätzliche Doktrin des fair use etabliert)
- Das Urheberpersönlichkeitsrecht des Rechteinhabers
- Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen.

Hinweis: Im Falle einer Verbreitung müssen sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten.

Der genaue Text kann hier nachgelesen werden: <http://www.creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/legalcode>

Anhang D

Verwendete Software

An Entwicklungswerkzeugen wurde ausschließlich ebenfalls Open-Source-Software verwendet, die für die Weiterentwicklung frei verfügbar ist.

- Die Schaltpläne der Version A sind mit *gschem* erstellt: <http://geda.seul.org/wiki/geda:gaf>
- Für die Erstellung des Layouts der Version A wurde *pcb* verwendet: <http://pcb.gpleda.org>
- Version B wurde mit *KiCAD* entworfen: <http://kicad-pcb.org/>
- Die Dokumentation wurde mit \LaTeX verfasst: <http://www.latex-project.org/>
- Die Diagramme wurden mit *gnuplot* gezeichnet: <http://www.gnuplot.info/>

Anhang E

Impressum

Heinz Hausner
Scharnhorststraße 49
80992 München
hhausner@yahoo.de

Christof Klaiber
Neckarstraße 52
78056 Villingen-Schwenningen
christof@maico-team.de

- Internetauftritt des Maico-Teams (auch neueste Informationen über das RHK-Zündschaltgerät): <http://www.maico-team.de>
- Ewald Rosners Motorradelektrik-Datenbank: <http://www.motelek.net>

Besonders bedanken möchten wir uns für die Unterstützung von:

- Wolfgang Förster
- Hans Hinn
- Ewald Klaiber
- Thomas Kliem
- Freia und Peter Klink
- Bernd und Frank Merath
- Bärbel und Hans Walther



Freude an der Arbeit lässt das Werk trefflich geraten.
ARISTOTELES