



Yamahas XTZ750 und der Spannungsregler

Sept. 2007

Erfahrungsbericht mit Schaltplan und Bauanleitung

An der XTZ750 gibt es ja nicht viel zu mäkeln, ich habe mir 1992 ein 91er Modell gekauft und bin seitdem mit diesem Moped sehr zufrieden. Sie hat mich bis jetzt ca. 90TKm fast problemlos begleitet aber eben nur fast.

Vor ca. 10 Jahren ging mir zum ersten mal der Regler im Frankreichurlaub kaputt. Die Batterie kochte über aber zum Glück blieb die LIMA und Bordelektronik in Ordnung.

Damals wurde mir dann noch für viel Geld der gleiche anfällige Regler in meiner Unwissenheit von einem Yamaha Händler wieder verkauft, obwohl das Problem mit diesem etwas zu schwach dimensionierten Bauteil bei Yamaha bekannt war. Schließlich hatten die Nachfolgemodelle damals schon einen anderen Regler erhalten.

Bis neulich hat er tadellos gehalten. Ich hatte ihn damals aber auch mit Wärmeleitpaste angeschraubt. Wieder Batterie übergekocht, aber Bordelektronik und LIMA zum Glück wieder unbeschädigt.

Da ich Elektroniker bin und mich die teuren Ersatzteilpreise (ein Replikat bei KEDO ab ca. 80 EURO erhältlich) nerven, da es sich bei den Bauteilen meist um Cent-Beträge handelt, habe ich mir die Mühe gemacht, meinen Regler mal zu zerlegen (im Internet war dazu leider nichts detailliertes zu finden) um ihn zu reparieren bzw. nachzubauen.

Aber die Mühe hat sich gelohnt, für ca. 10Euro (Preise Reichelt Elektronik, nicht Conrad) kann man das ganze Ding nachbauen, wenn tatsächlich alle Bauteile kaputt sind.

Der Regler kann grundsätzlich für alle Drehstrom-LIMAs mit Magnetrotor (starker Dauermagnet) eingesetzt werden. Dieser LIMA-Typ ist in vielen Motorrädern zu finden. Wenn man 16A-Thyristoren oder höhere und entsprechende Gleichrichter einsetzt, dürfte der Leistungsbereich wohl fast alle Wünsche erfüllen.

Bei meinem war es so, dass der Gleichrichter und die Regelelektronik noch i.O. und nur die Thyristoren durchgebrannt waren. Man braucht 3 Stück, bei einem Stückpreis von unter 1EURO also eine extrem günstige Alternative - abgesehen vom Bastelaufwand.

Wer sich damit allerdings nicht auskennt, sollte die Finger davon lassen, da ein fehlerhafter Regler erhebliche Folgeschäden verursachen kann. Eine defekte Zündeinheit oder auch eine zerstörte Lichtmaschine kosten immerhin viel Geld und stehen in keinem Verhältnis zum Kaufpreis eines neuen Reglers.

Der Regler ist relativ einfach aufgebaut. Die überschüssige Energie der LIMA wird mittels 3er Thyristoren kurzgeschlossen und in Wärme umgewandelt. Das der Regler dabei warm wird ist also normal. Gute Kühlung ist zu empfehlen. Wer also mit Licht fährt, entlastet seinen Regler.

Der Schaltpunkt lag bei meinem Exemplar bei 14,4V. Das entspricht der maximal zulässigen Ladespannung eines Bleiakkus. Feststellen kann man den Schaltpunkt relativ einfach mittels Spannungs- und Strommessung am ausgebauten Regler.



Eine regelbare Gleichspannungsquelle dabei an Plus und Minus des Reglers anschließen. Die Wechsellspannungseingänge bleiben dabei unbeschaltet. Dreht man nun die Eingangsspannung langsam hoch, steigt die Stromaufnahme deutlich im Schaltpunkt an. Folgende Werte habe ich bei meinem Regler gemessen: (gerundete Werte)

14,3V = 1mA 14,4V = 2mA 14,5V = 20mA 14,6V = 50mA 14,7V = 80mA

Da bei meinem Regler nur die Thyristoren beschädigt waren, habe ich das alte Gehäuse mit dem eingegossenen Gleichrichter sowie die Platine mit der Regelelektronik wieder verwendet. Für die Befestigung und Kühlung der neuen Thyristoren habe ich ein Aluminiumblech angeschraubt.

Den Schaltplan, den Aufbau des Reglers und meinen Umbau mit weiteren Details und Fotos dazu findet ihr auf den Folgeseiten. Auf gute Wärmeübergänge (Leitpaste verwenden) und auf gute elektrische Isolierungen, die auch hitzebeständig sind sollte man aber unbedingt achten.

Zur Isolierung habe ich mit Silikonfolie und Trafopappe gearbeitet. Auch innerhalb des Reglergehäuses habe ich sowohl die Seitenwände als auch zwischen den Verdrahtungen zusätzlich mit Trafopappe gearbeitet (sicher ist sicher). Schließlich ist das Bauteil neben der Eigenerwärmung auch Vibrationen ausgesetzt.

Als Abdeckung habe ich über die Thyristoren eine weiteres Aluminiumblech geschraubt. Auch dazwischen habe ich Wärmeleitpaste verwendet. Somit haben die Thyristoren sowohl hinten als auch vorne eine gute Wärmeabgabe. Gleichzeitig bietet die Abdeckung einen guten mechanischen Schutz. Den Zwischenraum sowie die Trennfuge zum alten Gehäuse habe ich mit Silikon abgedichtet wodurch der reparierte Regler allen Witterungseinflüssen stand halten dürfte.

Wer den Umbau nachbauen will, kann auch gut auf Kupferbleche zurückgreifen (ich hatte keine parat), dadurch vereinfacht sich der Aufbau ein wenig (der Kupferstreifen für die Kathodenanschlüsse kann entfallen) und die Wärmeleitfähigkeit ist besser.

Für die Anwendung dieses Reglers bei anderen Motorrädern sei noch folgendes angemerkt:

- Einige Hersteller verwenden einen zusätzlichen Anschluss für die Versorgung der Elektronik mit +12V über das Zündschloss. Aufgrund der geringen Stromaufnahme (bei 12V unter 1mA) dieses Reglers kann dieser Anschluss entfallen.
- Einige Lichtmaschinen verfügen über einen Mittelpunktsleiter, der am Fußpunkt an dem alle drei Wicklungen zusammenlaufen, angeschlossen ist. Dieser Anschluss wird für diesen Regler ebenfalls nicht benötigt und sollte gut isoliert abgelegt werden.

Und nun noch das übliche. Alle Angaben in diesem Bericht sind ohne Gewähr. Für Folgeschäden und dergleichen übernehme ich keine Haftung.

Mein Umgebauter Regler funktioniert allerdings seit mehreren Wochen tadellos. In den ersten Tagen hatte ich zur Endkontrolle ein Multimeter provisorisch an die Batterie angeschlossen und an den Lenker geklemmt.

Für Fragen, Anregungen oder einen Erfahrungsaustausch einfach e-mail an holgeraushh@freenet.de

Allzeit eine gute Fahrt
Holger Brants
September 2007

Die Nutzung dieses Artikels ist nur zu privaten Zweck zulässig.
Alle Rechte bleiben vorbehalten.



Aufbau des "alten" Spannungsreglers

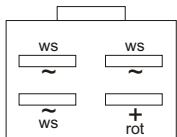
Gleichrichter und Thyristoren sind fest eingegossen. Ein Ausbau ist nicht möglich bzw. zerstört die Bauteile. Das Gehäuse ist damit knapp bis zu Hälfte gefüllt. Bezüglich der Regelelektronik sind mir bisher zwei Varianten untergekommen. Entweder ist sie mit Silikon eingeklebt und kann nach dem lösen der Lötverbindungen relativ leicht herausgenommen werden, oder sie wurde in die Vergußmasse gedrückt ist unbeschädigt nicht herauslösbar.

Ist sie so weit OK, am besten dort lassen wo sie ist und erst mal auf Funktion testen. Dazu die 5 Lötanschlüsse abklemmen - weitere Kontakte nach unten gibt es nicht.

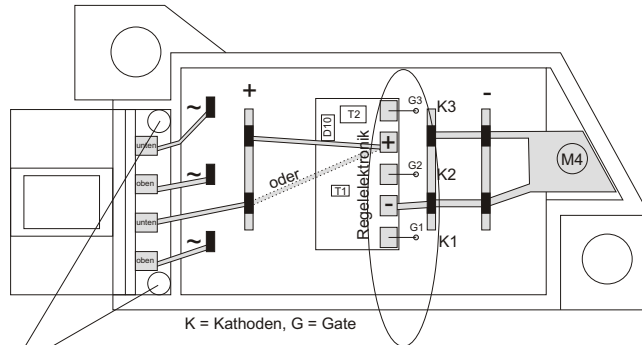
Bei zwei von mir zerlegten Reglern waren die Thyristoren durchgebrannt und die Vergußmasse zwischen K1-K3 und der Regelelektronik aufgeplatzt. Die K1-K3-Lötfahne hatte sich dabei bereits teilweise gelöst und konnte relativ leicht mit einer Zange herausgezogen werden. Da die Thyristoren nach meiner Erfahrung die wesentliche Schwachstelle des Reglers sind, werden diese Anschlüsse ohnehin nicht mehr gebraucht. Ebenso können die G1-G3 Anschlüsse an der Vergußmasse abgekniffen werden. Die "Kraterlandschaft" dann noch etwas mit einem kleinen Fräskopf bereinigen.

Dann noch die Funktion des Gleichrichters prüfen. Ist der OK, kann die Grundeinheit weiter verwendet werden. Bei einem Defekt - ist mir noch nicht untergekommen - empfiehlt sich der Bau eines neuen Reglers auf der Basis von zwei Metallbrückengleichrichtern, wie ich ihn weiter hinten beschreibe.

Ist die Regelelektronik defekt, empfiehlt es sich, alle Reste Herauszulösen und einen Eigenbau zu implantieren. Eine Reparatur an der Regelelektronik ist wohl eher aussichtslos. Wenn die Kathodenanschlüsse herausgezogen sind und die Thyristoren nach außen verlegt werden, ist genügend Platz für eine Platine mit SMD-Bauteilen. Das habe ich zwar noch nicht machen müssen, ich würde aber in dem Fall eine Platine (0,8mm Epoxyd) zwischen Plus und Minus einsetzen und an den Lötfahnen fixieren. Das Layout der Platine so auslegen, das die Kontakte für die Thyristoren nur noch senkrecht nach oben zu führen sind. Für die Wechselstromanschlüsse zu den Anoden der Thyristoren dann eine zweite Platine (Leiterbahnen mit Draht verstärken) aufsetzen. Das hat den Vorteil, das man sich über Isolierungen und Hitzebeständigkeit innerhalb des Bauteils kaum noch Gedanken machen muß.



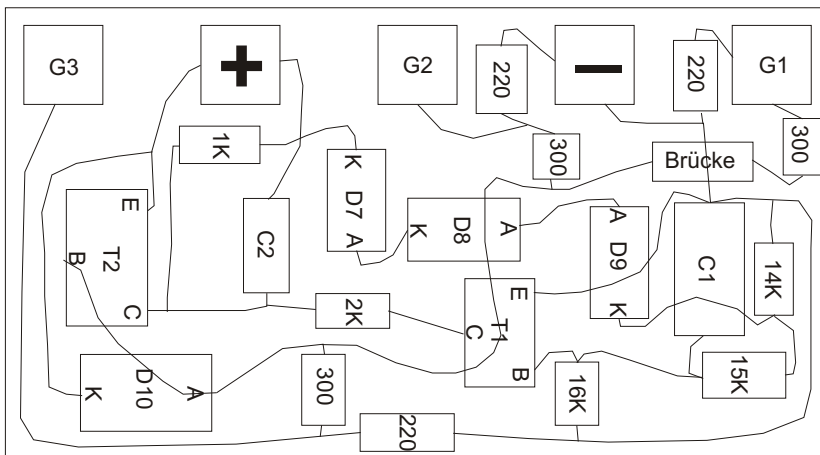
Sicht auf die Steckkontakte. Die Reihenfolge der weißen Kabel spielt keine Rolle.



K = Kathoden, G = Gate

Nachträgliche 3mm Bohrungen zur Befestigung der aufgesetzten Thyristor-Montageplatte mittels 2 Senkschrauben M3 x 30mm. Die Schäfte sind mit Hüllschlauch zu isolieren.

In diesem Bereich ist beim öffnen der Vergußmasse äußerste Vorsicht geboten, da die Lötfahnen der Regelelektronik und die Gateanschlüsse sehr filigran sind. Die 5 Lötfahnen auf der Regelelektronik - sie sind etwa genau so hoch wie alle anderen Lötanschlüsse - reißen sehr leicht von der Leiterbahn.

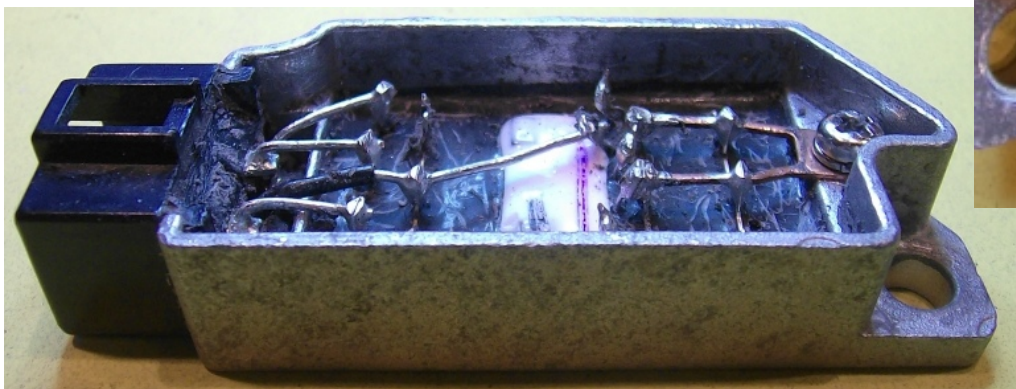
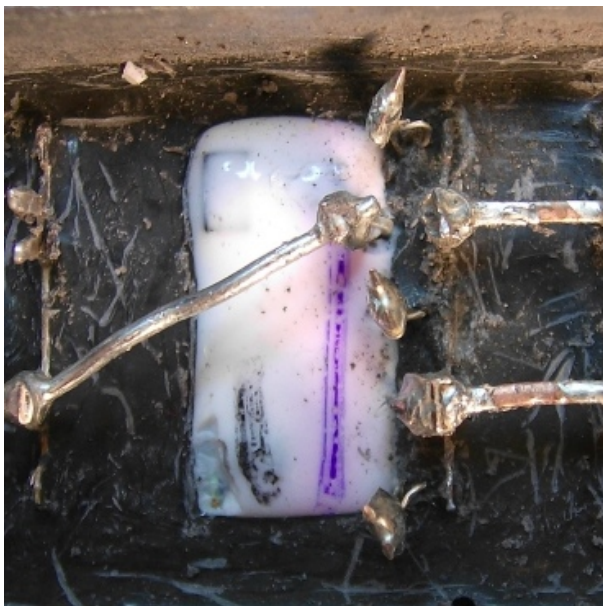
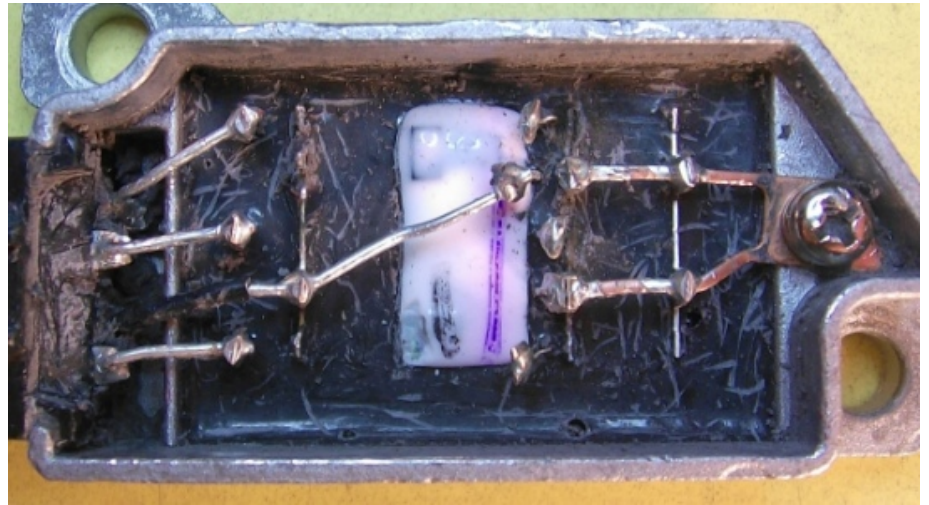


Regelelektronik Schematischer Aufbau und Leiterbahnführung (Skizze ohne Maßhaltigkeit)

Keramisches Trägermaterial mit SMD-Bauteilen.

Alle Widerstände sind in Form von schwarzen Beschichtungen auf dem Trägermaterial realisiert

Aufbau des "alten" Spannungsreglers

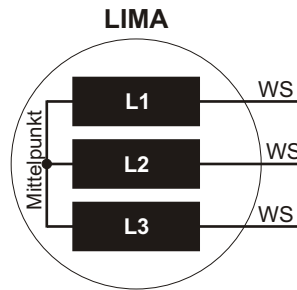




YAMAHA XTZ750

Schaltplan "alter" Spannungsregler

März 2008



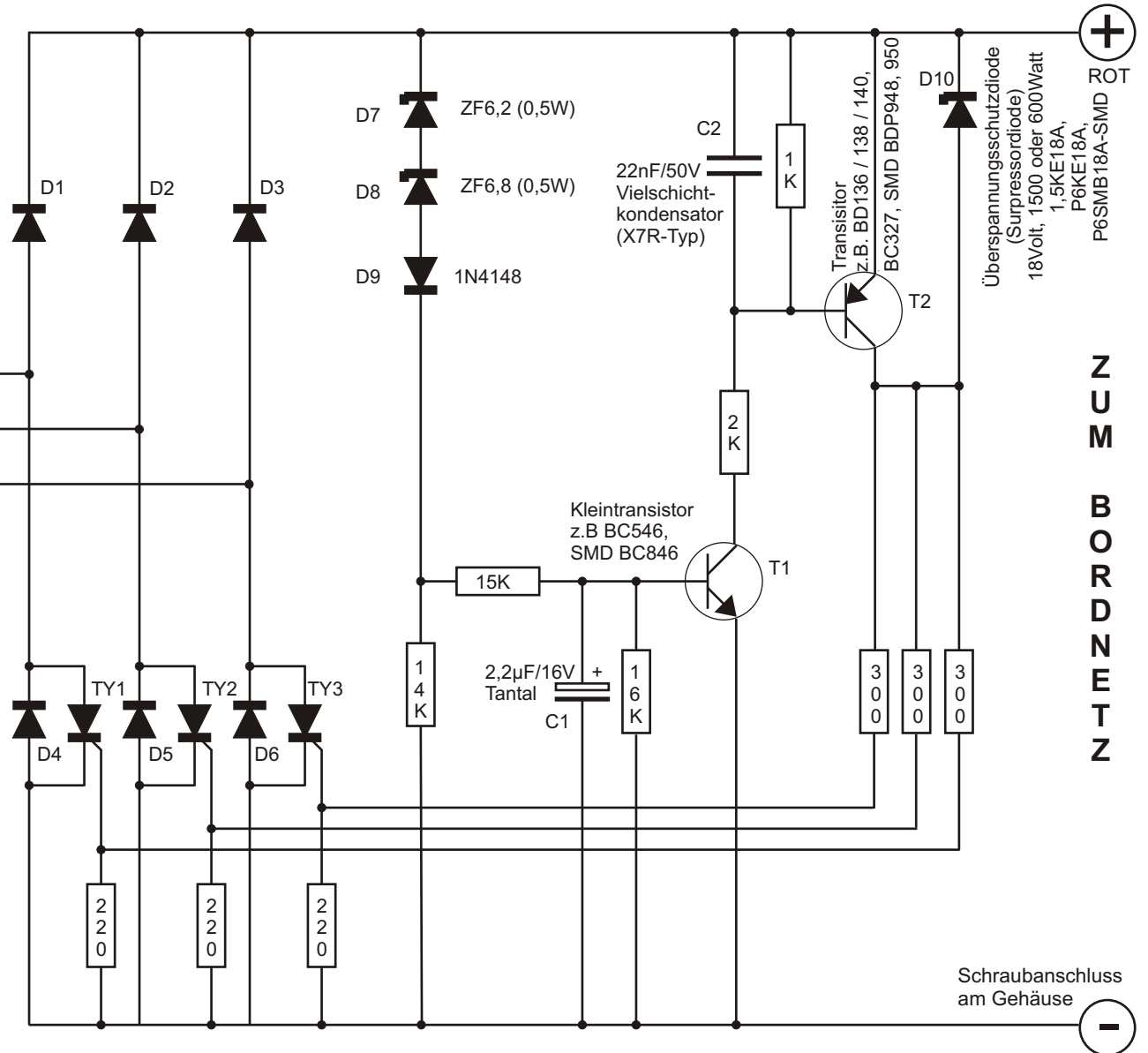
TY1-3 = z.B.

TYN616 - 600Volt, 16Ampere für LIMA's bis ca. 350...400Watt
 TYN625 - 600Volt, 25Ampere für LIMA's bis ca. 550...600Watt
 Bauform TO-220AB, isolierter Einbau erforderlich

D1-6 = z.B.

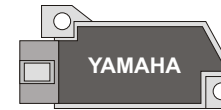
2 Metall-Brückengleichrichter mit je 35Ampere B700C35A
 2 Dioden bzw. ein AC-Anschluss bleiben dann unbenutzt.
 Die Brückengleichrichter haben gegenüber Einzeldioden gleich ein Metallgehäuse zur guten Wärmeableitung, bilden mechanisch eine stabile Einheit und sind preisgünstiger.

Alle Widerstände als Metallschichtwiderstände mit 0,6W/0,4W oder oder alternativ als SMD-Ausführung

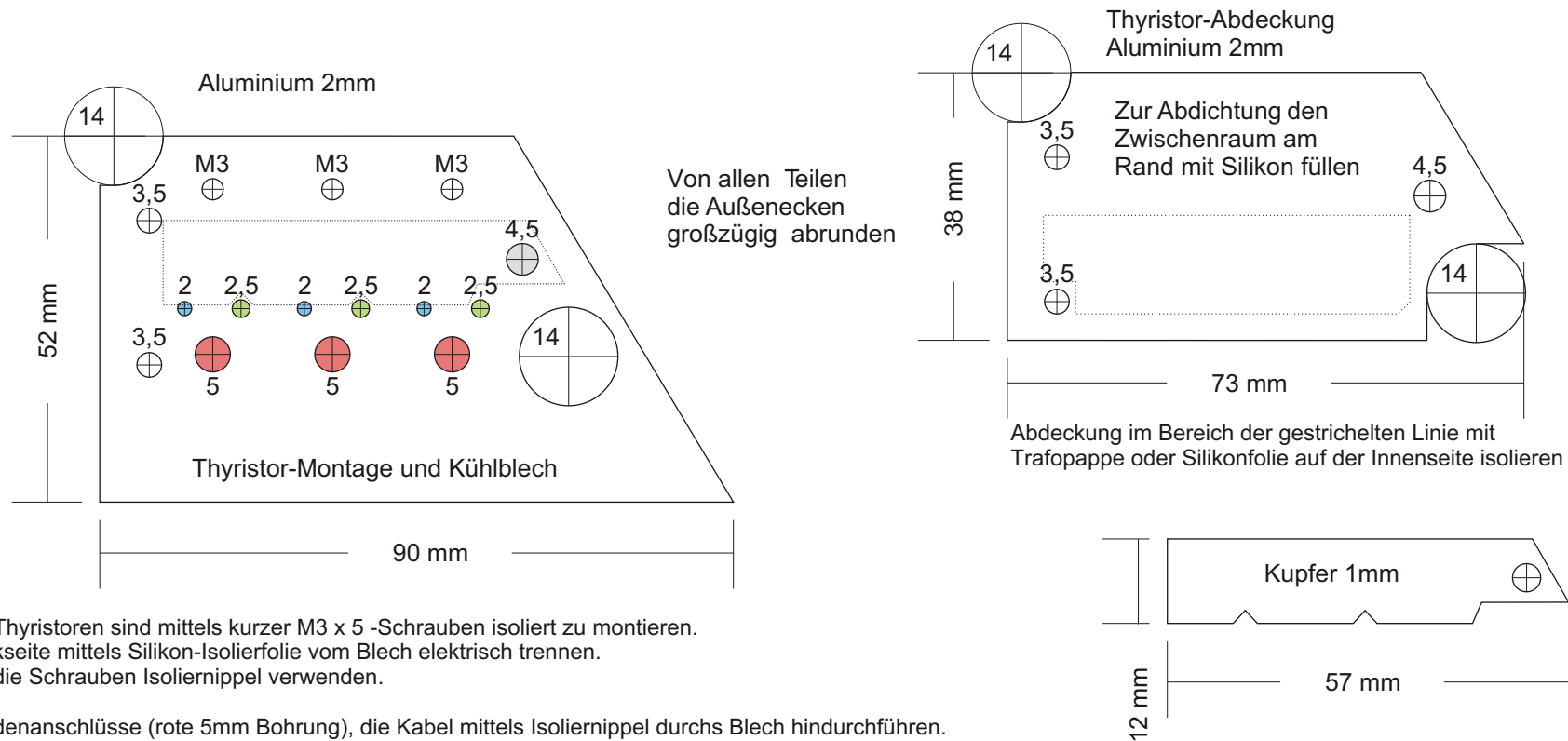


NUMMERN

Wer die Schaltung für ein 6V-System einsetzen will, muß die Z-Dioden D7 / D8 auf 5,8V abändern und für D10 eine 10V Schutzdiode verwenden.
 Wer die Schaltung für eine Lichtmaschine mit Abweichender Anzahl an Ladewicklungen verwenden will kann die Anzahl der Thyristoren, Dioden und Gate-Widerstände entsprechend verändern. Für mehr als 3 Thyristoren empfehle ich in jedem Fall für T2 einen der BD-Typen zu verwenden.



Kühl- und Montageblech zur Montage neuer Thyristoren unter Verwendung des original Gehäuses mit den original Gleichrichtern und der original Regelelektronik



Die Thyristoren sind mittels kurzer M3 x 5 -Schrauben isoliert zu montieren. Rückseite mittels Silikon-Isolierfolie vom Blech elektrisch trennen. Für die Schrauben Isoliernippel verwenden.

Anodenanschlüsse (rote 5mm Bohrung), die Kabel mittels Isoliernippel durchs Blech hindurchführen.

Gateanschlüsse (grüne 2,5mm Bohrung), die Kabel mit temperaturbeständigem Hüllschlauch hindurchführen

Katodenanschlüsse (blaue 2mm Bohrung) werden ohne Isolierung hindurchgeführt und auf der Rückseite an das Kupferblech (gestrichelt eingezeichnet) gelötet. Der Masse-Kontakt zum alten Gehäuse erfolgt mittels M4-Gewindestift (graue 4,5mm Bohrung). Dabei eine passende Abstandshülse, Muttern oder Unterlegscheiben verwenden und auf guten Kontakt achten.

Umbau des "alten" Spannungsreglers mit neuen Thyristoren

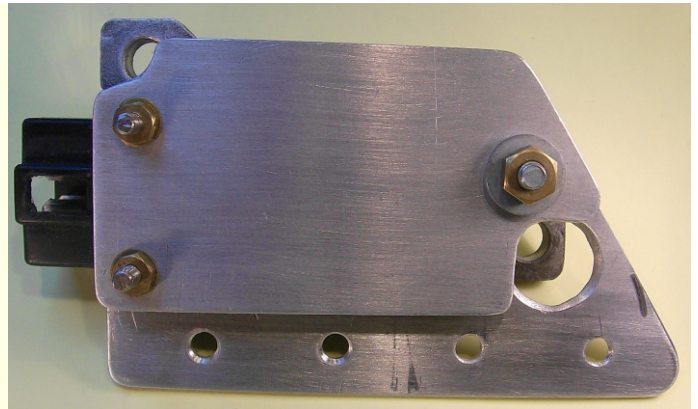
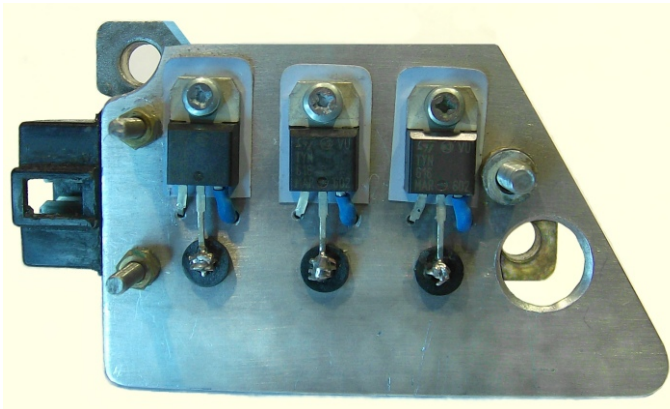
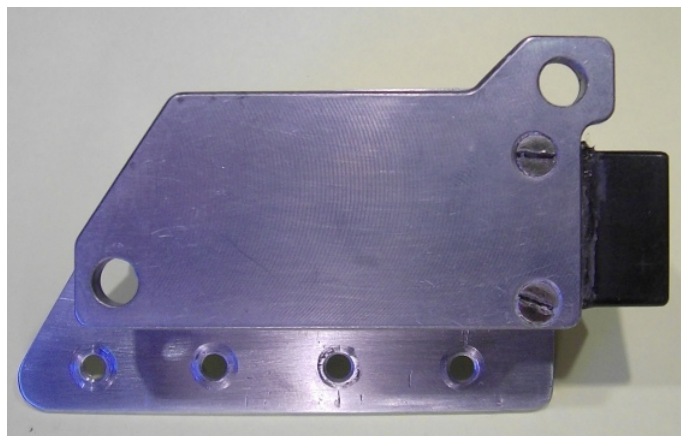


Bild 1 / 2 von Vorne, ohne und mit Abdeckung



Die vier zusätzlichen Bohrungen am unteren Rand auf Bild 2 habe ich angebracht um zwei kleine Fingerkühlkörper anzubringen. Die Verkleidung bzw. der linke Seitendeckel der XTZ750 bietet in diesem Bereich genügend Raum für zusätzliche Kühlfläche.

Ich habe dafür einen passend zugesägten Kühlkörper aus einem alten Computer verwendet.

Bild 3 von hinten gut zu sehen, die zusätzlichen Senkschrauben
Die Schäfte der Schrauben sind innen im Gehäuse mit Hüllschlauch zu isolieren

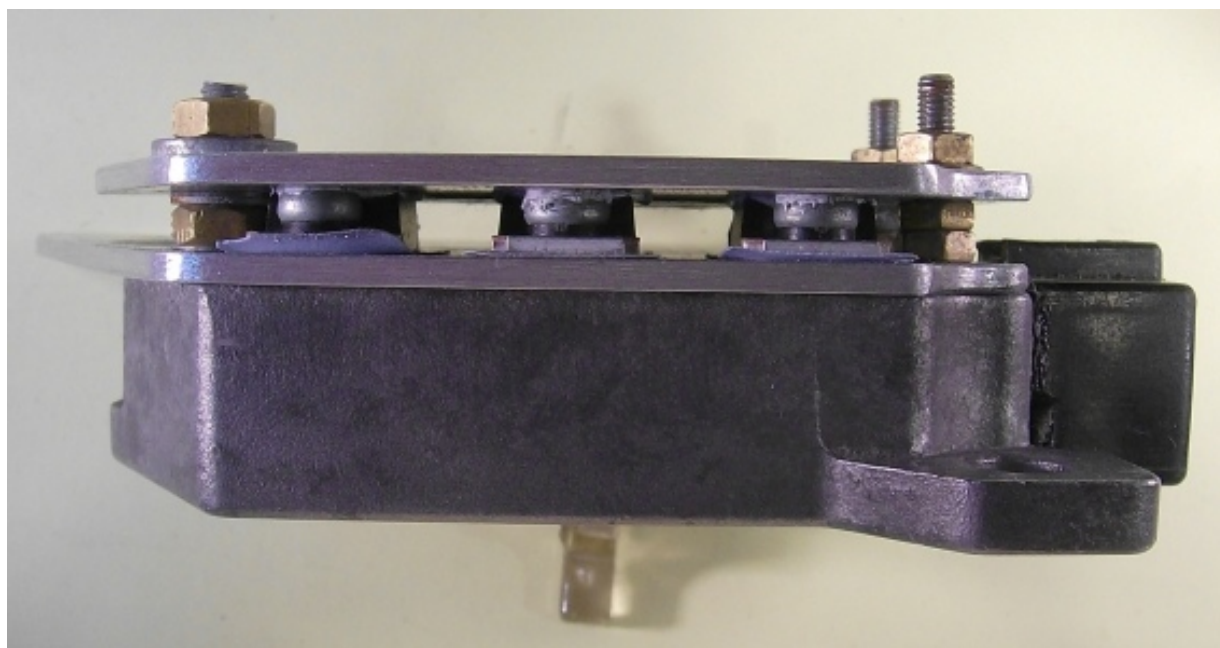
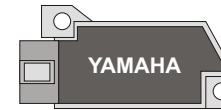
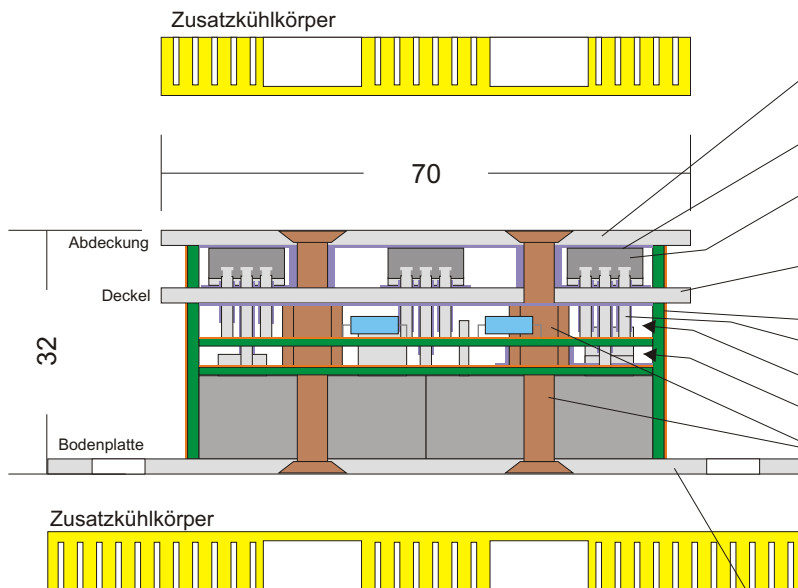


Bild 4 Seitenansicht mit Abdeckung Zwischenraum und Gehäusetrennfuge noch ohne Silikon
Auf passende Distanzstücke in der Dicke der Thyristoren bei den Befestigungsschrauben ist zu achten

Beispiel Eigenbauregler - Schematischer Aufbau



Januar 2008



Abbildungsmaßstab ca. 1:1

- = Isoliermaterialien, Hülsenschlauch / Trafopappe / Silikonfolie
- = Platinenmaterial mit = Kupferbeschichtung
- = Bauteile Regelschaltkreis, Lage willkürlich
- = Verschraubungsmaterialien

Wer für den Regelkreis nur SMD-Bauteile einsetzt und anstatt der Brückengleichrichter Einzeldioden verwendet kann die Bauhöhe auf ca. 25mm reduzieren. Wer eine noch geringere Bauhöhe braucht, sollte die Bauart grundlegend anpassen.

Beim Nachbau die thermische (bis ca 100°C), mechanische (Erschütterungen) und witterungsbedingte Belastung des Bauteils berücksichtigen.

Für die Verwendung an der XTZ am besten das original Regler-Befestigungsblech als Bodenplatte verwenden. Bei Einbau an der original-Position muß der Deckel größer ausgeführt werden und der aufgesetzte Kühlkörper einseitig an einer Längsseite (die bei angebautem Regler schräg zum Boden weist) am Deckel angebracht werden (siehe dazu auch Fotos vom Umbau). Insbesondere auf die Einbauposition achten, um nicht am oberen Ende mit dem Seitendeckel zu kollidieren.

Abdeckung Alu / Kupfer ca. 1,5....2mm dick - Kupfer hat eine bessere Wärmeleitfähigkeit. Größe und Form an die Möglichkeiten am Motorrad anpassen. Oder wer hat, verwendet gleich einen passenden Kühlkörper.

Wärmeleitpaste über den Thyristoren und Silikonfolie / Trafopappe über den Kontakten verwenden.

Thyristoren, isoliert mit dem Deckel verschrauben. Schrauben mit Loctite oder Sekundenkleber sichern und überstehende Schraubenenden an der Unterseite abschleifen. Zur Isolierung Silikonfolie / Glimmerscheiben / Wärmeleitpaste verwenden.

Deckel Alu / Kupfer ca. 1,5....2mm dick. Den Deckel je nach Möglichkeiten größer ausführen und für zusätzliche Kühlfläche nutzen. Oder die Seiten abwinkeln und schlitzen um die Kühlwirkung zu erhöhen.

Seitenteile, sie haben für die Wärmeabgabe nur eine untergeordnete und können am besten aus Platinenmaterial (Epoxyd, einseitig beschichtet, 1,5mm dick), das zu einem Viereck verlötet wird, gefertigt werden. Für die Seitenteile um die Thyristoren wird ein zweites Viereck gefertigt

Löthülsen mit Isolierschlauch.

Bestückungsebene - auf Platine Epoxyd, einseitig beschichtet, 0,8mm dick. Alle Bauteile dauerhaft gegen Erschütterungen sichern. Z.B. mit Silikon oder Plastikspray fixieren.

Anschlussebene - auf Platine Epoxyd, einseitig beschichtet, 0,8mm dick
Hier werden alle Anschlusskabel angelötet und durch die rechte Seite nach außen geführt. Dabei auf eine hitzebeständige Isolierung achten. Der Masseanschluss wird intern mit dem Gehäuse verbunden oder bei Bedarf mit einem extra Kabel nach außen geführt. Für den Anschluss ans Bordnetz auf gute Kontaktakte achten oder ans Bordnetz anlöten um einem Defekt aufgrund von korrodierten Kontakten vorzubeugen.

Verschraubung (M4 Senkkopfschraube, unten ca. 18mm, oben ca. 13mm lang). Die Gleichrichter werden mit Wärmeleitpaste auf die Bodenplatte gesetzt und gemeinsam mit der ersten Platine mittels Distanzbolzen (M4 Innengewinde, ca. 8mm lang) festgeschraubt.

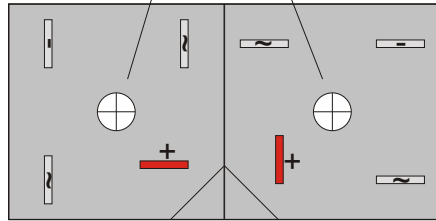
Bodenplatte, Alu / Kupfer 1,5....2mm - Bodenplatte zur Verschraubung am Motorrad verwenden. Dabe möglichst auf einen guten Wärmeübergang (Wärmeleitpaste verwenden) und eine thermisch günstige Position achten. Bereiche in der Nähe von Auspuff, Krümmer, Kühler etc. und ohne Fahrtwind meiden. Wer keine Möglichkeit hat, eine gute thermische Verbindung der Bodenplatte zum Motorrad herzustellen, sollte hier einen flachen Kühlkörper aufsetzen (Wärmeleitpaste verwenden).

Alle Gehäusetrennfugen mit Silikon abdichten oder bei Verwendung von Kupfer vollständig verlöten.

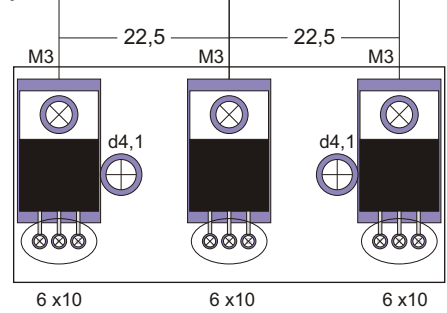


Bohrschablonen und Layouts

Gleichrichter auf der Grundplatte - 1:1
d4,1 bohren und außen senken

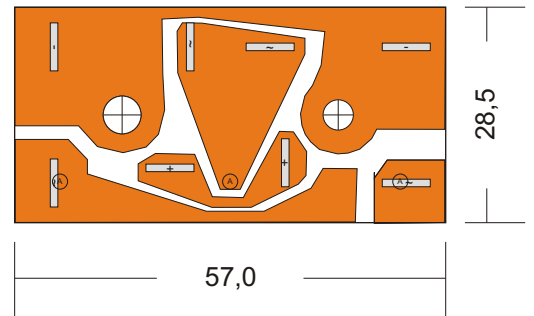
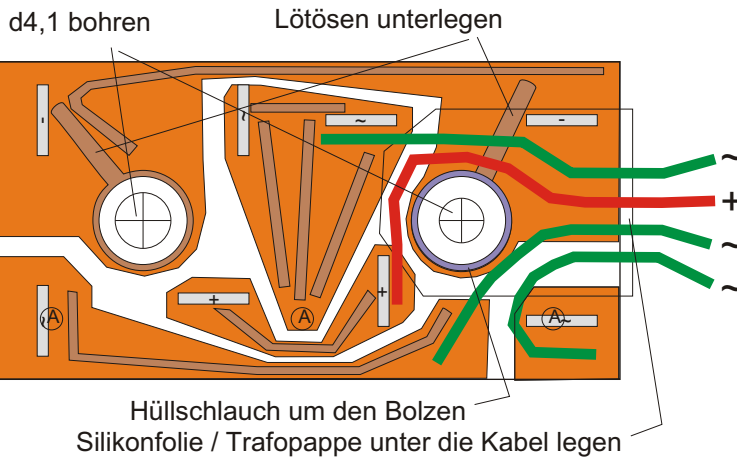


Thyristoren auf dem Deckel - 1:1

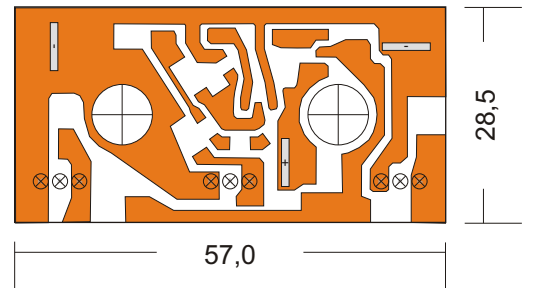
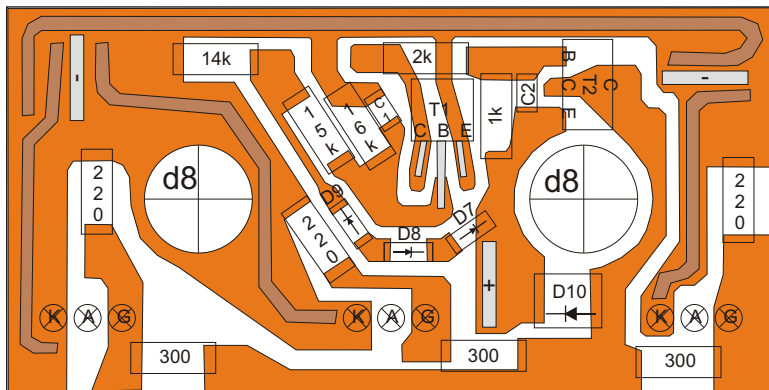


Das Blech für den Deckel größer lassen und ans Motorrad anpassen

Platine 1 - vergrößert und Layout 1:1



Platine 2 - vergrößert und Layout 1:1





Bauablauf

Grundplatte - Alu oder Kupfer, 1,5...2mm

Form und Größe ans Motorrad anpassen. Da sie unmittelbar als Kühlfläche dient, möglichst einige Zentimeter am Rand überstehen lassen. Am besten etwas größer lassen und später anpassen.

Gleichrichter

Mit Wärmeleitpaste und Senkschrauben M4 X ca.18mm auf die Grundplatte setzen. Für einen guten Wärmeübergang müssen die Flächen plan sein. Macken vorher abschleifen. Die Verschraubung erfolgt gemeinsam mit Platine 1 unter Verwendung der M4 Distanzbolzen (ca. 8mm lang).

Platine 1 - Epoxyd-Basimaterial, einseitig beschichtet, 0,8mm dick

Die Einfachheit macht ätzen überflüssig. Mit Dremel etc. von Hand schleifen. Schlitzte für die Gleichrichterkontakte und 4,1er Befestigungslöcher machen. Leiterbahnen entlang den braunen Markierungen mit Draht 1,5² verstärken. Platine auf Gleichrichter stecken, Lötösen drauf, verschrauben und verlöten. Alle für Platine 2 nicht benötigten Gleichrichteranschlüsse auf ca. 2mm kürzen. Löthülsen für die Anodenanschlüsse anlöten und Isolierschlauch aufstecken. Ausreichend lange Anschlusskabel (1,5²) anlöten. Fertig gelötete Platine mit Plastikspray versiegeln. Die Schraublöcher und die weiterführenden Kontakte nach oben hin dabei abkleben. Unter die Kabel Trafopappe kleben, Hülschlauch um den Bolzen stecken, einen Hülschlauch auf alle Kabel schieben und mit Kleber fixieren.

Platine 2 - Epoxyd-Basimaterial, einseitig beschichtet, 0,8mm dick

Ebenfalls von Hand schleifen. Schlitzte für die verbleibenden Kontakte einbringen. Bohrungen für die 3 Anodenanschlüsse setzen. 8er Löcher für die 2 Befestigungsbolzen bohren. Bauteile bestücken, beim anlöten der Widerstände einen Papierstreifen temporär zwischenlegen um einen Spalt zu erzeugen. Leiterbahnen verstärken. Die noch fehlenden 6 Thyristoranschlüsse auflöten und Hülschlauch aufstecken. Platine auf die fertige Grundeinheit aufstecken und verlöten. Überstehende Kontakte der Gleichrichter kürzen. Fertig gelötete Platine versiegeln, dabei wieder ans Abkleben denken.

Deckel mit Thyristoren - Alu oder Kupfer, 1,5...2mm

Form und Größe dabei wieder an die Möglichkeiten am Motorrad anpassen. 4,1er Löcher bohren und die M3-Löcher (2,4mm) bohren und Gewinde schneiden. Für die Kontakte jeweils mittig ein 6er Loch bohren und links und rechts aufteilen. Thyristoren isoliert und mit Wärmeleitpaste montieren. Die Schrauben mit Loctite sichern. Kontakte abwinkeln, durch die Löcher führen und plan abschneiden. Auf der Rückseite die Befestigungsschrauben plan abschleifen. Schraubköpfe müssen niedriger liegen als die Thyristoren, damit kein Spalt zur Abdeckung entsteht. Sonst abschleifen. Prüfen, ob alle Thyristoren die gleiche Bauhöhe haben (Toleranzen). Wenn nicht, abschleifen oder mit Kupferfolie ausgleichen. Innenseite des Deckels mit Trafopappe / Silikonfolie zur Isolierung bekleben.

Seitenteile für's Unterteil - Epoxyd-Basimaterial, einseitig beschichtet, 1,5mm dick

In ein schmales Seitenteil die stramm sitzende Öffnung für die Anschlusskabel einarbeiten. Seitenteile mit dem Kupfer nach außen zu einem 4-eckigen Rahmen verlöten. Die Ecken mit Kupferfolie oder platt geschlagenem Kupferdraht verstärken. Ein schmales Seitenteil erst anlöten, wenn der Rahmen um die fertige Grundeinheit gesetzt wurde.

Deckel mit den Thyristoren montieren

Vorläufig festschrauben und die Thyristoranschlüsse verlöten. Auf gute Isolierung der Anschlüsse achten.

Richtfest feiern - An diesem Punkt das Bauteil einem ersten Funktionstest unterziehen (siehe Seite 1 und 2).

Seitenteile für's Oberteil - Bauweise wie die Seitenteile für's Unterteil.

Höhe dabei exakt an die Thyristoren + Isolierung anpassen. Es darf kein Luftspalt zwischen Thyristor und Abdeckung entstehen. Den verlöteten Rahmen aufsetzen und mit etwas Silikon oder Kleber fixieren.

Abdeckung - Alu oder Kupfer, 1,5...2mm

Wer einen flachen Kühlkörper in passender Größe hat kann den direkt als Abdeckung verwenden. Form und Größe dabei wieder an die Möglichkeiten am Motorrad anpassen. 4,1er Befestigungslöcher bohren und senken. Abdeckung auf der Innenseite über den Kontakten der Thyristoren mit Trafopappe / Silikonfolie isolieren. Wärmeleitpaste auf die Thyristoren, Abdeckung aufsetzen und mit M3 x ca. 13mm festschrauben.

Abschlußarbeiten

Alle Trennfugen und die Kabeleinführung sorgfältig mit Silikon abdichten. Wer Kupferbleche verwendet kann auch die Gehäusenähte verlöten. Je nach Möglichkeit Zusatzkühlkörper anbringen. Anschlusskabel auf die passende Länge kürzen und Steckverbindungen anbringen.



Bauteilliste

TY1-TY3 = 3 x Thyristor TYN 616 (600V, 16A) oder TYN625 (600V, 25A), Bauform TO-220AB
Nur einheitliche Typen in der Schaltung verwenden.

T1 = BC546B, Kleinsignaltransistor, Bauform TO-92
Dieser Transistor ist mit seiner Dicke von 3,9mm das höchste Bauteil auf der Reglerplatine (Platine 2). Wer die letzten Millimeter an Bauhöhe einsparen will/muß, kann bei entsprechender Anpassung des Layouts einen SMD-Typen (z.B. BC846, Bauform SOT-23) verwenden.

T2 = SMD BDP950, Schalttransistor, Bauform SOT-223

D1 - D6 = 2 x Brückengleichrichter BC70035A Typ KBPC3510
Es können auch Typen mit 25A Strombelastbarkeit und geringerer Spannungsfestigkeit verwendet werden, das lohnt aber nicht wirklich, da das keinen Einfluß auf die Baugröße hat und man vielleicht 20Cent pro Stück spart. Wer Bauhöhe sparen will oder muß, kann durch die Verwendung von Einzeldioden (z.B. schnellschaltende Gleichrichterioden vom Typ BYT30Pi400, Bauform DOP3i) bei gleichzeitiger Anpassung der Platinen ca. 5mm einsparen. Eine Diode kostet allerdings mehr als die zwei Brückengleichrichter zusammen.

D7 = SMD ZF6,2, Z-Diode, 0,5W, 6,2V, Bauform Mini Melf / SOD80 / DO213AA

D8 = SMD ZF6,8, Z-Diode, 0,5W, 6,8V, Bauform Mini Melf, SOD80 / DO213AA

D9 = SMD 1N4148, Schnellschaltende Diode, 100V, 0,5W, Bauform Mini Melf, SOD80 / DO213AA

D10 = SMD P6SMB18A, unipolare Überspannungsschutzdiode 600W, 18V, Bauform SMB / DO214AA

C1 = 2,2µF, 16V, Tantal in SMD-Bauform

C2 = 22nF, 50V, 10%, RM2,5mm, Vielschicht-Keramikkondensator Typ X7R 2,5 22n

Widerstände

Alles Metallschichtwiderstände mit 1%, Bauform 0207 (0,6W) oder 0204 (0,4W)

Die Verwendung von SMD-Widerständen macht nicht wirklich Sinn, da bereits die Bauform 0207 einen Durchmesser von nur 2,3mm hat. Wer den letzten Millimeter sparen will / muß, verwendet die Bauform 0204 mit 1,8mm Durchmesser und ist damit im Bereich der aufgelöteten Leiterbahnverstärkungen angelangt.

3 x 220	3 x 300	1 x 1k	1 x 2k	1x14k	1x15k	1x16k
---------	---------	--------	--------	-------	-------	-------

Platine Epoxyd, einseitig beschichtet, 1mm dick, 60 x 60mm

Platine Epoxyd, einseitig beschichtet, 1,5mm dick, 70 x 100mm

2 Lötösen, 4mm

6 Löthülsen, Innendurchmesser 0,8mm, ca. 12mm lang

Schrauben 2 Stück M3x18

2 Stück M3x13

3 Stück M3x6 mit Unterlegscheiben

Distanzbolzen M4 Innengewinde, ca. 8mm lang

Isoliermaterialien

3 Halbleiter-Isolierbuchsen für TO220-Bauform (IB2)

3 x Silikonfolie, Glimmerscheiben zur Halbleiterisolierung für Bauform TO220

Silikonfolie, Trafopappe für eigene Zuschnitte

Hüllschlauch, Schrumpfschlauch in unterschiedlichen Durchmessern

Plastikspray zum versiegeln der Platinen oder alternativ Silikon

Wärmeleitpaste, 10Gramm sollten für alles reichen

Lötzinn, Kupferfolie, Kupferdraht

4 oder 5 Anschlußkabel, 1,5², 1xRot (+), 3xWeiß (~), bei Bedarf 1xSchwarz (-)

Steckkontakte, Flachstecker, Rundstecker etc., passend zum Motorrad

Aluminium- oder Kupferbleche 1,5..2mm dick

Zusatzkühlkörper z.B. aus einem alten PC, flache IC-Kühlkörper, oder eigene Zuschnitte

Loctite, Sekundenkleber zum fixieren der Schrauben

Silikon zum abdichten der Gehäusenähte