

# MEHR SICHERHEIT IN FERNSTEUERSYSTEMEN

## der *MS-Fail-Save-Decoder* ...

(konventionelle Bauform, Software-Version 2000)

### 1 Allgemeines

#### 1.1 Wie der MS-Fail-Safe-Decoder entstand

*In diesem Bericht möchte ich ein Thema ansprechen, welches uns RC-Anlagenbenutzer alle, mehr oder weniger bewußt betrifft: Die Funkstrecke zwischen unserem Sender und der Empfangsanlage bzw. dem Modell. Egal welches Frequenzband (27, 35, 40, 433 MHz) oder welche Modulationsart (AM, FM/PPM, PCM[=codiertes FM-Signal, siehe später]) wir verwenden, von dieser Funkstrecke ist es letztendlich abhängig, ob unser Modell tatsächlich auch so reagiert, wie es gesteuert wurde. Leider haben wir aber keine direkte Möglichkeit, die Funkstrecken- bzw. Empfangsqualität zu beeinflussen oder gar 100%ig sicherzustellen.*

*Ich stelle in diesem Bericht meine wirklich nachbausichere und seit Jahren bewährte Eigenentwicklung vor, die zumindest eine externe Überwachung der Empfangsqualität im Modell ermöglicht: Den MS-Fail-Save-Decoder (MS = Mehr Sicherheit). In den Fachzeitschriften FMT 12/96, FMT 5/97 und FMI 11/2000 wurde diese Schaltung bereits mit großem Erfolg veröffentlicht, wie auch unter verschiedenen Internet-Adressen, die „Heimatadresse“ im WWW ist <http://www.flugmodellbau.de> . Die vorliegende Dokumentation gilt für alle Sparten des Modellbaus gleichermaßen .*

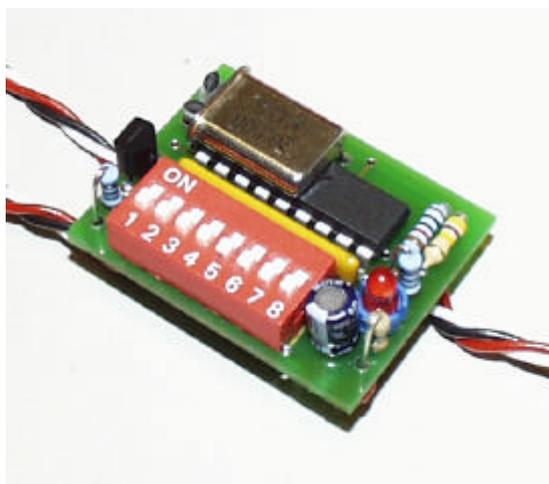
#### 1.2 Hintergrund:

*Der “MS-Fail-Safe-Decoder” entstand nachdem nicht nur ich den Verdacht hatte, daß der neu errichtete Bundeswehrfunkturm an unserem Flugplatz (<http://www.segelfluggruppe-bremen.de>), oder gezielt böswillig verursachte Funkstörungen zu periodisch auftretenden Wacklern, auch mal Abstürzen und stark verringerten Reichweiten führten.*

*Als leidenschaftlicher Flieger bemannter Segelflugzeuge und Motorsegler störte mich schon immer (tut es auch heute noch), daß man beim Steuern von RC-Modellen nicht auch die Hand “direkt am Ruder” hat. Immer diese [leider unvermeidbare] unberechenbare Funkstrecke zwischen dem Sender und Modell. Und dann die unerklärlichen Abstürze oder das häufig unkontrollierte Ausbrechen der Modelle, oft nur 50 oder 100 Meter entfernt. Meinen Fliegerkollegen (Modell- ... die anderen haben sich oft genug gefreut ...) und mir war dann die Lust am Modellfliegen oft genug vergangen!*

*Ich vermißte immer die Möglichkeit eine drohende Verschlechterung der vom Empfänger aufgenommenen Funksignale während oder sogar schon vor Aufnahme des Betriebes rechtzeitig erkennen zu können. Dann hatte ich schon vor Jahren die Prinzip-Idee eines extrem wirkungsvollen Decoderprinzips mittels rein digitaler Signalverarbeitung, welches ich allerdings erst vor gut sechs Jahren auch tatsächlich absolut nachbausicher (ohne jeden äußeren Abgleich!) umsetzen konnte. Den Nachbau dieses Sicherheitssystems möchte ich durch diesen Bericht einem breiten Publikum ermöglichen. Ein Bausatzsystem ist schon länger verfügbar, ein Fertigbaustein in SMD-Bauweise wird ab Ende 2001 erhältlich sein.*

*Der Bericht sollte beim intensiven und kompletten Durchlesen auch so manche allgemeine Erkenntnis vermitteln. Viel Spaß dabei!*



Ansicht des MS-Fail-Save-Decoders in konventioneller Bauweise

Dokumentation des MS-Fail-Save-Decoders Version 01/2000; Seite 1

*Entwurf, Entwicklung und Beschreibung, sowie alle Urheberrechte der Schaltung durch Martin Süssenguth*

Kontakt: Dipl.-Ing. Martin Süssenguth, Schulstraße 15, 27412 Tarmstedt, Tel.: 0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar"),

Email: [msuess@theo.physik.uni-bremen.de](mailto:msuess@theo.physik.uni-bremen.de)

### 1.3 Die Lösung!?

Es gab (und gibt auch noch) sogenannte „Fail-Saf(v)e“ oder „Autopiloten“-Bausteine, die alle aufgrund ihrer einfachsten Arbeitsweise allerdings nur in einem einzigen Fall tatsächlich auch richtig ansprechen: Wenn die Empfängerimpulse einen gewissen Zeitraum vollständig ausfallen! In der Praxis bedeutet dieses eine totale Funkstille auf dem Kanal und auch auf einigen Nachbarkanälen, und wo tritt dieser eher theoretische Fall auf? Auf einem Modellgelände praktisch nie. Es wird schlichtweg nur detektiert, daß keinerlei Servoimpulse mehr abgegeben werden. Dieses Kriterium für eine Fail-Save-Auslösung heranzuziehen halte ich für absolut ungeeignet. Ein etwas besseres Prinzip integriert die Servoimpulse und entscheidet dann mittels eines resultierenden Spannungsfensters. Aber gerade eine drohende Verschlechterung der Empfangssignale wird nicht (und garantiert auch niemals!) erkannt. Diese beiden Wirkungsprinzipien eignen sich meines Erachtens allenfalls für Ortungspiepser-Anwendungen, wobei dann aber auch noch bestimmte angesprochene günstige Umstände für die Auslösung notwendig sind. Selbst aufwendigere Systeme, die die Servoimpulse auf ihre Plausibilität hin überprüfen könnten nicht befriedigen.

### 1.4 Losgelöst ...

Also entwickelte ich über Jahre hinweg eine eigene extrem empfindliche Empfängerausgangs-Signaldetektierung, die ohne Eingriffe (die „Allgemeine Betriebserlaubnis“ [ABE] wird so NICHT berührt) am Empfänger angeschlossen werden kann. Ein sehr aufwendiger Rechenalgorithmus, mit ausgeklügelter digitaler Signalverarbeitung/Analyse verarbeitet ein oder zwei Empfänger-Ausgangssignale (siehe später), die letztendlich zur Fail-Save-Auslösung bzw. einer rechtzeitigen Warn-Rückmeldung herangezogen werden. Das Material kostet um die 50 DM, und abgesehen davon, daß es kein vergleichbares Sicherheitssystem zu kaufen gibt, lohnt sich der Aufwand von ca. 1-2 Stunden für den Nachbau durch die mit dem Decoder bewirkte wesentlich erhöhte Betriebssicherheit allemal.

Durch den Einsatz der MS-Fail-Save-Decoder konnte man nun schon nach dem Einschalten der Empfangsanlagen einigermaßen sicher vorhersagen, ob sich das Fliegen zum jetzigen Zeitpunkt an diesem Ort lohnen würde, oder ob besser ein anderes Gelände ausgesucht werden sollte. Dies war dann der Fall, wenn der Decoder schon am Boden wiederholt Alarm auslöste. Ich bin sicher, so manchen unnötigen Mißerfolg bei der Ausübung unseres Hobbys mittels des Decoders verhindert zu haben. Fliegen bzw. Fahren mit dem Decoder heißt für mich: Solange du z.B. das Gas noch steuern kannst, ist alles mindestens 200%ig in Ordnung. In jedem meiner Modelle, sei es ein Elektro-Leichtwindsegler, Hubschrauber, Funflyer oder Speedmodell, und auch in einem Verbrenner-Rennbuggy ist der Decoder eingebaut, ich würde nie wieder ohne den Decoder ein Modell betreiben wollen.

Der Decoder wird bis heute viele hundertfach eingesetzt, es ist mir kein Fall bekannt geworden (und das wäre er mit Sicherheit!), bei dem sich das System nicht bewährt hat.

Leider gehören Modellbauer wohl eher zu den Skeptikern und trauen sich nicht an Dinge heran, die nicht einen Namen der großen Modellbaufirmen (\*\*\*) tragen. Schade.

Unter [http://www.flugmodellbau.de/elektronik\\_failsafe.html](http://www.flugmodellbau.de/elektronik_failsafe.html) kann ein Komplettbausatz, die Platine, nur der Mikrocontroller oder ev. auch ein Fertigbaustein (konventionell/SMD) preiswert bestellt werden. Der Nachbau dürfte kein Problem für jeden sein, der einigermaßen mit einem LötKolben umgehen kann.

### 1.5 PCM als Alternative? (siehe auch Bericht „Die ewige Frage PPM oder PCM“)

Ich möchte aufgrund eigener Erfahrungen und wiederholt gleicher Anfragen noch einmal kurz die als störUNempfindlich angepriesene PCM-Übertragung ansprechen. Beim PCM-Modus handelt es sich um eine FM Modulation, bei der codierte Informationen an den Empfänger gesendet werden. Einfacher ausgedrückt heißt dies, daß der Empfänger aufgrund von Zusatzinformationen (Redundanzen = „Überinformationen“) jetzt selber entscheiden kann, ob die empfangenen Daten auch korrekt sind und er ist weiterhin in der Lage gewisse Korrekturen am empfangenem Datenstrom vorzunehmen. Bis zu einer gewissen „Signalverstümmelung“ werden also Störeinflüsse unterdrückt, dann wird bei weiterer Signalverschlechterung die Servostellung solange gehalten oder in den Failsave-Modus geschaltet, bis wieder verwertbare Signale empfangen werden. Hieraus resultiert insbesondere auch die vermeintlich höhere Reichweite bei PCM-Fernsteuerungen! Die Reichweitengrenze bei PCM äußert sich oft auch mit tragem Steuerverhalten der Servos. Absolute Berechtigung hat das PCM-System bei Modellen, bei denen ein kurzzeitiges unkontrolliertes „Zucken“ der Servos fatale mechanische Schäden anrichten könnte. Aber: Das bei PCM keine merklichen Störungen auftauchen heißt leider nicht, daß keine kritischen Empfangseinbrüche oder gar Empfangsausfälle auftreten! Aufgrund der internen Aufbereitung der Servosignale bei einem PCM-Empfänger ist ein Anschluß des MS-Fail-Save-Decoders an eine PCM-Anlage anscheinend/offensichtlich nicht sinnvoll, wobei später noch auf diesen Punkt eingegangen wird.

### 1.6 Was bietet der MS-Fail-Save-Decoder tatsächlich für einen Sicherheitszuwachs ?

Mit dem MS-Failsafe-Decoder läßt sich die Betriebssicherheit jeder gebräuchlichen Fernlenkanlage mit positiven Servoimpulsen (ca. 1,5ms Neutralimpuls), ob AM/FM/PPM usw. wesentlich erhöhen. Nur bei PCM-Anlagen kann dieses System keine Vorteile mehr erreichen (Oder doch ?? Siehe auch *„Reaktionen auf meinen Bericht in der FMT12/96“*!).

Also, was bietet der MS-Fail-Save-Decoder nun für einen Sicherheitszuwachs bzw. was bewirkt dieser?

Bei einwandfreien Betriebsbedingungen läßt sich ein zuvor ausgewähltes Servo wie gewohnt steuern. Treten dagegen unerwartet Störungen in der Funkverbindung auf, z.B. durch zu große Entfernung des Modells, ungünstige Antennenlagen, Störfrequenzen,

Knackimpulse durch Motor oder klapprige Gestänge, Störungen durch statische Aufladungen usw., steuert dieses Servo in eine vorgewählte Position. Diese Funktion tritt als kleines aber nicht unwesentliches Extrafeature auch bei drohender Unterspannung und aller kürzesten Spannungseinbrüchen im  $\frac{1}{2}$ -Sekundenbereich des Bordakkus in Kraft.

? **Der entscheidende Vorteil des MS-Fail-Save-Decoders beim Anschluß an eine AM/FM/PPM/... [„Nicht-PCM“] - Anlage gegenüber dem reinem PCM-System (PCM-Anlage) liegt darin, daß schon weit vor einer merklichen „Störung“ die Warnung, daß die Funkverbindung nicht mehr einwandfrei ist, in Form einer direkten Rückmeldung erfolgt.**

Die üblichen PCM-Systeme unterdrücken Störungen, die ein Servoflattern oder gar unkontrollierte Ruderausschläge bewirken könnten. Das ist auf den ersten Blick zwar schön und gut, aber ab einer gewissen Störgröße werden dann die Servos unumkehrbar und oft genug unbemerkt in ihrer Position gehalten oder in eine vorprogrammierte Stellung gefahren. Oft ist dann ein Handeln bzw. „Umkehren“ nicht mehr möglich! Im günstigsten Fall bemerkt man die PCM-Reichweitengrenze vielleicht an einer träge werdenden Steuerübertragung.

? **Der MS-Fail-Save-Decoder gibt dagegen rechtzeitig (!!!), d.h. solange ein sicheres Steuern des Modells noch möglich ist, Alarm und nicht erst, wenn es bereits zu spät ist !**

Schon bei allergeringsten Funk-Übertragungsfehlern spricht das MS-Fail-Save-System an, und man erhält über das jeweilige Servo **rechtzeitig** eine direkte Rückmeldung. Sinnvoll wäre es, dann z.B. beim Motorflugmodell den Motor zu drosseln bzw. beim Segler die Störklappen ausfahren zu lassen, oder beim Modellauto/Schiff die Bremse/Drossel zu betätigen.

Selbst und gerade bei einem Totalausfall irgendwo in der Funkverbindungs-Kette kann z.B. ein Motorflugmodell nicht mehr mit Vollgas auf Nimmerwiedersehen verschwinden oder mit heulendem Motor zu Boden stürzen, oder ein Automodell nicht mehr mit Vollgas umherrasen, bis es irgendwo gewaltsam aufgehalten wird !!!

Weiterhin ist eine hochempfindliche Spannungsüberwachung im Decodersystem integriert, die Akku-Unterspannungsschwelle ist entsprechend der verwendeten Akku-Kapazität und der Empfangsanlage individuell einstellbar.

Der MS-Fail-Save-Decoder arbeitet dank modernster Mikrokontrollertechnik und geringstmöglicher Peripherie [ohne jeglichen mechanischen äußeren Abgleich!] absolut sicher und zuverlässig und läßt sich an alle gebräuchlichen Fernsteuerungen ohne Probleme oder Eingriffe, die die Betriebserlaubnis betreffen, anschließen.

## **1.7 Wirkung in der Praxis:**

Nähert sich das Modell der Reichweitengrenze oder bewegt es sich schon durch erste „Empfangslöcher“, steuert das ausgewählte Servo, im folgenden „Fail-Save-Servo“ (kann sich natürlich auch auf einen E-Regler beziehen) genannt, kurz in die individuell voreingestellte Position, wobei z.B. der Motor gedrosselt wird. Dadurch ist eine Vergewisserung darüber möglich, ob eine Böe (Flugmodell) oder ein Schlagloch (Automodell) das Modell aus der Bahn geworfen hat, oder ob es tatsächlich die berühmte „Störung“ war. Entsprechendes Handeln (Umkehren, Quarzwechsel, Antennenlage ändern, Meidung zu großer Entfernungen, Akkuspannung kontrollieren, Überprüfung der Anlage, ...) beim Erkennen der Rückmeldung ist also noch **rechtzeitig** möglich.

Also: Wer mit Vollgas senkrecht bis an die Sichtgrenze mit seinem (Flug-)Modell steigt [mache ich regelmäßig um die Wolkenbasis für unseren Großflugbetrieb abzuschätzen], braucht sich, solange er den Motor noch heulen hört, keine Sorgen um die Funkverbindung zu machen !!!

Bei Unterschreitung der eingestellten Unterspannungsschwelle steuert das MS-Fail-Save-Servo nicht sofort dauerhaft in die vorgewählte Position, sondern fährt diese erst periodisch an, wobei die Steuersignalintervalle zunehmend kürzer werden. Eine sichere Heimkehr des Modells ist also auch jetzt noch rechtzeitig möglich.

Wenn man also merkt, daß das Fail-Save-Servo (bzw. Gas/Bremse/E-Regler) immer wieder kurz anspricht ist mit Sicherheit irgend etwas nicht in Ordnung!

? **Bedenken sollte man immer, daß der Decoder bereits anspricht, wenn die Servos noch nicht einmal anfangen zu knurren.**

**Dies ist der entscheidende Vorteil gegenüber allen anderen bisher bekannten „Fail-Save- oder Autopiloten“ -Bausteinen!**

Wer einen Telemetrie- oder E-Vario-Sender in seinem Modell betreibt, ist sich meist gar nicht im klaren darüber, was dieser (auch wenn er auf gänzlich anderen Frequenzen arbeitet) für einen negativen Einfluß auf die Empfangseigenschaften des in unmittelbarer Nähe liegenden Modell-Empfängers haben kann. Einige Variohersteller (Beispiel liegt vor) geben Betriebshinweise, die eine praktische Benutzung in einem RC-Modell eigentlich von vornherein ausschließen! Hier kann der Fail-Save-Decoder die Sicherheit geben, daß ein wirklich störungsfreier Betrieb dieser äußerst ungünstigen Konstellation tatsächlich möglich ist.

Jedes im Modell verlegte Kabel kann die Empfangsqualität beeinträchtigen. Wer sein Modell schon mal mit einer Nachtflugbeleuchtung versehen hat wird verstehen was das bedeuten kann.

Einen ungewollten Test des Decoders führt übrigens jeder durch, der sein Modell mit Glühkerzenmotor betreibt: Praktisch jedes An- und Abklemmen des Kerzenakkus wird detektiert. Auch so manches „hochmoderne“ Ladegerät mit Schaltnetzteil wurde schon als fataler Störer enttarnt.

Motor- und Getriebschäden, die bei preiswerten Fertig-(Spielzeug)-Automodellen/Schiffen bzw. Fernsteuerungen dadurch auftreten, daß bei Erreichen der Reichweitengrenze von meist wenigen hundert Metern der Antriebsmotor unkontrolliert zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt wechselt, sind sicher ausgeschlossen!

Die Unterspannungsdetektierung warnt zuverlässig vor aller kürzesten Spannungseinbrüchen, die die Empfangsleistung kurzzeitig zusammenbrechen läßt, was dann meist fälschlicherweise als „Störung“ oder „Wackler“ interpretiert wird. An späterer Stelle wird auf diesen Punkt noch speziell eingegangen.

**Fast unglaubliches Praxisbeispiel:**

Die Wirkung in der Praxis möchte ich an einem selbsterlebten eindrucksvollem Beispiel wiedergeben: Auf einem großen Parkplatz flitzen ein Dutzend RC-Cars umher. Mehr oder weniger plötzlich kommt bei fast allen „nix mehr“ an. Glück hatten die Verbrenner-Fahrzeuge bei denen der Motor sofort ausging. Andere rasten mit Vollgas umher, bis der zerstörerische Bordstein oder ein teurer Groß-Mercedes-Kotflügel die Irrfahrten beendeten. Nur die Fahrzeuge mit PCM oder MS-Fail-Save-Decoder blieben kontrolliert stehen. Nach wenigen Minuten war der schon mehrfach aufgetretene Spuk vorbei, alle noch funktionsfähigen Cars waren wieder voll kontrollierbar. Mit Hilfe eines Kontrollempfängers mit MS-Fail-Save-Decoder, in ca. 2,5 Meter Höhe positioniert, konnte dann die Ursache festgestellt werden: Ein nahe anwohnender CB-Funker mit einem leistungsstarken illegalem Breitbandverstärker verursachte beim Vorbeifahren auf einer nahegelegenen Straße so starke Oberwellen und Feldstärken, daß manchmal das ganze 27 und 40er Band „plattgedrückt“ wurde. Der auffällige PKW konnte mit Hilfe des sehr früh ansprechenden MS-Fail-Save-Decoders enttarnt und der Fall zur Anzeige gebracht werden.

## **1.8 Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten des MS-Fail-Save-Decoders bei verschiedenen Modelltypen:**

- |                      |   |
|----------------------|---|
| ? allgemein          | : Überprüfung der Qualität von Steuersignalen am Empfänger Ausgang                            |
| ? Motorflugmodell    | : drosseln des Antriebsmotors   |
| ? Segelflugmodell    | : Störklappen ausfahren, Piezosummer  |
| ? Automodell         | : Antriebsmotor drosseln und bremsen (Bremsen nicht zu stark programmieren, Schleudergefahr!) |
| ? Schiffsmodell      | : Antriebsmotor stoppen, beim U-Boot das Auftauchen einleiten                                 |
| ? Hubschraubermodell | : Blinklampe oder Sonderfunktion schalten (wenig gute Möglichkeiten außer Telemetrie)         |

## **1.9 Reaktionen auf meine Berichte in der FMT12/96 und FMT5/97:**

Aufgrund der immer noch erfreulich hohen, bisher ausschließlich positiven Resonanz (diese ist seit den Internet-Veröffentlichungen wieder erheblich angestiegen) auf die veröffentlichten Berichte in Form von unzähligen Telefonaten und Zuschriften kann ich jetzt eine eindeutige Stellung zum Thema „Störungen“ einnehmen:

***Es gibt sie, die sporadisch, unberechenbar auftretenden Wackler oder Störungen beim Betrieb von Nicht-PCM-Anlagen, auch im unmittelbaren Nahbereich!***

Bisher stand ich mit dieser These ziemlich alleine da, angesprochene Hersteller, Händler oder Vertreiber von Fernsteuerkomponenten behaupteten immer vehement im Sinne von „noch nie davon gehört, diese Probleme gibt's nicht, o.ä. ...“. Es stellte sich auch heraus, daß es einige Großräume in Deutschland gibt, in denen „Störungen“ auffällig gehäuft auftreten. Es scheint sich also auch um ein regionales/lokales Problem zu handeln. Weiterhin bestätigten sich meine Erfahrungen, daß auch die Empfängermarke selber (und weniger die Sendermarke) einen sehr hohen Einfluß auf die Empfangsqualität hat. Wiederum hat sich gezeigt, daß die DS-Empfänger (Doppel-Super) gegen eine Vielzahl praxisrelevanter Funkstörungen auch nichts ausrichten können.

### **1.9.1 Der Decoder an PCM-Anlagen ...**

Es hatten auch einige experimentierfreudige Mitstreiter den Decoder an PCM-Anlagen angeschlossen, was ich bis dahin für unnützlich gehalten bzw. angegeben habe. Denn: Eigentlich ist es unmöglich, daß ein PCM-Empfänger Impulssignale abgibt, die nicht aus einem einwandfreien, vielleicht auch zurückliegendem Empfang abgeleitet wurden. Der Decoder hatte trotzdem angesprochen, bei gleichzeitig deutlich spürbaren Wacklern (die sonst für Böen gehalten wurden) im Flug. Dazu folgendes: Der MS-Fail-Save-Decoder reagiert grundsätzlich bei allen Signalmustern, die nicht auf den Impulsleitungen auftreten dürften, daher natürlich auch dann, wenn sie aus PCM-Empfängern stammen. Plausible Erklärungen wären Störeinstrahlungen direkt auf die Servoleitungen oder auch ein nicht korrekt arbeitender PCM-Empfänger.

Ein konkretes Beispiel habe ich auch schon erlebt: Eine PCM-Anlage ließ nur während des Motorlaufes alle angeschlossenen Servos deutlich um ihre Stellposition zittern. Der Grund war ein gebrochenes Massekabel an der elektrischen Funkenzündung! Der Anschluß an einen PCM-Empfänger macht also doch einen Sinn!

### **1.9.2 Rückmeldung über ein vorhandenes Telemetriesystem:**

Für entsprechende Anwendungen bietet sich die Verwendung eines Telemetriesystems zur Fehlerrückmeldung an. Auch ist das Einkoppeln in eine bestehende Funkübertragung (z. B. mittels Vario) möglich. Ein massebezogener Schaltausgang steht dafür zur Verfügung. Weiteres hierzu später im Text.

**Nun denn ... ,**

*ich denke, daß ich mit den Veröffentlichungen meines Systems auch der Industrie einen gewaltigen Denkanstoß gegeben habe. Erwarteterweise hat sich diesbezüglich aber offiziell (...) nie jemand bei mir gemeldet.*

*Es sind seitdem aber neue Bezeichnungen für „Nicht-PCM“ - Systeme (Empfänger, Module, ...) mit verschiedenen Modifizierungen aufgetaucht. Über den Sinn oder Unsinn dieser gebe ich auf Anfrage hin gerne meine Meinung ab.*

*Jetzt gibt es auch schon Empfänger mit HF-Feldstärkeausgang oder mit grundsätzlicher Überprüfung der Plausibilität des empfangenden Signals ... na also!*

*Mir schwebt noch eine weiteres, komplett von den großen Firmen losgelöstes Empfangskonzept vor, welches ich aber aus rechtlichen Gründen (diesmal hats nichts mit der „Allgemeinen Betriebserlaubnis“ zu tun) nicht umsetzen kann/darf.*

*Das Prinzip, die extrem hohe Empfindlichkeit, die einfache Nachrüstbarkeit und die Praxistauglichkeit meines Decoders bleibt bisher aber ungeschlagen.*

### **1.10 Die Entscheidungsfrage: Software-Version FMT12/96 oder FMT 5/97 - 01/2000 !!!**

Wer den MS-Fail-Save-Decoder nun nachbauen möchte/wollte, mußte sich BISHER zuvor entscheiden, welche Version des Mikrocontroller-IC's PIC16C71/20P er einsetzen bzw. nutzen wollte. Die nun verfügbare PIC-Decoder-Softwareversion 01/2000-00/40 („Version 2000“) bietet jetzt BEIDE Softwarefunktionalitäten zur individuellen Auswahl durch den Benutzer. Die festgelegten Versionen 12/96 und 5/97 gibt es nur noch auf spezielle Anfrage.

**Die beiden Software-Funktionalitäten genauer betrachtet:**

Die **Software-Version FMT12/96** (Bezeichnung aufgrund des Veröffentlichungs-Datums in der FMT) benötigt neben dem eigentlichen Steueranschluß noch einen zweiten, den Ref-Anschluß. Dieser muß an einen freien, d.h. un belegten Empfängeranschluß angeschlossen werden.

Besitzt man einen „vollbelegten“ Empfänger, kommt nur die zweite **Software-Version (FMT5/97)** in Frage. Hier genügt auch ein einziger, gleichzeitig noch zur Steuerung benutzter Ausgang. Allerdings ist die Ansprech-Empfindlichkeit bei dieser Software-Version aufgrund der verminderten mathematischen Signalanalyse-Möglichkeiten etwas geringer, da eben nur ein einziges Servosignal für die digitale Analyse zur Verfügung steht. Diese Version kann z.B. ein Klopfen mit dem Schraubenzieher gegen die Senderantenne (was man eigentlich nicht macht!) nicht mehr sicher als „Fehler“ erkennen. Auch sind Störeinflüsse, die so gering sind, daß sich gerade noch kein „Servosurren“ einstellt, mit der Version FMT5/97 nicht mehr immer eindeutig erkennbar. Bevor allerdings spürbare Wackler auftreten schlägt auch diese Version sicher Alarm! Wer den kleinen Nachteil der geringeren Empfindlichkeit bei Version FMT5/97 in Kauf nimmt, hat immer noch einen beträchtlichen Sicherheitsgewinn, diese Decoderwirkung stellt trotzdem noch alle ähnliche benannten externen Systeme in den Schatten!

Übrigens: Die Software-Version FMT12/96 arbeitet zweckentfremdet an FM und auch PCM-Anlagen tadellos als Ortungspiepser, wenn anstelle der LED ein Piezosummer angeschlossen wird, und der entsprechende Kanal nicht auf „Hold“ programmiert (bei PCM) wird.

An den folgenden entsprechenden Stellen dieses Berichtes werden die Unterschiede der zwei Software-Versionen jeweils deutlich hervorgehoben.

**Nochmals: Die Version 01/2000 bietet die gleichen Funktionalitäten von Version 12/96 UND Version 5/97.**

### **1.11 Neuauflagen**

- ? Eine erste Neuauflage des Decoders mit einer neuen Leiterplatte und mit kleinen Änderungen wurde durch die ungeheure Vielfalt an Empfänger- und Servokonfigurationen Ende 1999 notwendig. Auch die exotischen und angeschlagene Geräte (Treiberstufen ...) konnten nun sofort fehlerfrei laufen. Es sei angemerkt, daß die jeweilige Software im Mikrocontroller absolut unverändert geblieben war, nur die Akzeptanz der angeschlossenen Elemente wurde mittels minimaler Aufbauänderungen erweitert. Das Platinenlayout wurde jetzt für beide Controllerversionen so universell ausgelegt, daß nur noch eine Codierbrücke als Hardwareunterschied bestand.
- ? **Die zweite Neuauflage wurde durch die Implementierung BEIDER Software-Versionen in ein Decoder IC (Version 01/2000) notwendig. Diese Neuauflage liegt hiermit vor und bezieht sich auf alle folgenden Inhalte dieses Berichtes.**

**Wer Bedenken hat, daß die Funktionalität der Decoder-Versionen durch die „Zusammenlegung“ verringert wurde, sei unbesorgt: Die einzelnen Software-Versionen arbeiten absolut unverändert gegenüber den Vorgängerversionen!**

Anmerkung: Die vollständige Dokumentation für „zurückliegende Nicht-2000er-Versionen“ (Bedienung, Nachbau, Leiterplattenausführung usw.) gebe ich auf Anfrage natürlich auch noch, aber nur noch auf direktem Wege ab.

### **1.12 Letzte Anmerkung für Skeptiker**

Natürlich birgt jedes System, was eigentlich nicht unbedingt notwendig ist ein gewissen „Risiko“. Dazu gehört auch der Akku-Spannungswächter, eine Verlängerungs-Steckverbindung oder eine Akkuweiche. Da der MS-Fail-Save Decoder aber schon im Ansatz jegliche Störungen erkennt, würde er selbstproduzierte Fehler auch sofort erkennen und signalisieren. Bisher sind bei vielen hundert eingesetzten Decodern noch nie irgendwelche ernsthaften Probleme aufgetreten.

Jeder, der ein neues Modell erstellt hat oder ab und zu mal seine Konfiguration im Modell ändert (Variometer, Beleuchtung, neue Komponenten usw.) sollte die Chance die der MS-Fail-Safe-Decoder bietet nutzen!

Eine gewissenhafte Bauausführung ist für einen sicheren Betrieb selbstverständlich eine absolute und unabdingbare Voraussetzung!

### **1.13 Um Bezugsprobleme gänzlich auszuschließen**

*Der programmierte PIC-Mikrocontroller-Baustein PIC16C71 (ggf. PIC16C711) kann unter [www.flugmodellbau.de](http://www.flugmodellbau.de) bezogen werden, (verdient wird dabei bestimmt nicht lohnend!) wie auch Platinen, Bausätze oder Fertigbausteine in SMD-Technik. Dort stehen auch alle Dokumentationen zum Download bereit.*

*Anmerkung: Die Bezugspreise könnte ich selber nicht unterbieten, alle Interessenten sollten das Angebot bzw. den Service zu schätzen wissen, ich selber hätte überhaupt keine Zeit dazu!*

*Ich bin sehr dankbar dafür, daß jedem der Bezug (zu einem für mich minimalen Aufwand und ohne direktes Zutun und Hintergedanken) ermöglicht wird. Da dieser Vertrieb aber nicht direkt in meiner Hand liegt, bitte bei Problemen auch bei mir melden, jeder ist beispielsweise irgendwann mal im Urlaub!*

*Ja, vielleicht hat's der eine oder andere schon gemerkt, ich habe ein etwas gespaltenes Verhältnis zu unseren großen Modellbaufirmen.*

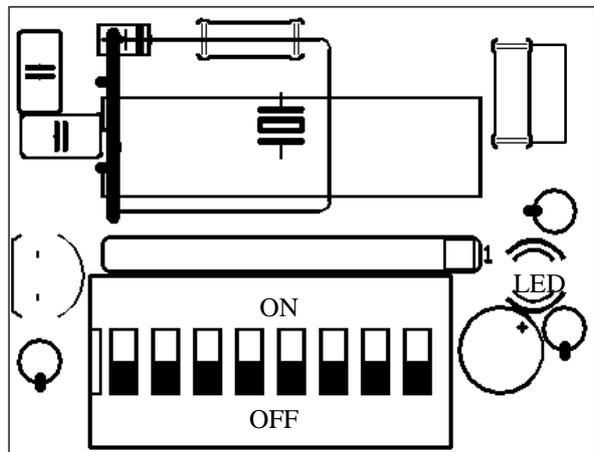
*Bei Fragen, Anregungen, technischer Unterstützung, Kritik(!) usw. stehe ich unter 0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar") natürlich gerne zur Verfügung. Emailanfragen bitte nur wenn diese wirklich nur mit ja/nein zu beantworten sind, für nähere Auskünfte per Email fehlt mir leider die Zeit, ich bitte um Verständnis!*

*Martin Süssenguth*

## 2 Bedienungsanleitung des MS-Fail-Save-Decoders

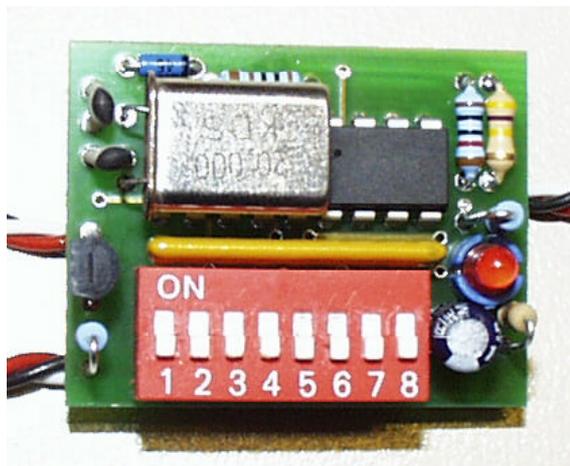
### 2.1 Ansichten des MS-Fail-Save-Decoders in konventioneller Bauweise:

Schematische Darstellung



S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8

Foto



### 2.2 Auswahl der Softwareversion:

Der MS-Fail-Save-Decoder der Version 01/2000 enthält die Funktionalität der bekannten Decoder-Versionen FMT12/96 **und** FMT5/97, beide Versionen können je nach Anwendungsfall ausgewählt werden:

#### 2.3 Die Auswahl der Version kann nicht einfacher getroffen werden:

*Auswahl 12/96:*

Wird der Steuerstecker *und* der Hilfsstecker [Ref-In] in den Empfänger gesteckt, arbeitet der Decoder nach der Version 12/96. Es darf aber nicht ausschließlich der Hilfsstecker [Ref-In] angeschlossen sein!

*Auswahl 5/97:*

Wird der Steuerstecker in den Empfänger gesteckt und der Hilfsstecker [Ref-In] *nicht* angeschlossen (bleibt also einfach offen!), arbeitet der Decoder nach der Version 5/97. Nochmals: Es darf nicht ausschließlich der Hilfsstecker [Ref-In] angeschlossen sein!

? Über die Fehlermeldungs-LED bzw. über einen an den Fehlermeldungs-Pin angeschlossenem Piezopiepser wird beim Einschalten der Empfangsanlage signalisiert, in welchem Modus der Decoder tatsächlich arbeitet.

#### 2.4 Die Decoder-Signalmeldung „Betriebsmodus FMT12/96“:

Nach dem Einschalten der Empfangsanlage

- ? erfolgen für max. 4 Sekunden schnelle Pulse,
- ? gefolgt von einer kurzen Pause
- ? gefolgt von zwei längeren Pulsen
- ? und einem noch etwas längerem Puls, bei dem die Fail-Save-Servostellung ev. kurz angefahren wird.
- ? Man achte also auf die Anzahl der Pulse nach der schnellen Pulsfolge, sind es DREI, dann arbeitet der Decoder im FMT12/96-Modus.

#### 2.5 Die Decoder-Signalmeldung „Betriebsmodus FMT5/97“:

Nach dem Einschalten der Empfangsanlage

- ? erfolgen für max. 4 Sekunden schnelle Pulse,
- ? gefolgt von einer kurzen Pause
- ? gefolgt von fünf längeren Pulsen
- ? und einem noch etwas längerem Puls, bei dem die Fail-Save-Servostellung ev. kurz angefahren wird.

? Man achte also auf die Anzahl der Pulse nach der schnellen Pulsfolge, sind es SECHS, dann arbeitet der Decoder im FMT5/97-Modus.

## 2.6 Ergänzung

Der Unterschied der Modus-Meldungen ist deutlich zu erkennen! Treten die angegebenen Folgen mehrfach auf, dann liegt ein Selbsttest-Fehler vor. Die Empfangsanlage ist für mindestens fünf Sekunden auszuschalten und dann erneut einzuschalten!

Wird kein Piezosummer angeschlossen, kann man sicher davon ausgehen, daß die Modus-Auswahl immer entsprechend der Anschlußweise funktioniert. In unzähligen Tests wurde nur dann eine fehlerhafte Auswahl getroffen, wenn der Sender erst NACH dem Empfänger eingeschaltet wurde. Das ist aber grundsätzlich nicht zulässig, und abgesehen davon kann eine falsche Versions-Auswahl auch keine kritischen Betriebszustände auslösen, „ungünstigstenfalls“ wird immer der Modus 5/97 ausgewählt!

Nachdem ein Modus gewählt wurde, ist dieser während des Betriebs aus Sicherheitsgründen nicht mehr wechselbar und bleibt bis zum Ausschalten der Empfangsanlage erhalten. In jedem Betriebsmodus (FMT12/96 oder FMT5/97) verhält sich der MS-Fail-Save-Decoder genau wie im folgenden beschrieben:

## 2.7 Einstellung , Anschluß und Inbetriebnahme des MS-Fail-Save-Decoders:

? Es wird zuerst die Unterspannungs-Ansprechschwelle des Decoders bestimmt. Beim Erreichen dieser Spannung wird die MS-Fail-Save-Funktion periodisch, bei Unterschreitung dann dauerhaft ausgelöst. Es werden entsprechend der folgenden Tabelle die Schalter S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> eingestellt:

Unterspannungs-Ansprechschwelle	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
ca. 4,4 Volt	OFF	OFF
ca. 4,6 Volt	ON	OFF
ca. 4,8 Volt	OFF	ON
ca. 5,0 Volt	ON	ON

Die markierten Zeilen sind nach eigenen Erfahrungen optimal bei Verwendung eines 4,8V/500 mAh Akkus und 4 bis 5 Servos.

Hinweis: Die eingestellten Spannungswerte werden nur in dem Moment übernommen, bei dem die Empfangsanlage eingeschaltet wird! Beim Betrieb des Decoders ist aus Sicherheitsgründen keine Veränderung der Unterspannungs-Ansprechschwelle möglich!

Bei der Verwendung von 5 Zellen sollte natürlich die höchste Unterspannung eingestellt werden, ausgelegt ist das System für den 4-zelligen Betrieb. Höhere Unterspannungen sind auf Anfrage hin eventuell auch möglich.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß die Betriebszeiten bei verschiedenen Unterspannungsschwellen meist kaum variieren. Das liegt an der Entladecharakteristik der Akkus: Wenn die Kapazität erschöpft ist, dann fällt die Spannung recht steil ab.

Der Hersteller der Mikrocontroller gibt eine maximale Versorgungsspannung von 6 Volt (+10% = 6,6Volt) an. Tests haben aber auch bei über 7Volt Volt noch einen einwandfreien Betrieb ergeben. Das als selbst einzuordnenden Hinweis bei 5-zelligem Betrieb.

? Jetzt wird die Ansprechempfindlichkeit des Decoders eingestellt. Es werden entsprechend der folgenden Tabelle die Schalter S<sub>3</sub> und S<sub>4</sub> eingestellt:

Achtung: Die Software-Version FMT5/97 läßt keine Einstellung der Empfindlichkeit zu! Die Schalter S<sub>3</sub> und S<sub>4</sub> sind hier also wirkungslos! Die voreingestellte Empfindlichkeit liegt etwa bei „mittel bis hoch“ der FMT12/96-Version.

Ansprechempfindlichkeit	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
gering	OFF	OFF
mittel	ON	OFF
hoch	OFF	ON
sehr hoch	ON	ON

Die markierten Zeilen sind nach eigenen Erfahrungen optimal bei „normalen“ Betriebsbedingungen.

Hinweis: Die eingestellten Empfindlichkeitswerte werden nur in dem Moment übernommen, bei dem die Empfangsanlage eingeschaltet wird ! Beim Betrieb des Decoders ist aus Sicherheitsgründen keine Veränderung der Empfindlichkeit möglich!

? Die Auswahl, nach welcher Software-Version der Decoder arbeiten soll, wurde schon unter dem Punkt „Auswahl der Softwareversion“ beschrieben.

Dazu wird der Steuerstecker des Decoders [Steuer-In] entsprechend mit dem zu benutzenden Empfängeranschluss (z.B. Motordrossel), sowie eventuell der Hilfsstecker [Ref-In] mit einem „freien“, d.h. unbesetzten Empfängeranschluss verbunden.

**Wichtiger Hinweis:** Es ist der entsprechende Knüppel bzw. Schalter des Senders stillzulegen (jeweilige Stecker abziehen,

arretieren, elektronisch sperren o.ä.), der auf dem „freien“ Empfängerausgang liegt. Ein Verändern der entsprechenden Knüppel- bzw. Schalterstellung führt auch immer zum sofortigen Auslösen der MS-Fail-Save-Funktion! Auf diese Weise ist übrigens auch jederzeit ein Test des Decoders bzw. der MS-Fail-Save-Servostellung möglich. Die Schalterstellungen von S<sub>5</sub> bis S<sub>8</sub> sind im Moment noch ohne Bedeutung.

- ? Jetzt wird die Fernlenkanlage (erst Sender, dann Empfänger einschalten!) in Betrieb genommen bzw. eingeschaltet, nach kurzem Blinken entsprechend der angewählten Software-Version verlöscht die Kontroll/Fehler-LED (wenn nicht: siehe unter Punkt „Fehlermeldungen der LED, Behebung der möglichen Ursachen“) und das Servo, welches am Steuerausgang (Servo-Out) angeschlossen ist, läßt sich wie gewohnt über den Steuerstecker [Steuer-In] zugeordneten Kanal steuern.
- ? Nun wird die MS-Fail-Save-Servostellung eingestellt. Dazu wird der Decoder, z.B. durch Ausschalten des Senders, zur Aktivierung der MS-Fail-Save-Funktion gebracht. Das Fail-Save-Servo bzw. der elektronische Fahrtregler wird nun in den Bereich gefahren, der mit den Schaltern S<sub>5</sub> bis S<sub>8</sub> entsprechend der folgenden Tabelle zuvor gewählt wurde.

Fail-Save-Servostellung Nr.	Position	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
1.	ganz links ? -130%	OFF	OFF	OFF	OFF
2.	kontinuierlicher Übergang	ON	OFF	OFF	OFF
3.	kontinuierlicher Übergang	OFF	ON	OFF	OFF
4.	kontinuierlicher Übergang	ON	ON	OFF	OFF
5.	kontinuierlicher Übergang	OFF	OFF	ON	OFF
6.	kontinuierlicher Übergang	ON	OFF	ON	OFF
7.	kontinuierlicher Übergang	OFF	ON	ON	OFF
8.	kontinuierlicher Übergang	ON	ON	ON	OFF
9.	kontinuierlicher Übergang	OFF	OFF	OFF	ON
10.	kontinuierlicher Übergang	ON	OFF	OFF	ON
11.	kontinuierlicher Übergang	OFF	ON	OFF	ON
12.	kontinuierlicher Übergang	ON	ON	OFF	ON
13.	kontinuierlicher Übergang	OFF	OFF	ON	ON
14.	kontinuierlicher Übergang	ON	OFF	ON	ON
15.	kontinuierlicher Übergang	OFF	ON	ON	ON
16.	ganz rechts ? +130%	ON	ON	ON	ON

Entspricht die angefahrne Position nicht der gewünschten Fail-Save-Servoposition, so ist die Schalterkombination entsprechend obiger Tabelle zu verändern, jetzt ist die Empfangsanlage mindestens fünf Sekunden aus- und dann wieder einzuschalten. Die neue Fail-Save-Servo/Regler-Position kann nun wieder wie zuvor angegeben überprüft werden. Der Vorgang kann solange wiederholt werden, bis die gewünschte Servoposition oder der erforderliche Fahrtregler-Betriebsbereich im Fail-Save-Fall eingestellt ist.

Bei abweichendem Sender-Neutralimpuls von 1,5 ms kann die Fail-Save-Servoposition leicht unsymmetrisch werden, Abhilfe schafft z.B. die senderseitige Verschiebung der betreffenden Servo-Neutralstellung. Allerdings kann dieser Punkt praktisch immer unbeachtet bleiben.

Hinweis: Die eingestellten Fail-Save-Servo/Reglerpositionen werden nur in dem Moment übernommen, bei dem die Empfangsanlage eingeschaltet wird ! Beim Betrieb des Decoders ist aus Sicherheitsgründen keine Veränderung der Fail-Save-Servo/Regler-Position möglich!

## 2.8 Wichtige Betriebshinweise

- ? Sicherheitshalber sollte die Fail-Safe-Position nach jedem Einschalten überprüft werden!
- ? Der Decoder sollte in isolierter, trockener, ölfreier Umgebung betrieben werden. Er muß (wie z.B. auch ein Empfänger) vibrationsentkoppelt gelagert sein!

## 2.9 Fehlermeldung der LED, Behebung der möglichen Ursachen:

- ? Die Leuchtdiode (LED) dient unmittelbar nach dem Einschalten als allgemeine Fehlerausgabe!
- ? Verlöscht die LED nicht nach kurzzeitigem Blinken, ist die Empfangsanlage **mindestens fünf (!) Sekunden** auszuschalten und dann erneut einzuschalten. Hinweis: Der Ref.-In-Kanal (nur bei gewählter Software-Version 12/96) muß im Bereich von -100% bis +100% liegen, möglichst etwa in Neutralstellung!
- ? Leuchtet die LED nach anfänglichem Blinken dauerhaft auf, dann wurde der Sender nicht vor dem Empfänger eingeschaltet, die eingestellte Unterspannungsschwelle ist erreicht/unterschritten oder es wirken so starke Störeinflüsse auf die Empfangsanlage ein, so daß ein Betrieb des Decoders nicht möglich ist (wurde der Sender wirklich vor dem Empfänger eingeschaltet ???!!!) .

Gegebenenfalls muß die Ansprechempfindlichkeit anhand der entsprechenden Tabelle verringert werden (nur bei Wahl der Software-Version 12/96 möglich). Erklärend ist dazu zu sagen, daß die Ansprechempfindlichkeit des MS-Fail-Save-Decoders allgemein sehr hoch ist, bei extrem ungünstigen Betriebsbedingungen (starke Störungen, sehr unpräzise Fernsteuerung, ...) kann sich der Decoder eventuell nicht auf die Fernsteuerung einstellen. Allerdings wird in diesem Fall auch kein gutes Servo ruhig stehen bleiben!

- ? Verlöscht die LED nach kurzzeitigem Blinken, blinkt dann aber wieder erneut auf, so liegen meist kurze extreme Spannungseinbrüche auf der Versorgungsspannung vor, die durch schlechte Akkus oder anoxidierte Steckverbindungen (ergibt beides eine zu hochohmige Spannungsversorgung) hervorgerufen sein könnten! Empfangsanlage zur Vergewisserung mehrfach **mindestens fünf (!) Sekunden** auszuschalten und dann erneut einschalten. Ein besserer/geladener Akku wird sehr wahrscheinlich Abhilfe schaffen können.
- ? Es steht ein massebezogener Ausgang mit TTL-Charakter (Gegentakt-Ausgangsstufe) zum Fehler-Abgriff zur Verfügung, der auch die LED treibt.

## 2.10 Ergänzende Anmerkungen:

- ? Die Meßrate der Spannungsüberwachung beträgt übrigens ca. 30 ?s (!), es werden also auch aller kürzeste Spannungseinbrüche detektiert. Meist liegt ein Akkuprobem vor wenn sich die Unterspannungswarnung anscheinend zu früh meldet!
- ? Kann oder soll für Überprüfungs/Testzwecke ganz auf die Unterspannungsdetektierung verzichtet werden, ist anstelle des TL431C einfach eine Drahtbrücke in die unteren beiden Bohrungen (obere bleibt unbelegt) einzulöten. Auf diese Weise kann dann gezielt festgestellt werden, ob der Decoder wegen Funk- oder Akku-Unterspannungsfehlern auslöst!
- ? Wenn der Decoder beim Einschalten ein undefiniertes Verhalten zeigt, welches nicht in der Bedienungsanleitung aufgeführt ist, muß der 4,7 Ohm Widerstand [R5] (4,7R ; [gelb/violett/gold/gold]) eventuell durch eine Drahtbrücke ersetzt werden. Dies ist aber wirklich nur in Ausnahmefällen nötig, wenn Sie schon etwas „altersschwache/hochohmige“ Akkus verwenden, eine BEC-Stromversorgung einsetzen oder relativ viele Servos an Ihrer Empfangsanlage angeschlossen haben [Erklärung: Beim Einschalten der Empfangsanlage steigt in diesen Fällen die Betriebsspannung nicht schnell genug an]. Zur Vergewisserung erst einmal (direkt!) einen neuen, leistungsstärkeren Akku anschließen!
- ? Wenn das bisher alles noch nicht geholfen hat, bitte in der Nachbauanleitung ab dem Punkt „Bisher aufgetretene Nachbaufehler in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit:“ fortfahren!

Ein vielleicht nützlicher Tip zur „Fehlermeldung“ soll noch gegeben werden:

Anstelle der Leuchtdiode als Fehler-Signalgeber kann auch ein Miniatur-Piezosummer (z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 75.15.53) angeschlossen [Polung beachten, das längere Beinchen ist der Pluspol] werden, allerdings sollte dann auch der stehende 1k Widerstand rechts unterhalb neben dem IC1 [Widerstand R3, an Pin 7 des IC's] durch eine Drahtbrücke ersetzt werden. Der Einsatz eines Piezosummers ist sehr sinnvoll beim Einsatz des Decoders in Elektro- oder Segelflugmodellen. Wird der Summer geschickt plaziert, sind "Störungen" noch aus über 500 Metern (Achtung, akustische Verzögerung!) gut zu hören.

Der Piezosummer kann auch zusätzlich direkt an den „Fehlerausgabe“-Durchkontakt und Masse angeschlossen werden.

## 2.11 Grundsätzliche Anmerkung zum Gebrauch:

- ? Die ordnungsgemäße Funktion des Decoderbausteins ist sicherheitshalber vor jedem Betrieb durch eine simulierte Störung (z.B. Ausschalten des Senders) zu überprüfen!
- ? Die Fail-Save-Servostellung ist nach jeglichen Änderungen an den Schaltern S<sub>1</sub>-S<sub>8</sub> UNBEDINGT zu überprüfen um versehentliche Veränderungen zu erkennen!
- ? Zu beachten ist (immer!), daß der MS-Fail-Save-Decoder gegen grobe Fahrlässigkeit, wie durchgescheuerte Kabel, ölige Steckverbindungen, lose Servos usw. natürlich auch nichts ausrichten kann, denn zaubern kann er nicht!

**Möglich ist dagegen die rechtzeitige Erkennung ungeahnter schleichender Fehler so zum Beispiel**

- ? Frequenzdrift
- ? Knackimpulse durch Gestänge
- ? Hochspannungs-Zündimpulse von Benzinmotoren
- ? neue Richtfunkstrecken
- ? Störsender
- ? störende interne/externe elektronische Geräte
- ? statische Aufladungen mit Spannungsüberschlägen
- ? Spannungseinbrüche aller Art („Kupferwurm“, ...)

**um unnötigen Mißerfolgen weitestgehend vorzubeugen.**

## 2.12 Technische Daten:

Betriebsspannung : 4 - 6,6 Volt (s.Text)  
Stromaufnahme : ca. 1-10 mA/4,8V

Stellgenauigkeit	: entsprechend Servogenauigkeit
minimale Erkennung Spannungseinbrüche	: 30?S (!)
Gewicht	: ca. 10 g
Abmessungen H*B*T	: 10*35*27 mm

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten !

### **2.13 Nochmals: Um Bezugsprobleme gänzlich auszuschließen**

*Der programmierte PIC-Mikrocontroller-Baustein PIC16C71 (PIC16C711) kann unter [www.flugmodellbau.de](http://www.flugmodellbau.de) bezogen werden, (verdient wird dabei bestimmt nicht lohnend!) wie auch Platinen, Bausätze oder ev. Fertigbausteine. Dort stehen auch alle Dokumentationen zum Download bereit.*

*Anmerkung: Die Bezugspreise könnte ich selber nicht unterbieten, alle Interessenten sollten das Angebot bzw. den Service zu schätzen wissen, ich selber hätte überhaupt keine Zeit dazu!*

*Ich bin sehr dankbar dafür, daß jedem der Bezug (zu einem für mich minimalen Aufwand und ohne direktes Zutun und Hintergedanken) ermöglicht wird. Da dieser Vertrieb aber nicht direkt in meiner Hand liegt, bitte bei Problemen auch bei mir melden, jeder ist beispielsweise irgendwann mal im Urlaub!*

*Ja, vielleicht hat's der eine oder andere schon gemerkt, ich habe ein etwas gespaltenes Verhältnis zu unseren großen Modellbaufirmen.*

*Bei Fragen, Anregungen, technischer Unterstützung, Kritik(!) usw. stehe ich unter 0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar") natürlich gerne zur Verfügung. Emailanfragen bitte nur wenn diese wirklich nur mit ja/nein zu beantworten sind, für nähere Auskünfte per Email fehlt mir leider die Zeit, ich bitte um Verständnis!*

*Martin Süssenguth*

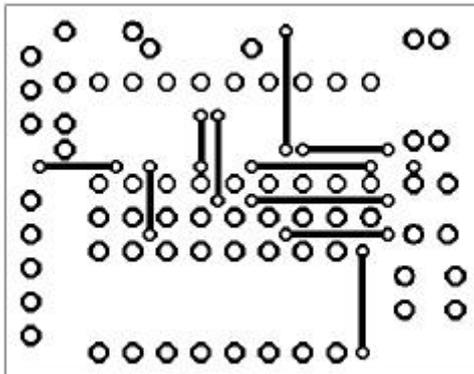
## *Nachbau des MS-Fail-Save Decoderbausteins:*

- ? Wegen des engen Aufbaus ist unbedingt darauf zu achten, daß sich die Bauelemente oder ev. vorhandenen Drahtbrücken untereinander nicht gegenseitig metallisch berühren !!!
- ? Damit Ihr MS-Fail-Save-Decoder auch wirklich auf Anhieb funktioniert sollten Sie die folgende Nachbauanleitung und Reihenfolge unbedingt beachten!
- ? ... damit muß (!) Ihr Decoderbaustein bei Bauausführung und Anschluß nach Anleitung sofort funktionieren, ansonsten ist alles noch einmal genauestens, auch anhand der ergänzenden Hinweise hin zu kontrollieren! Notfalls werde ich selbstverständlich versuchen, Ihnen erst einmal telefonisch zu helfen !!!

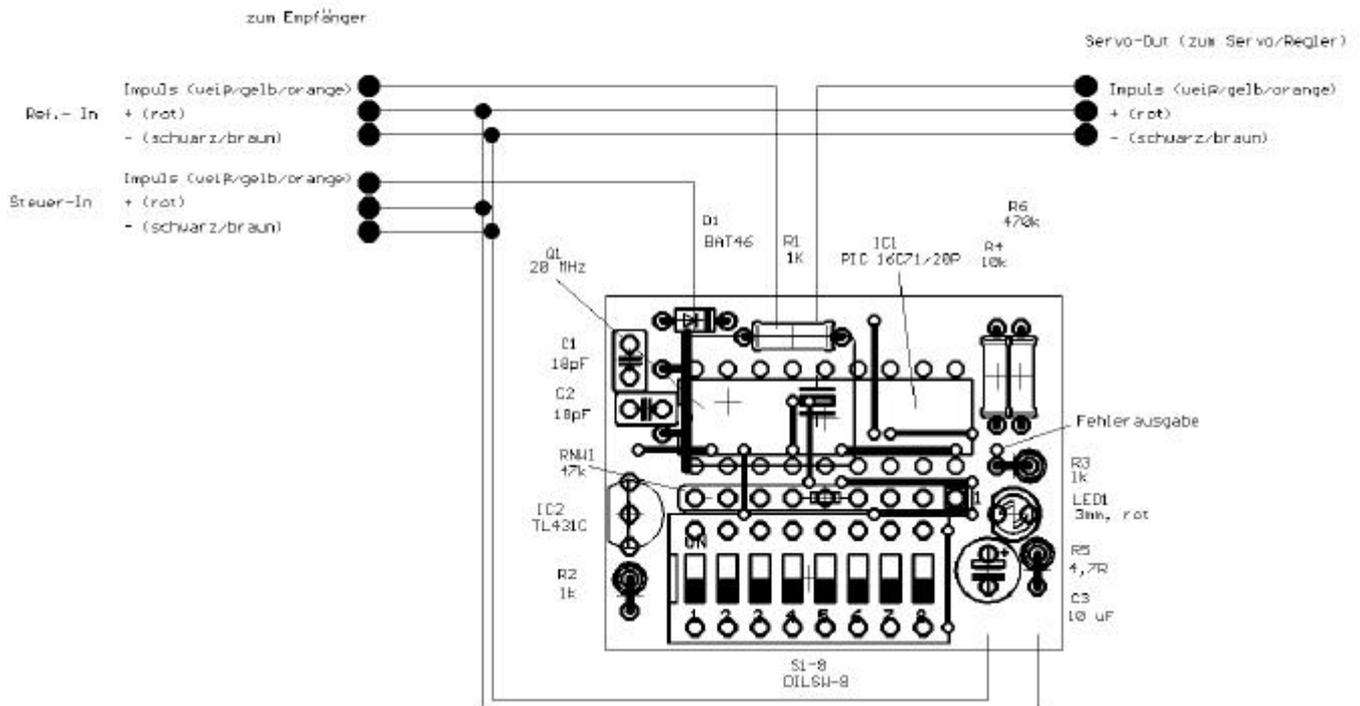
### **Auf geht´s!**

- ? Platine herstellen, zuschneiden und entsprechend Vorlage mit scharfem 0,7 mm Bohrer bohren (beim Bausatz nicht notwendig!)
- ? Die 10 Drahtbrücken (unbedingt nachzählen!) entsprechend Vorlage auflöten (beim Bausatz nicht notwendig!), bei einer selbstgefertigten durchkontaktierten doppelseitigen Leiterplatte ist dies nicht notwendig! Die Leiterplattenoberseite (Bestückungsseite) ist die Seite ohne, bzw. mit den wenigen Leiterbahnen (bei doppelseitig).

Drahtbrücken- und Bohrvorlage (Oberseite bzw. Bauteilseite der Platine), Ansicht vergrößert:



## Anschlußschema 01/2000

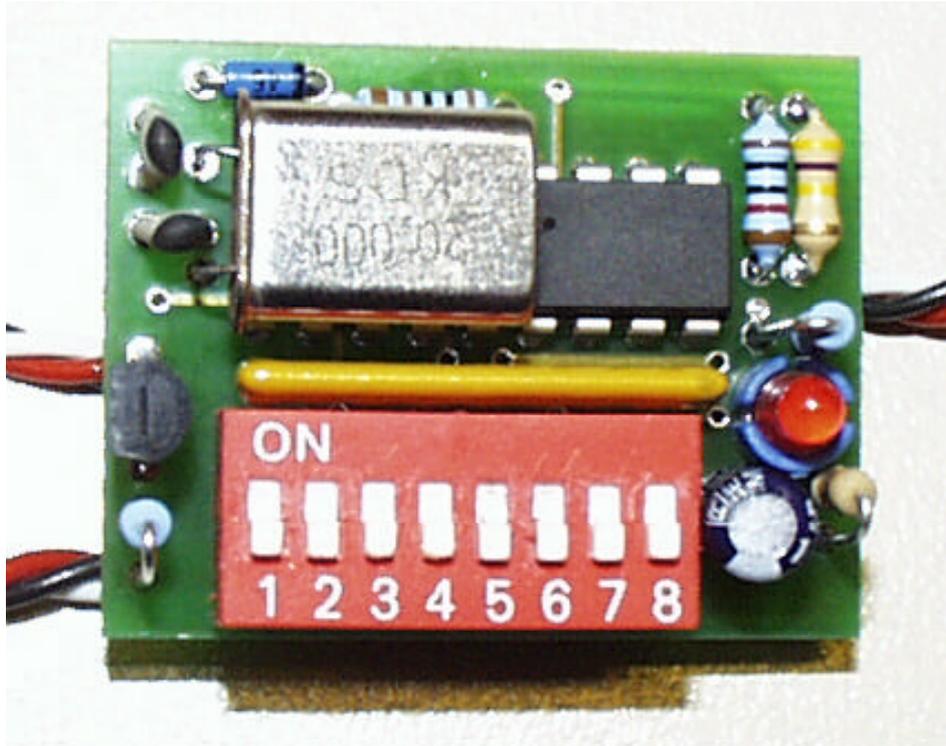


- ? Den 8-fach-Codierschalter [DILSW-8] mit Markierung „ON“ in Richtung Platinen-Innenseite auflöten (Anmerkung: Anstelle des Codierschalters können auch Lötzinn-Brücken über die ovalen Flächen auf der Platinenunterseite gelötet werden, welche dann den ON-Schalterstellungen entsprechen)
- ? Das 47k Widerstandsnetzwerk [RNW1] entsprechend der Markierung (rechts/in Richtung Platinenmitte, als „1“ gekennzeichnet) zwischen IC und Codierschalter einlöten
- ? Das IC (PIC-Controller PIC16C71/20P [IC1], der Version 01/2000) wird mit der deutlichen Markierung zum linken (!!!) Platinenrand hin eingelötet (ohne Sockel), siehe Plan (diese Markierung ist ein kleiner Punkt oder eine tiefe Kerbe)! Diese Markierung wird später vom aufliegenden Quarz verdeckt, ist daher im Plan kaum zu erkennen! Die IC-Beinchen müssen vor dem Einstecken eventuell etwas zusammengebogen werden. Darauf achten, daß die IC-Beinchen keine eventuell vorhandenen Drahtbrücken berühren oder beim Einsetzen umbiegen!
- ? Die Diode BAT46 [D1] entsprechend Markierung (in Richtung Platinenmitte) auflöten
- ? Den direkt daneben liegenden 1k-Widerstand [R1] (braun/schwarz/rot/gold) auflöten. Hinweis zu den Widerständen: Eine Polung ist nicht zu beachten, die angegebenen Widerstands-Farbmarkierungen können je nach Widerstandsausführung variieren, im Zweifelsfall nachmessen!
- ? Die beiden stehenden 1k-Widerstände [R2, R3] (braun/schwarz/rot/gold) auflöten
- ? Den liegenden 10k-Widerstand [R4] (braun/schwarz/orange/gold) auflöten
- ? Den noch verbleibenden stehenden 4,7 ? -Widerstand (4,7R) [R5] (gelb/violett/gold/gold) auflöten
- ? Den noch verbleibenden liegenden 470k-Widerstand [R6] (gelb/violett/gelb/gold) auflöten
- ? Die Leuchtdiode [LED1] (3 mm, rot) mit dem kürzeren Beinchen in Richtung Platinenmitte auflöten
- ? Den Referenzspannungsbaustein TL431C [IC2] entsprechend Gehäusemarkierung auflöten. Anmerkung: Wird auf die Unterspannungsdetektierung verzichtet, kann der TL431C auch durch eine Drahtbrücke durch die beiden unteren Bohrungen ersetzt werden (die obere Bohrung bleibt dann unbelegt)
- ? Die zwei 18pF-Kondensatoren [C1, C2] auflöten
- ? Den 10µF-Kondensator [C3] (Subminiatur-Typ, mind. 10 Volt) mit dem längeren Beinchen in Richtung Platinen-Innenseite (oben) auflöten

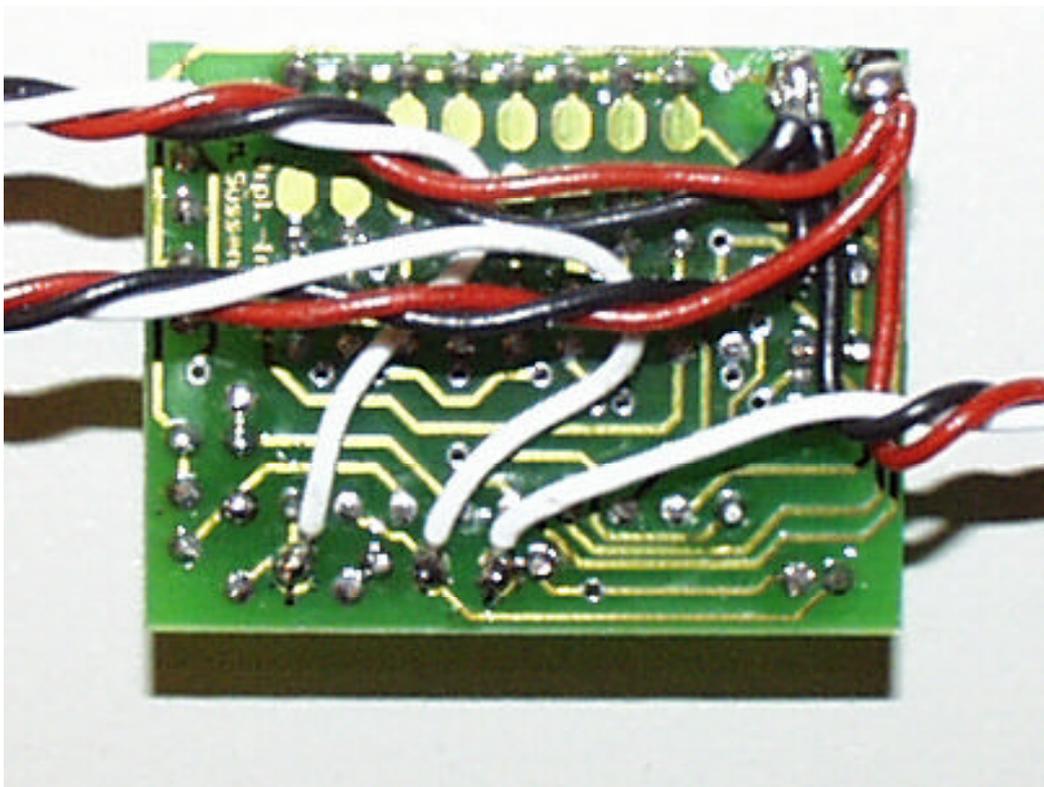
- ? Der Quarz (20 MHz) [Q1] wird mit abgewinkelten Beinchen, die dabei das Gehäuse nicht berühren dürfen, auf dem IC liegend aufgelötet (noch nicht festkleben!)
- ? Alle überstehenden Lötbeinchen so kurz wie möglich abschneiden
- ? Der Anschlußpin „Fehlerausgabe“ kann als massebezogener TTL/CMOS-Schaltausgang verwendet werden (Telemetrieabbindung/Varioübertragung/Zählerausgabe), er bleibt ansonsten frei. Hier kann auch ein Piezosummer mit dessen Pluspol angeschlossen werden, der Minusanschluß des Summers wird auf den Massepunkt (Servokabelanschluß / schwarz/braun) gelegt
- ? Hinweis für die weitere Vorgehensweise: Alle Kabel werden von UNTEN auf die Leiterplatte gelötet. Die Knotenpunkte im Anschlußschema sind dabei auch auf die Leiterplatten-Lötflächen zu legen, der Übersicht halber sind diese im Anschlußschema außerhalb verbunden (siehe auch Foto „Ansicht der verkabelten Rückseite“). Achtung: Als Anschlußkabel für "Plus" und "Minus/Masse" dürfen nicht dünnere Kabel als „normale“ Servoanschlußkabel verwendet werden!
- ? Das Empfängerkabel „Ref-In“ (positiver Impuls!) wird entsprechend Zeichnung angeschlossen
- ? Das Empfängerkabel „Steuer-In“ (positiver Impuls!) wird entsprechend Zeichnung angeschlossen
- ? Das Servo/Regler-Anschlußkabel „Servo-Out“ (positiver Ausgangs-Impuls!) wird entsprechend Zeichnung angeschlossen
- ? Schaltung entsprechend Bedienungsanleitung in Betrieb nehmen und grundsätzliche Funktion überprüfen
- ? Den Quarz auf dem IC1 liegend festkleben
- ? Schaltung eventuell mit Plastikspray versiegeln und gegebenenfalls in ein Gehäuse oder in Schrumpfschlauch (die Codierschalter und die LED können nachträglich wieder vorsichtig freigelegt werden) einbringen. Eine äußerst elegante Methode der Decoder-Platzierung ist die, die fertige Platine direkt an der Seite des entsprechenden Servos zu befestigen und zu verkabeln. Achtung: Keinen leitfähigen Schaumstoff o.ä. auf die Platinenunterseite drücken oder Klebstoff auf die Leiterbahnen aufbringen!

## Fotoansichten:

Ansicht der Vorderseite



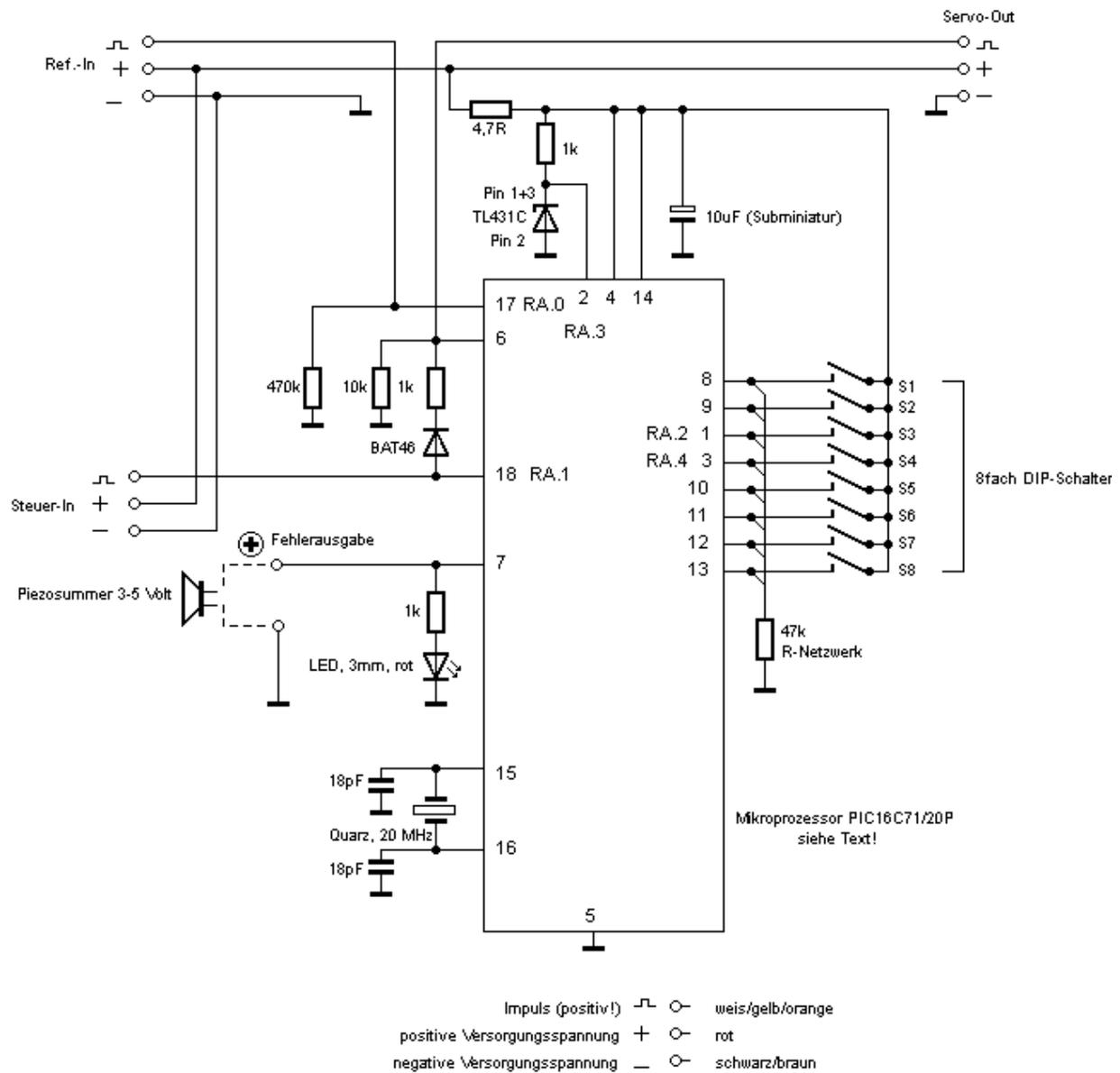
Ansicht der verkabelten Rückseite



## Schaltplan:

Schaltplan bei Verwendung der PIC-Version 01/2000

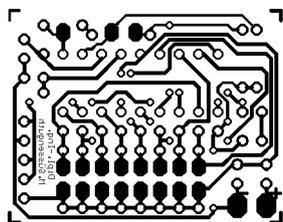
### Schaltplan Version 01/2000



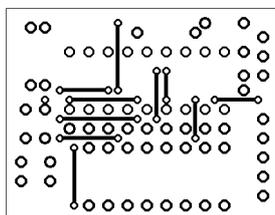
## Materialliste:

Anzahl	Bezeichnung	Typ	Bezugsquelle
1	Widerstand R5	4,7?	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 40.45.86 (100St.)
3	Widerstand R1,2,3	1k	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 40.40.47 (100St.)
1	Widerstand R4	10k	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 40.41.60 (100St.)
1	Widerstand R6	470k	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 40.43.65 (100St.)
1	R-Netzwerk RNW1	8*47k	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 41.43.95
1	Diode D1	BAT 46	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 15.30.87
1	Spannungsreferenz IC2	TL 431 C	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 17.61.76
1	Leuchtdiode LED1	3mm, rot (ev. mit Abstandshalter)	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 18.46.24
2	Kondensator C1,2	18pF	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 45.71.59
1	Kondensator C3	10 $\mu$ F (Subminiatur-Typ)	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 47.30.57
1	Codierschalter DILSW-8	8-fach	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 70.47.84
1	Quarz Q1	20 MHz	z.B. Conrad-Electronic Best.-Nr.: 16.87.69
1	Platine	Anwendungsspezifisch	nach Layout, siehe auch Bezugsmöglichkeiten
1	Mikrocontroller IC1	PIC 16C71/20P, Version 01/2000	siehe Bezugsmöglichkeiten, vom Autor programmiert !

- ? Ansicht Layout Platinenunterseite M 1:1 (Durchsicht, d.h. diese Leiterbahnen sind von der Bauteilseite aus gesehen nicht zu erkennen!!)



- ? Dazugehöriges Layout der Oberseite (invertiert) M 1:1:



Tip: Drucken Sie die Layouts mit einem Laserdrucker auf Folie oder Transparentpapier aus, dann haben Sie sofort die Belichtungsvorlagen (die Tonerseiten auf das Kupfer auflegen!)

## **Bisher aufgetretene Nachbaufehler in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit:**

- ? Schlechte Lötstellen, Lötzinn-Kurzschlüsse,
- ? schlechte Leiterplattenqualität bei Selbstanfertigung (Unterbrechungen, Kurzschlüsse, Ätzreste, Oxidation zwischen Leiterbahnen),
- ? metallische Bauteilberührungen untereinander (Quarz, Brücken, ...),
- ? beim Bohren (nicht bei Fertigplatine nötig) wurden Leiterbahnen unterbrochen/beschädigt,
- ? IC-Beinchen umgebogen, dadurch nicht durch Bohrungen geführt,
- ? beim Einschrumpfen in Schrumpfschlauch entstanden ungeahnte Kurzschlüsse,
- ? falsches Anschließen der Kabel,
- ? verpolte Bauelemente aller Art,
- ? Leiterbahnen wurden leitend beklebt/besprüht z.B. Verguß mit Epoxy, Einwickeln in Elektronik-Schaumstoff,
- ? Kurzschluß an zu großem Elkogehäuse (Alubecher) mit nebenstehendem Widerstand,
- ? fehlerhafte (unpräzise) Fernsteuerung (zum Test an anderen Sender, Empfänger und Akku anschließen!),
- ? Nichtbeachtung der Bedienungs/Gebrauchsanweisungen,
- ? eigenmächtige Mikrocontroller-Änderungen/raubkopierte Controller,
- ? Betrieb an Empfänger mit negativen Ausgangsimpulsen (nach Rücksprache möglich!),
- ? falsche Chip-Version, falsches Programm, unprogrammierter Controller,
- ? Verwendung eines eigenen, nicht optimierten Platinenlayouts,
- ? fehlerhaft gefertigte Anschlußkabel/Buchsen (nur die Isolierung war gekrimpt!).
- ? ein ... defekter Quarz!

## **3 Troubleshooting**

### **3.1 Spannungseinbrüche beim BEC-Betrieb**

Der Betrieb einer Empfangsanlage über ein BEC-System kann ungeahnte Probleme bereiten, über die sich kaum jemand bewußt ist: Oft wird hier ein Standardbauteil verwendet (Low-Drop-7805), der eine in diesem Falle sehr unangenehme Eigenschaft besitzt: Dies ist die eigentlich ja schöne Eigenschaft kurzschlußfest zu sein. Diese Eigenschaft wird durch eine interne Strombegrenzung (ca. 1,5A!) erreicht. Bei hoher Gehäusetemperatur (z.B. durch hohe Verlußtleistung) geht die Strombelastbarkeit bis nahe Null zurück. Diese Spannungseinbrüche (differentielle Spannungseinbrüche) durch eine einsetzende Strombegrenzung hervorgerufen, können auch dann schon kritisch werden wenn die nur wenig zusammenbrechende Versorgungsspannung nicht einmal einen allgemeinen kritischen unteren Spannungswert erreicht! Allein der schnelle differentielle Spannungseinbruch kann eine Störung des Empfängers hervorrufen !!!

Die Spitzenstrombelastung bei 5 Servos kann schnell weit mehr als 1,5 A betragen ... das war schon mehrfach ein Grund für das anscheinend „falsche“ Ansprechen des Decoders. Bei derartigen Problemen hilft nur die Betrachtung der Versorgungsspannung unter Betriebsbedingungen mittels Oszilloskops. Gleiche Effekte rufen zu hochohmige Akkus hervor. Hier ist ein 5-Zellen-Akku auch immer ungünstiger als ein 4-zelliger. Nochmals: Der Decoder spricht nie unbegründet an!

#### **Eventuelle Probleme NUR beim Betrieb der Software-Version 5/97:**

*\* Fehlermeldung erlischt nicht!*

- ? TL431C Brücken (U-Spannungsdetektierung ausgeschlossen)
- ? die Diode entfernen und angeschlossenes Servo abziehen !
- ? Empfänger neu Einschalten
- ? Fehlermeldung erlischt jetzt, OK ???
- ? 1k-Widerstand R1 gegen 3,3k- oder 4,7k und den 10k Widerstand R4 gegen 33k- oder 47k-Widerstand tauschen!

Die Ursache für obigen Fehler ist ein sehr (zu!) hoher Impuls-Ausgangswiderstand des Empfängers. Bei obiger Fehlerbehebungs-Methode kann dann ein wiederum sehr niederohmiges Servo nicht mehr betrieben werden. Bei dieser Konfiguration kann es aber auch schon ohne Decoder zu Ansteuer-Problemen kommen! Rücksprache mit mir ist bei obigem Sachverhalt sinnvoll, es muß dann eine entsprechende Anpassung vorgenommen werden!

Diesen Fehler konnte ich tatsächlich SELBER mal mit einem uralten Robbe-Empfängers nachvollziehen. Vielleicht hat(te) er auch einen Fehler!? JA! Nach dem Austausch des Ausgangs-Schieberegisters CD4015 (Pfennig-IC) war der „Fehler“ behoben!

NOCHMAL: Dieser Fehler kann NUR bei der Softwareauswahl Version 5/97 auftreten und ist wirklich eine absoluter Ausnahmefall!

### **3.2 Auslösung des Decoders bei Steuerung des Decoder-Kanals:**

- ? Wenn der Decoder insbesondere bei Betätigung des Fail-Safe-Servos auslöst dann sind die Decoderanschlußkabel zu lang/dünn für das Fail-Safe-Servo oder haben Kontaktschwierigkeiten! Das Fail-Safe-Servo läßt dann die Spannung auf diesen Leitungen soweit zusammenbrechen, daß sofort eine Unterspannung detektiert wird!
- ? Wird mittels eines Stufenschalters der Decoderkanal betätigt, kann bei schnellem mehrfachem Umschalten AUCH eine Decoderauslösung stattfinden (Schalterprellen!). Den gleichen Effekt kann es beim nicht geführten Zurückschnellenlassen des Steuerknüppels in die Neutralstellung geben. Diese Fail-Save-Auslösungen sind nicht zu vermeiden, da sie typische fehlerhafte Signalfolgen darstellen.

#### **Eventuelle Probleme NUR beim Betrieb der Software-Version 12/96:**

*\* Fehlermeldung erlischt nicht!*

- ? Referenzkanal etwa in Mittelstellung? (Darauf wird aber auch in der Anleitung schon hingewiesen!)

*\* Fehlermeldung erlischt zwar, aber das Servo läßt sich nicht steuern*

- ? Ursache kann wieder ein zu hoher Empfänger-Ausgangswiderstand sein!

- ? Abhilfe: Die Diode D1 durch eine Drahtbrücke ersetzen, und den 10k-Widerstand R4 ersatzlos weglassen. Nur dann kann die Software-Version 5/97 nicht mehr benutzt werden!

### **3.3 Schleichende Fehler - Plötzliches Ansprechen nach langem, reibungslosen Betrieb**

Es wurde mir von folgenden Problemen berichtet:

Nach jahrelangem problemlosem Betrieb mehrerer Decoder ließen diese ein entspanntes Fliegen wegen ständigen Störungsmeldungen nicht mehr zu. Sind Akku-Fehler ausgeschlossen, dann liegt hier (wie auch bei mir vor vielen Jahren - was den Entwurf der Schaltung zur Folge hatte!) ein SCHLEICHENDER Fehler vor, GENAU DAS, WOVOR DER DECODER JA AUCH WARNEN SOLL! Bringt eine Reduktion der Empfindlichkeitseinstellung keinen Erfolg, sollte man den Decoder nicht verfluchen, sondern der URSACHE für dieses Verhalten auf den Grund gehen! Prinzipiell ist dieses Verhalten gewollt!!

- ? Akku tauschen OK?
- ? Empfänger tauschen OK?
- ? Sender tauschen OK?
- ? ungünstiger Anlagen-Einbau?
- ? Starke Störeinstrahlungen auf die Decoderleitungen selber - von denen die übrige Empfangsanlage verschont bleibt - können auch die Ursache sein. Insbesondere dann, wenn der Decoder über lange Leitungen und dann auch noch nahe am Antriebsmotor sitzt!
- ? Alles obige ausgeschlossen? Dann könnte es, wie in meinem Fall, eine in unmittelbarer Nähe errichtete Funkstation sein!

**Verstehen Sie die Fehlermeldungen als beabsichtigte Warnung, insbesondere dann, wenn vorher bei einem „Test auf dem Tisch“ alles einwandfrei funktioniert hatte !!! Konkret aufgetretenes Beispiel: Defekter bzw. verstimmter Quarz nach einem Crash.**

### **3.4 Immer immer immer ..... wieder auftauchende Probleme:**

- ? Einstellungen direkt und nur auf die Motor-Servoleitung(en)
- ? Akkuwarnung spricht an - wie angegeben zur Fehleranalyse komplett deaktivieren
- ? „fauler“, sprich hochohmiger Akku, mal einen anderen versuchen!
- ? mal einen anderen Empfänger zum Test verwenden ... !

**Die Decoder tun halt immer das was sie SOLLEN: Vor allen erdenklichen und schleichenden Fehlern warnen !!!**

### **3.5 Schlußwort (erstes)**

BEI PROBLEMEN UNBEDINGT BEI MIR MELDEN, BISHER KONNTE ICH MEIST JEDEN FEHLER DURCH TELEFONISCHE „FERNDIAGNOSE“ FINDEN, UND DAMIT FAST JEDEN DECODER SOFORT ZUM FUNKTIONIEREN BRINGEN ! Auf keinen Fall den Decoder wütend mit dem Fluch „Scheißteil“ in die Ecke schmeißen, das hat er nicht verdient. Ich stehe jeden Tag mehr hinter dem System!!!

Gegebenenfalls werde ich den Decoder auch kostenlos instand setzen, wenn er mir nach telefonischer Absprache mit exakter Fehlerbeschreibung zugeschickt wird. Ja, einmal war tatsächlich ein Bauteil defekt, aber da konnte ich bzw. wir nichts dafür.

**Mit vielen Modellflugkollegen betreibe ich den MS-Fail-Save-Decoder seit über acht Jahren mit vollster Zufriedenheit. Nach dieser „Testphase“ kann ich das Gerät mit bestem Gewissen weiterempfehlen.**

**Bei Fragen, Anregungen, Kritik (ja!) usw. stehe ich unter 0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar") gerne zur Verfügung. Emailanfragen bitte nur wenn diese wirklich nur mit ja/nein zu beantworten sind, für nähere Auskünfte per Email fehlt mir leider die Zeit, ich bitte um Verständnis!**

**Kontakt:           Anschrift:       Dipl.-Ing. Martin Süssenguth, Schulstraße 15, 27412 Tarmstedt,  
Tel.:               0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar"),  
Fax:               0441 / 800 99 13065,  
Email:             msuess@theo.physik.uni-bremen.de**

**!!! Entwurf, Entwicklung und Beschreibung, sowie alle Urheberrechte der Schaltung durch Martin Süssenguth !!!**

## 4 Ergänzende Hinweise, Erfahrungen, dazugehörige Themen ...

### 4.1 ETWAS NICHT GANZ UNWESENTLICHES, ACHTUNG:

- ? Der Decoder kann nur bei guter und sauberer Bauausführung einen Sicherheitszuwachs garantieren!
- ? Der Anschluß des Fail-Save-Servos an Quer- Seiten- Höhen- oder sonstige direkte Stellruder ist nicht zu empfehlen! Es besteht immer die Gefahr eines kritischen Empfangseinbruches, auch im unmittelbaren Nahbereich! Es besteht zwar auch bei einem unerwarteten Motordrosseln eine gewisse Gefahr, allerdings könnte der Motor auch durch die Störung ganz ausgehen oder gar auf Vollgas laufen ... das muß jeder für sich selber entscheiden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei einem derartigen Motoraussetzer die Senderantenne nur minimal anders gerichtet werden muß, dann ist der Empfang wieder ausreichend und das Servo läuft sofort wieder in die vorherige Position. Wie angemerkt, ob man die Rückmeldung nun haben will oder nicht, hängt von jedem selber ab, die Ansprechempfindlichkeit ist hierbei auch in weiten Grenzen einstellbar (allerdings nur bei Software-Version 12/96).

### 4.2 Zur Geschichte des MS-Fail-Save-Decoders:

- ? Die Idee, über entsprechende Entwicklung bis hin zur Realisierung, sowie der Einsatz der Schaltung war ursprünglich NUR FÜR MICH ALLEINE geplant. Es stand für mich nicht einmal fest, ob eine praxisgerechte Umsetzung überhaupt funktionieren würde. Eine gute Portion Entwicklungsgeist, Hartnäckigkeit UND auch das Interesse an der Materie Fernsteuersysteme-Modellbau-Elektronik gehörten gewaltig dazu. Ich glaube daher auch nicht, daß es jemandem in vertretbarer Zeit gelingt den Decoder irgendwie nachzubilden (so nach dem Motto: ... ich glaub ich weis wie der funktioniert ...), über Jahre gesammelte und eingearbeitete Erfahrungswerte (teilweise sogar deterministische) verrichten für den Anwender unbemerkt ihre Aufgabe. Die von einigen großen Modellbaufirmen ähnlich benannten externen Systeme haben außer dem Namen praktisch keinerlei Ähnlichkeit mit meinem MS-Fail-Save-Decoder-System.
- ? Bisher waren alle Versuche schon im Ansatz gescheitert, dem interessierten Modellflieger den Decoder, ohne großen Aufwand für mich (bin halt kein Kaufmann!) preiswert zur Verfügung zu stellen. Klar gab es viele Interessenten, die meinten „das mache ich zum Superding“, aber eigentlich stand nur der eigene reine Gewinn im Hintergrund. Ich hatte deshalb die Angelegenheit „MS-Fail-Save-Decoder“ schon für erledigt gehalten, war mir aber auch egal ... ich bin halt ein Modellflieger, dem in erster Linie seine eigene körperliche Unversehrtheit und die seiner Modelle am Herzen liegt, ich habe nie irgend jemanden zum Einsatz des Decoders überredet ... warum auch. Daher habe ich auch kein sonderliches Interesse gehabt den Decoder zu vermarkten. Die Gründe liegen einfach darin, daß man als Entwicklungsingenieur im Bereich der Industrieelektronik sein Potential weit lohnender anlegen kann ... ist leider so.
- ? Die Möglichkeit einer Art Vermarktung war nie geplant, und würde sich für mich auch nicht lohnen. Naturgemäß hat sich in engem Umkreis mein Decodersystem herumgesprochen, und viele wollten das Teil auch ihr Eigen nennen. So wurde dann eine Nachbauanleitung „entworfen/zusammengeschustert“ ... , die dann schäbig überarbeitet in der FMT (12/96 und 5/97) veröffentlicht (war nicht mal meine Idee) wurde. So entstand über Jahre hinweg dieser Bericht bzw. die Nachbauanleitung. Mein Angebot den programmierten Mikrocontroller zum Selbstkostenpreis über [www.flugmodellbau.de](http://www.flugmodellbau.de) anzubieten (mir reicht das hin und wieder dankbare „Schulterklopfen“), wird auch in weiter Zukunft bestehen bleiben!
- ? Nun habe ich endlich jemanden gefunden der sich bereit erklärt hat, den Decoder in diversen Ausführungen wirklich in meinem Sinne anzubieten. Ich hätte diesen Service selber nicht bieten können (und wollen), ich bin für diese Arbeit sehr dankbar, und wenn dabei ein paar Mark verdient werden, ist das voll gerechtfertigt. An dieser Stelle: Vielen Dank Hajo!

### 4.3 NOCH WAS GANZ WICHTIGES zum Quellcode des Mikrocontrollers:

*Den Quellcode für den Mikrocontroller gebe ich nicht heraus (jede Baustein wird immer von mir selber programmiert, auch wenn Sie ihn nicht direkt von mir beziehen), aus folgenden Gründen:*

- ? Als Urheber und Entwickler der Schaltung, der Software und Dokumentation habe ich Bedenken, daß jemand durch voreilige Programmänderungen die Funktion negativ verändert, oder gar gefährliche Zustände hervorruft. Dann heißt es sofort „... der MS-Fail-Save-Decoder taugt nichts ...“, ohne daß die Programmänderung erwähnt wird. Das Basisprogramm (12/96) wurde schon seit Jahren vor der ersten Veröffentlichung Ende 96 nicht mehr verändert, aus gutem Grund.
- ? Die Entwicklung und Optimierung des Systems hat viele Jahre gedauert, und wurde auch unter zufallsbedingten Gesichtspunkten immer weiter optimiert. Alle erdenklichen Fehlermöglichkeiten wurden in Betracht gezogen und in das System eingearbeitet. Da ich aus Erfahrung weiß, wie manche Leute mit geklautem Gedankengut Geld verdienen, werde ich nicht zu denen gehören die so etwas mit meinem Projekt ermöglichen. Außerdem biete ich den Controller zum Selbstkostenpreis/Aufwandsentschädigung an, verdient wird dabei bestimmt nicht lohnend! Bitte nicht böse sein, ich hoffe die Gründe sind nachvollziehbar!
- ? Nochmals: Einen Komplettbausatz und auch einzelne Controller und Zubehörteile gibt es unter <http://www.flugmodellbau.de> zu einem Preis den ich nicht bieten kann. Da dieser Vertrieb aber nicht direkt in meiner Hand liegt, bitte bei Problemen auch bei mir melden, jeder geht mal in verdienten Urlaub!

? Vor der Verwendung von Raubkopien warne ich wie jeder Softwareentwickler. Diese Raub-Controller sind eindeutig identifizierbar, Probleme beim Betrieb sind möglich!

#### **4.4 Übermittlung der MS-Fail-Save-Fehlermeldung über eventuell schon vorhandene Telemetriesysteme**

Ich habe mir folgende einigermaßen allgemeingültige Lösung für ein Einkoppeln des Decoder-Fehlersignals in eine schon bestehende Telemetrie-Übertragung überlegt, ob die betreffenden Hersteller die folgenden Informationen nutzen und umsetzen liegt nicht bei mir. Die Aussage "das geht alles nicht" wird bei den heutigen und zukünftigen (vor allem den digitalen) Vario- und Telemetriesystemen eine Ausrede sein.

Ohne Gewähr kann ich natürlich Hinweise für ein „eigenmächtiges“ Eingreifen in bestehende Systeme geben, diese Eingriffe wurden auch schon oft genug mit Erfolg vorgenommen.

##### **4.4.1 Information für den Telemetrie/Variohersteller und Anwender:**

\* Potentialgebundene Konfiguration:

Der MS-Fail-Save-Decoder stellt einen massebezogenen TTL/CMOS-Gegentakt-Schaltausgang (Pin7 des IC's, keine Open-Collektor-Konfiguration) zur Verfügung. Der High-Pegel (bei vorliegendem Fehler!) liegt also etwas unter der positiven Versorgungsspannung des Decoders und der Low-Pegel bei nahezu 0 Volt bezogen auf die negative Versorgungsspannung (GND). Der Pin 7 des IC's bzw. der Pin „Fehlerausgabe“ wird auch zur LED-Fehlerausgabe benutzt.

Der Benutzer, der die Fehlermeldungen in ein bestehendes Telemetriesystem einkoppeln will, verbindet also die Masse des Decodersystems mit dem Masseeingang des Telemetriesystems. Der Schaltausgang (Fehlerausgabe-Durchkontakt) des Decoders wird mit dem bereitzustellenden Eingang des Telemetriesystems verbunden.

\* Potentialgetrennte Konfiguration mit einem Miniatur-Relais (DIL-Relais):

Die Relaispule (5 Volt, 500-1000 Ohm) wird an die Masse und den Fehlerausgabe-Pin des Decoders angeschlossen (ev. Freilaufdiode verwenden!). Der Schaltkontaktausgang (Öffner/Schließer) wird mit den beiden entsprechenden Eingängen des Telemetriesystems verbunden

Eine Verstärkung bzw. Pufferung des Ausgangssignals mittels Transistors ist natürlich auch möglich, ev. sogar notwendig.

##### **4.4.2 Wenn alles nichts hilft ...**

Sollte der Hersteller Ihres Varios keine Möglichkeit anbieten das MS-Fail-Save-Decodersignal einzukoppeln / zu übertragen, dann kann der etwas versierte Elektroniker dies vielleicht auch selber erledigen, indem er bestimmte Widerstände im Bereich der Drucksensor-Signalaufbereitung gezielt verändert. Zum Beispiel durch Parallel/Reihenschalten von/in OP-Rückkoppelwiderständen über Relaisumschaltung. Damit werden dann heftige, sprunghafte Steig/Fallwerte übermittelt, aus denen dann auf eine vorliegende MS-Fail-Save-Fehlermeldung geschlossen werden kann.

Achtung: Nur die potentialgetrennte Version dabei anwenden! Und vor allem: Alles auf eigene Gefahr (Betriebserlaubnis?) !!!

Diese Anschlußhinweise sind ohne jede Gewähr, der Anwender muß sich beim Hersteller der Telemetriesysteme vergewissern, ob und welche Art der externen Einkopplung möglich/zulässig ist!

#### **4.5 Aus der Praxis, das Thema Empfangsstörungen mal genauer betrachtet:**

*Der Ausruf „Störung“ ... !*

Bemerkte Empfangsstörungen können auch aus einer Verkettung von ungünstigen Umständen entstehen. Oft genug auftretendes Beispiel: Bricht die Empfänger-Spannungsversorgung auch nur für Sekundenbruchteile unter einen kritischen Wert ein, dann „produziert“ der Empfänger selber eine „Störung“ .... , da er nicht mehr richtig arbeiten kann! Dann zucken jetzt erst recht ALLE Servos und der Spannungseinbruch wird noch größer.

Meist gibt der Empfänger dann völlig auf, die Servos bleiben stehen und das System stabilisiert sich wieder. Das ganze dauerte in einem ermittelten Fall nicht einmal 180 ms! [Siehe auch „Eventuelle Schwierigkeiten beim BEC-Betrieb“]

Beim „Test“-Bewegen der Steuerelemente tritt dieser Fall fast nie auf, da man ja nicht alle Servos gleichzeitig ansteuern kann. Im Flug, gerade beim Hubschrauber stehen die Servos oft aber unter permanenter Belastung, da kann es vorkommen!

Eine eigene Erfahrung zu Knackimpulsen: Bei meinem Heli kam es vor, daß bei Lastwechseln die Verbindung Heckstahldraht-zu-Mitnehmer das gefürchtete elektrische Klackern hervorrief. Ein Draht der beide Elemente elektrisch miteinander verband konnte das Problem erheblich mindern. Gleiche Probleme können auch bei Kegelrädern auftreten (nicht zu verhindern), man muß also versuchen die daran angeschlossenen „Antennen“ so kurz wie möglich zu halten ... .

Wenn ein derartiger Fehler tatsächlich Empfangsstörungen hervorruft kann man das mit dem MS-Fail-Save-Decoder 100%ig sicher feststellen.

Der Decoder kann zudem aller kürzeste Spannungseinbrüche UND tatsächliche Empfangsstörungen voneinander trennen, und gibt in BEIDEN Fällen sicher Alarm.

#### 4.5.1 Gleichzeitiger Empfang auf zwei unterschiedlichen Kanälen:

Ich habe in einem Testaufbau diese, auf den ersten Blick sinnvolle Idee, umgesetzt. Senden mit einem Sender und zwei Hf-Modulen, die Allgemeine-Betriebs-Erlaubnis (ABE ) soll hier mal außer Acht gelassen werden ... !

Empfängerseitig wurden verwendet: Zwei separate Empfänger, Umschaltung über MPX-Bausteine, Ansteuerung und Signaldetektierung über MS-Fail-Save-Decoder (Version 12/96). Funktionierte 100%ig, empfängerseitig garantiert OHNE Einschränkung der ABE!!!

Jetzt das große "aber" an der Sache: Wenn ein Kanal gestört ist, dann ist es ein Nachbarkanal praktisch immer AUCH. Außer vielleicht bei Doppelbelegung durch eine Schlafmütze, die ihren Sender unachtsam einschaltet. Störpulse aus E-Motoren, Schaltreglern oder Funkstörungen haben sich bei meinen Versuchen immer auf praktisch allen Kanälen bemerkbar gemacht. Die Frequenzen liegen einfach zu dicht zusammen. Besser waren im Testverlauf zwei unterschiedliche Frequenzbänder, 35 + 40 MHz, dann hat der „Doppelempfänger“ wirklich etwas gebracht.

Vorteilhaft ist bei zwei separaten Empfängern natürlich, daß die zugehörigen zwei Empfangsantennen bei 90°-Verlegung nicht gleichzeitig (theoretisch) ausgeblockt werden können, die eine empfängt immer etwas besser als die andere.

Weiterer Vorteil ist die Redundanz wenn wirklich mal ein Empfänger/Quarz/HF komplett ausfällt ... und wie oft kommt das im Flug vor ... ?

Alle von mir verfolgten Alternativmethoden zum MS-Fail-Save-Decoder waren zu kompliziert, teuer und allesamt nicht zulassungsfähig. Außer der gebräuchlichen Alternative „PCM-System“, was aber auch falsche Sicherheit vortäuschen kann! Übrigens wäre es ein leichtes bei PCM die einbezogenen Redundanzen auch irgendwie auszugeben, ich bekam hierzu bedenkenswerte (bedauerliche!) Hinweise .... ein anderes Thema, was hier nicht wiedergegeben werden soll. Aber: Beim Heli geht´s manchmal wirklich nicht ohne PCM, sonst rutscht einem zu oft das Herz in die Hose - meine eigene Erfahrung! Ich überwache aber mit einem MS-Fail-Save-Decoder auf PPM den entsprechenden Kanal und das Gelände in regelmäßigen Abständen. Ich kann JEDEM die Benutzung des Decoders nur WÄRMSTENS empfehlen.

Möglich ist auch die Zählung von aufgetretenen Störungen während eines Fluges über den Fehlerausgabe-Pin mit einem Ereigniszähler, meine diesbezüglichen Ergebnisse waren aber zu uneinheitlich und bisher nicht auswertbar.

#### 4.5.2 Abhängigkeit von Reichweite zu Sendeleistung und Empfindlichkeit

- ? Je größer die Sendeleistung desto größer die Reichweite. Aber: Zur Verdopplung der Reichweite ist eine Vervierfachung der Sendeleistung notwendig. Daraus ergibt sich: Eine geringere Sendeleistung als der Nominalwert (Betriebsspannung, Alterung) des Senders hat nur einen relativ geringen Einfluß auf die Reichweite.
- ? Je größer der Antennenwirkungsgrad der Sende- und auch der Empfangsantenne, desto größer die Reichweite. Pauschal: Desto länger, desto besser, aber Vorsicht, das gilt nur bei abgestimmtem System! Ein eigenmächtiges Verlängern von Sende- oder Empfangsantennen reduziert die Reichweite (insbesondere beim Sender) drastisch! Auch das nicht vollständige Ausziehen der Sendeantenne kann eine erhebliche Reichweiteneinbuße bewirken!
- ? Je höher der Senderstandort desto größer ist die mögliche Reichweite, da sich die Bodenreflexionen des Senders verringern. Auch je höher der Empfängerstandort ist, desto größer ist die Reichweite - also ist immer etwas Vorsicht beim tiefen Fliegen in großer Entfernung angebracht.
- ? Je größer die Empfindlichkeit des Empfängers desto größer die Reichweite. Zur Verdopplung der Reichweite wäre eine Vervierfachung der Empfängerempfindlichkeit nötig, was aber irgendwo an die Grenzen der technischen Möglichkeiten bzw. den Aufwand stößt. Wenn überhaupt angegeben, haben die meisten Modellempfänger eine Empfindlichkeit von 2-10  $\mu$ V. Das ist aber zu bezweifeln, da teilweise drastische Reichweitenunterschiede bei gleichen angegebenen Empfindlichkeiten vorliegen.

#### 4.5.3 Richtcharakteristiken der Sender- und Empfangsantennen

Es gibt günstige und weniger günstige Antennenlagen und deren Positionen zueinander, wobei folgende Grundsätze gelten:

- ? Die Sendeantenne strahlt die „Sendeleistung“, die genauer betrachtet ein elektromagnetisches Wechselfeld ist, nicht in alle Richtungen gleichmäßig gut aus. Das ist der wesentliche Punkt! In der Praxis heißt dies: Die Senderantenne strahlt in ihrer Verlängerung die geringster Feldstärke ab, 90° zu ihr ist die Feldstärke dagegen maximal.
- ? Genauso empfängt die Empfangsantenne das vom Sender abgegebene elektromagnetische Feld nicht aus allen Richtungen gleich gut. Die Empfangsantenne sollte für maximale Empfangsleistung parallel, aber nicht in Verlängerung zur Senderantenne liegen

Das „in Verlängerung“ liegende Antennen überhaupt Empfang ermöglichen, liegt an Reflexionen an allen umgebenen Festkörpern. Leider sind diese Reflexionen aber auch die Ursachen für inhomogene Feldstärkenausbreitung insbesondere durch Auslöschung. ... eine unendliche Geschichte !!!

#### 4.5.4 Empfehlungen:

- ? Grundsätzlich nicht mit der Senderantenne auf das Modell zielen, Kugelgelenkantennen bieten sich hierzu an. Bei Flugmodellen sollte die Senderantenne dabei eher flach, bei Auto/Schiffsmodellen eher senkrecht ausgerichtet sein.
- ? Empfängerantennen nicht exakt parallel zur Modell-Längsachse einbauen. Sehr ungünstige Konstellation: Das Modell befindet sich in direkter Senderantennen-Verlängerung, dabei liegt dann noch die Empfangsantenne parallel zu der Verlängerungsachse

der Senderantenne. Daraus ergibt sich, daß eine Empfangsantenne, die parallel zur Rumpflängsachse verlegt ist, beim zu/wegfliegen auf/vom Piloten immer eine kritische Konstellation darstellt, besonders beim Tief- und Weitwegfliegen!

- ? Unter obigen Gesichtspunkten optimale Flugmodell-Einbaulage: Stabantenne senkrecht nach oben (... wohin sonst ... oder wie groß ist Ihr Modell !?) oder frei hängende Schleppantenne bei langsam fliegenden Modellen.
- ? Guter Kompromiß: Die Antenne aus dem Rumpf schräg zum Leitwerk führen, den Rest wenn möglich frei hängen lassen. Ein Teil sollte dann immer empfangen. Doch Vorsicht, der Gesamtwirkungsgrad wird geringer, auch ist hier eine Auslöschung in der Antenne selber bei bestimmten Winkeln möglich!
- ? Die Sendeantenne beim Betrieb von Flugmodellen nicht senkrecht in den Himmel ragen lassen sondern eher waagrecht zum Boden. Daraus ergibt sich aber bei tiefen Anflügen eventuell ein direktes Zielen auf das Modell, ein Kompromiß von 45° scheint angebracht.
- ? Eine Wendel/Kurz/Gummiantenne hat immer ungünstigere Abstrahleigenschaften als eine lange Teleskopantenne, diese sind also nur bei entsprechenden Anwendungen einzusetzen. Auch kann man sich nicht auf eine eindeutige Abstrahlrichtung verlassen.

#### 4.5.5 Weiterhin

- ? Der Empfänger und dessen Antenne sollte möglichst weit entfernt von allen weiteren elektronischen/elektrischen Komponenten (Elektromotoren, Servos, Zündanlagen usw.) und Leitungen aller Art (Zuleitungen, Servokabel usw.) plaziert sein.
- ? Die Antenne sollte möglichst schnell aus dem Rumpf geführt werden, eventuelle Abschirmwirkungen von umgebenen Elementen (z.B. Kohlefaserteile) sind zu beachten.
- ? Empfänger grundsätzlich gut schwingungsgedämpft lagern, insbesondere PLL-Empfänger. Diese haben eine wesentlich geringere „Schwingkreisgüte“ als Empfänger mit festem Quarz. Da kann alleine eine minimale Verwindung der Leiterplatte den Schwingkreis verstimmen!

#### 4.5.6 Der Reichweitentest

Die Reichweite einer Fernsteuerung mit eingeschobener Antenne zu beurteilen ist nur ein sehr grober Anhaltspunkt! Die abgestrahlte Leistung verhält sich in keinstem Falle proportional zur ausgezogenen Antennenlänge! Diese Versuche sind auch sehr herstellerabhängig und nur für relative Vergleiche gleicher Komponenten sinnvoll! Außerdem kann das nicht volle Ausziehen der Senderantenne oder gar das „Gar-nicht-Einschrauben“ der Senderantenne das Sendemodul beschädigen/zerstören. In der Praxis halten die Sendemodule das zwar aus, man sollte es aber vermeiden!

Die Senderantenne ist auch ab und zu mal auf ohmsche Leitfähigkeit hin zu kontrollieren, ich habe es schon erlebt, daß einzelne Segmente untereinander keine (!) Verbindung mehr hatten!

Wenn Reichweitentest: Senderantenne GANZ ausziehen, und mit Empfänger entfernen. Hierbei kann dann die Empfangsantenne aufgerollt werden um einen höheren Abstand zum Sender realistisch zu simulieren. Das war in meinen Versuchsreihen der einzig aussagekräftige Test!

**Also ...** es bleibt auch beim Piloten auf Störungen zu achten und kritische Situationen von vornherein zu vermeiden, der MS-Fail-Save-Decoder bietet hierbei eine wunderbare Hilfe bei der Fehlererkennung.

#### 4.5.7 Wer's noch genauer wissen möchte, ein wenig Antennen-Theorie:

Die Antenne(n) sollte(n) ein gradzahliger Teiler der Wellenlänge sein (1/2, 1/4, 1/8 usw.) aber die Antennenlänge kann auch variieren, wenn sie „künstlich“ im Empfänger angepaßt ist. Ausschlaggebend ist die letztendlich die Abstimmung des Eingangskreises auf die Antennenlänge. Dabei bestimmt die wirksame Länge der Antenne dann den Eingangspegel des Empfängers..

?  $f$  = Frequenz z.B. 35MHz

?  $C$  = Ausbreitungsgeschwindigkeit ca. 300000 km/s

?  $\lambda$  = Wellenlänge =  $? = c/f$  ?  $\lambda$  ? 300000 km/s / 35 MHz = 8,6m

#### 4.5.8 Verdrillte Leitungen und ferroelektrische Ringkerne:

##### Verdrillen ...

von Servokabeln bewirkt, daß sich durch das gegenseitige Umschlingen der Leiter die elektrischen Felder größtenteils auslöschen. Vorteile:

? von außen auf das Kabel eingestrahlte Störungen kompensieren sich zu großen Teilen

? auch die von verdrillten Kabel abgestrahlten Störungen werden verringert

Aus diesen Gründen sollte man für längere Leitungen immer verdrillte Kabel verwenden, denn hier bekommt man zusätzlichen Schutz, ohne jeden Mehraufwand.

Es ist elektrotechnische Tatsache, daß verdrillte Kabel weiterhin ein "Übersprechen" der Signale durch Impulse aus der Stromversorgung verhindern. Angewandt wird dies z.B. bei Netzkabeln und in der Nachrichtentechnik.

##### Ferritkerne ...

nehmen dagegen Spannungsspitzen von den Leitungen, da sie eine Induktivität „in die Leitung bringen“. Werden Ferritkerne von einem Leiter umwickelt, stellt diese Einheit hauptsächlich eine Spule/Induktivität dar. Diese Anordnung stellt für hochfrequente Störeinstrahlungen aller Art einen Widerstand dar, wohingegen niederfrequente Nutzanteile weitgehend ungedämpft/unbeeinflusst durchgelassen werden. Die Wirkung ist also die, daß Störspannungen/Ströme nicht in den Empfänger gelangen können und in dessen hochempfindlichen Empfangsteil einstreuen.

Dies ist dem Verdrillen eindeutig vorzuziehen, optimal ist eine Kombination aus Verdrillen und dem Einsatz von Ferritkernen. Grundsätzlich ist es so, daß durch die recht breitbandige und universellere Dämpfungswirkung Ringkerne einen größeren Effekt erzielen als das Verdrillen der Kabel.

Man bringt die Ringkerne zweckmäßigerweise direkt am Empfänger an, und zwar insbesondere in allen langen Servokabeln und im Kabel zur Stromversorgung bzw. BEC-Regler.

Die Bewicklung der Ferritkerne soll nur einlagig und nicht zu eng geschehen. In der Praxis und bei Messungen haben sich 3-5 Wickel-Windungen bewährt.

Es ist möglich, mehrere Kabel durch einen einzigen Ring zu ziehen. Es sollten dann aber alle Kabel den gleichen Wickelsinn haben.

Sicherlich ist ein simpelst-Tiefpassfilter (RC-Glied) mit nachfolgendem Schmitt-Trigger vor dem Servo eine gute Alternative.

Noch besser wäre die Verwendung von symmetrischen Eingängen (differentielle Übertragung) der Aufwand ist aber wesentlich größer.

Wenn die Verdrahtung schon steht und man die Kabel nicht mehr auftrennen will gibt es noch die „Klapp - Frolic´s“, sie sind jedoch durch ihren unvermeidbaren Luftspalt grundsätzlich nicht so effektiv wie geschlossene Ringkerne.

#### **4.5.9 Noch etwas Theorie in angewandter Praxis:**

Alle am Empfänger angeschlossenen Leitungen wirken als Gegengewicht zur Empfangsantenne. Das bedeutet, die Ausrichtung und Länge der Servokabel beeinflusst auch die Empfangsleistung. Besonders bei langen links und rechts in die Flächen laufenden Servokabeln können ungünstige Auswirkungen spürbar werden. Diese bewirken, daß dort, wo die Flächen hinzeigen, ein Empfangsloch entsteht (also querab vom Flugzeug). Abhilfe kann das Einfügen von Ringkernen bewirken, sie entkoppeln hochfrequent die Kabel (s. oben „Ferritkerne“) vom Empfänger, der beschriebene Effekt verschwindet.

Eine ideal Konstellation liegt dann vor, wenn z.B. der Antennendraht nach hinten in den Rumpf verläuft, und die Servokabel nur nach vorne in die Rumpfspitze (doch eher selten anzutreffen, als exemplarisches Beispiel angegeben).

#### **ANMERKUNG:**

**Die HF-Erklärungen bezüglich der Antennen und Servoleitungen sind bewußt einfach gehalten, sicherlich sind einige Aussagen nicht theoretisch exakt und vollständig wiedergegeben, außerdem bin ich kein spezialisierter HF-Techniker, man verzeihe die vielleicht nicht immer hundertprozentigen Formulierungen.**

### **4.6 Das Thema GSM-Mobiltelefone und Fernsteuerungen ....**

Ich finde es erstaunlich, wie gelassen die Hersteller, insbesondere ein ganz großer aus dem Stuttgarter Raum, mit dem Thema Mobiltelefonie umgeht.

Um die Aussagen kurz zu halten: Angeblich besteht nur „Gefahr“ bei Synthesiser-Empfängern ..... Bei Mobiltelefonen handelt es sich um Hochleistungsfunkgeräte, die überall reinstören (Fernseher, Radios, Controllerschaltungen usw.), jeder Mobiltelefon-Nutzer hat das schon bemerkt. Und gerade unsere, technisch eigentlich schon völlig überalterten Empfänger sollen dagegen resistent sein ???

Auch sollte man die „Testbedingungen“ (völlig unbekannt!) nicht außer Acht lassen. Mobiltelefone senden bei guten Netzverhältnissen nur mit einem Bruchteil ihrer maximal möglichen Sendeleistung. Dann kann es schon sein, daß dann deren Einfluß vernachlässigbar ist!

In einer großen geschlossenen Metall-Halle bei fast verschwundenem Netz haben meine Versuche massive Beeinflussungen auf den Empfang gehabt. Ein ambitionierter Schiffsmodellbauer berichtete mir sogar vom Mobiltelefon-Verbot bei eigenen Veranstaltungen, wegen zuvor reproduzierbar und massiv aufgetretener Funkstörungen! Die Schlüsse daraus kann und sollte jetzt jeder selber ziehen .....

### **4.7 !! Zu guter Letzt !! Schlußwort !!**

Der letzte Teil dieses Berichtes sollte nicht verunsichern, sondern Zusammenhänge aufzeigen, damit man sich der komplexen Zusammenhänge bei der Benutzung von Fernsteuersystemen wenigstens in Ansätzen bewußt ist. Und zum Glück trifft die reine Theorie in der Praxis auch nur selten exakt zu!

Ich würde mir zu meiner eigenen Sicherheit wünschen, alle anderen PPM-Flieger in meinem unmittelbaren Umfeld würden den Decoder auch benutzen, denn

- ? kein Modell könnte sich bei unbeabsichtigter Doppelbelegung oder versehentlichem Senderausschalten selbständig machen
- ? Modelle mit abgerissenen Antennen würden von vornherein am Start gehindert
- ? Abstürze bei defekten oder leeren Akkus blieben aus

- ? Reichweitengrenzen und Empfangslöcher werden rechtzeitig angezeigt
- ? Vollgas-In-Den-Boden-Stürzen (mit gedrosseltem Motor ist der resultierende Zerstörungsgrad durch das fehlende Motordrehmoment wesentlich geringer!!!) bei Total-Störungen gäbe es nicht mehr
- ? .... was vergessen?? Bestimmt ... !

Kommt bei uns alles pro Jahr mindestens einmal vor .... aber mancher baut sich lieber LED-Positionsblitzer oder eine Nachtflugbeleuchtung ein .....

Seit der ersten Veröffentlichung im Dezember 96´ habe ich eine Unmenge an Eindrücken, Erfahrungen und Fakten sammeln können, die hier auch wiedergegeben wurden.

Weitere Versionen dieses Berichtes aufgrund des technischen Fortschritts werde ich aus zeitlichen Gründen in Zukunft nur noch über das Internet wiedergeben.

Die vollständige und je nach Bedarf aktualisierte Dokumentation ist über das Internet unter <http://www.flugmodellbau.de/> (Rubrik-Elektronik) zu beziehen!

... möglichst wenig Holm- und Rippenbruch .....

Martin Süssenguth

Kontakt bei technischen Fragen:

Dipl.-Ing. Martin Süssenguth, Schulstraße 15, 27412 Tarmstedt,

Tel.: 0175 / 333 64 93 (D1) oder 0173 / 432 73 82 (D2, wenn D1 "nicht erreichbar")

!!! Entwurf, Entwicklung und Beschreibung, sowie alle Urheberrechte der Schaltung durch Martin Süssenguth !!!

Letzte Änderung: 13.11.2001