

# Einbau eines Spektrum-Moduls in eine Robbe/Futaba FX-18

Markus Meier / 02.03.2008

## 0. Inhaltsverzeichnis

0.	Inhaltsverzeichnis .....	1
1.	Generelles .....	2
1.1.	Copyright .....	2
1.2.	Haftung .....	2
1.3.	Ziel und Zweck .....	2
1.4.	Zu beachten.....	2
2.	Benötigtes Material .....	3
3.	Vorgehen .....	4
3.1.	Anschlüsse im Sender identifizieren .....	4
3.2.	PPM-Inverter bauen .....	4
3.3.	PPM-Inverter testen.....	7
3.4.	Spektrum-Modul aus dem Gehäuse bauen .....	8
3.5.	PPM-Inverter am Spektrum-Modul anschliessen.....	9
3.6.	Modul in die FX-18 einbauen.....	10
3.7.	Optional: Umschalter 40/35Mhz ⇔ 2.4Ghz einbauen .....	11
3.8.	Optional: Bind/Rangecheck-Kontakt einbauen .....	13
3.9.	Optional: Anzeige-LED einbauen .....	14
3.10.	Antenne einbauen.....	16
3.11.	Testen .....	17
4.	Zum Schluss .....	17

## 1. Generelles

### 1.1. Copyright

An diesem ganzen Umbau habe ich nichts an Wissen und Vorarbeiten beigetragen ausser dieser Anleitung und der Tatsache, dass ich es versucht habe. Alle notwendigen Anleitungen und Ideen sind im Internet frei verfügbar. Es gibt also auch kein Copyright, das Dokument und die von mir gemachten Fotos dürfen frei verwendet werden. Ich verwende hier auch einige Abbildungen aus diversen Foren und bemühe mich, die Quellen möglichst genau anzugeben. Ich habe vor allem im Forum [www.rclineforum.de](http://www.rclineforum.de) viel Hilfe erhalten und möchte allen für die tolle Zusammenarbeit danken. Der entsprechende Beitrag ist hier ersichtlich (<http://www.rclineforum.de/forum/thread.php?threadid=187161>).

### 1.2. Haftung

Ich rate niemandem zu diesem Umbau, der sein Spektrum-Modul und seine FX-18 noch unbedingt braucht. Der Umbau und vor allem die notwendigen Lötarbeiten können zu einem Kurzschluss und somit zum Verlust des Moduls und/oder des Senders führen. Das hier beschriebene Vorgehen hat für mich funktioniert, dies muss aber nicht bedeuten, dass dieses Vorgehen auch in anderen Fällen zum Erfolg führt. **Ich lehne jegliche Haftung für allfällige Schäden ab.**

### 1.3. Ziel und Zweck

Ich bin mit meiner Robbe/Futaba FX-18 (bis auf die gelegentlichen Störungen im 40Mhz Band) sehr zufrieden und wollte keinen neuen Sender kaufen, um von der Spektrum 2.4Ghz Technologie zu profitieren (die angebotenen Sender sind zu teuer, haben zu wenig Kanäle / zu wenig Funktionen / zu wenig Modellspeicher / etc.). Daher kam ich nach Lesen des Beitrages [www.rclineforum.de/forum/thread.php?threadid=175001](http://www.rclineforum.de/forum/thread.php?threadid=175001) auf die Idee, ein Spektrum Modul in meine Robbe/Futaba FX-18 einzubauen und so neben 40Mhz auch auf 2.4Ghz senden zu können (das Ganze geht natürlich auch mit einer 35Mhz FX-18).

### 1.4. Zu beachten

Der aufwendigste und schwierigste Teil ist (für alle Normal-Elektronik-Begabten) das Herstellen des PPM-Inverters. Daher sollte dieser Teil zuerst erfolgen (ev. sogar vor dem Kauf des Spektrum-Moduls). Beim Löten ist auf sauberes Arbeiten zu achten und ich empfehle die Verwendung von Schrumpfschlauch zur Verhinderung von Kurzschlüssen.

## 2. Benötigtes Material

- Grundlagen
  - Robbe/Futaba FX-18 (ich habe meine von [www.e-heli-shop.de](http://www.e-heli-shop.de), €99)
  - Spektrum Modul für Futaba SPMMSFUT7 oder SPMMSFUT9 (ich habe meines von [www.amainhobbies.com](http://www.amainhobbies.com), \$199, Preis erst nach Kauf ersichtlich)
  - Ein Spektrum-Empfänger zum Testen hilft auch ☺
- PPM-Inverter
  - Experimentier-Lochplatine (Conrad Nr. 527696)
  - Zener-Diode ca. 5V (Conrad Nr 180084)
  - Transistor
  - Widerstand 3.3 oder 4.7 KOhm
  - Widerstand 47 KOhm
- Bedienelemente
  - 1poliger Umschalter (Ein/Ein oder Ein/Aus/Ein) (Conrad Nr. 701220)
  - 1poliger Taster zur Bedienung des Bind/Rangecheck-Knopfes
  - Optional: Dualcolor-LED zur Anzeige des aktiven HF-Moduls und entsprechende Vorwiderstände, ev. eine LED-Halterung (Conrad Nr 180256)
- Werkzeug
  - Lötausrüstung
  - Dremel
  - Bohrmaschine
  - Rund-Feile
  - Diverses Kleinmaterial aus der Bastelkiste (Kabel, Stecker, Schrumpfschlauch)

### 3. Vorgehen

#### 3.1. Anschlüsse im Sender identifizieren

Zum Einbau des Spektrum-Moduls sind 3 Anschlüsse notwendig:

- 10V
- Erde
- PPM-Signal

Ich habe die 3 Anschlüsse auf einen Stecker zusammengeführt (z.B. 3poligen Servostecker) und so an den Inverter angeschlossen (siehe Kap. 3.2)

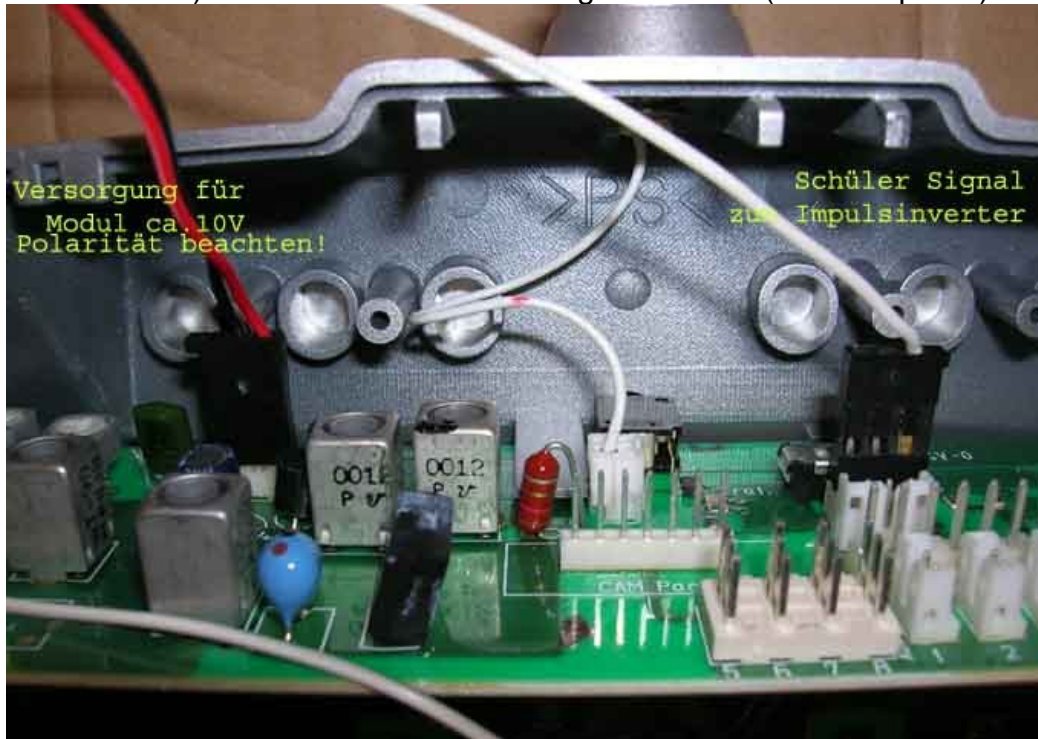


Abbildung 1: Anschlüsse für das Spektrum-Modul (Quelle: [www.rclineforum.de](http://www.rclineforum.de), User Steve)

#### 3.2. PPM-Inverter bauen

Ich habe gemäss der Anleitung auf [www.rc-network.de/magazin/artikel\\_03/art\\_03-0069/art\\_03-0069-01.html](http://www.rc-network.de/magazin/artikel_03/art_03-0069/art_03-0069-01.html) gebaut. Allerdings hat sich nach einigem Hin und Her gezeigt, dass dabei der 470 Ohm Widerstand gegen einen 3.3 KOhm oder 4.7 KOhm Widerstand ausgetauscht werden muss.

Ich habe 3 Versuche gebraucht, bis der PPM-Inverter richtig funktioniert hat.

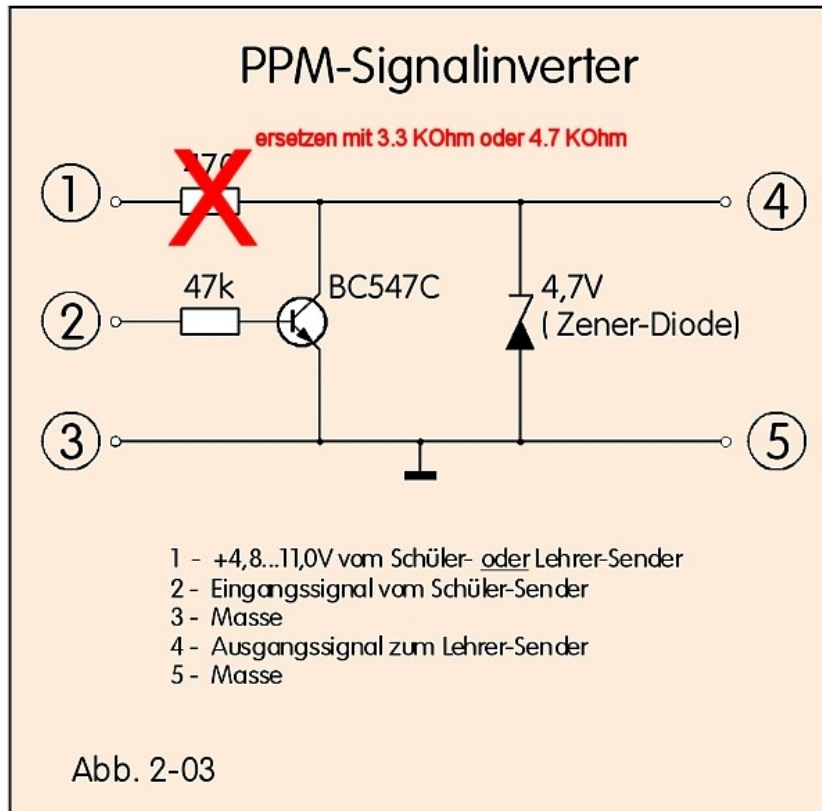


Abbildung 2: Schema PPM-Inverter (Quelle: [www.rc-network.de](http://www.rc-network.de))

Hier mein Resultat. Da ich kein Elektroniker bin, habe ich den Inverter auf einer Experimentier-Platine aufgebaut, das geht für mich am einfachsten.

Bitte beachten: Die Bilder zeigen meinen 2.Versuch des Inverters, der NICHT funktioniert hat, also bitte nach Anleitung bauen und nicht nach den Bildern!!

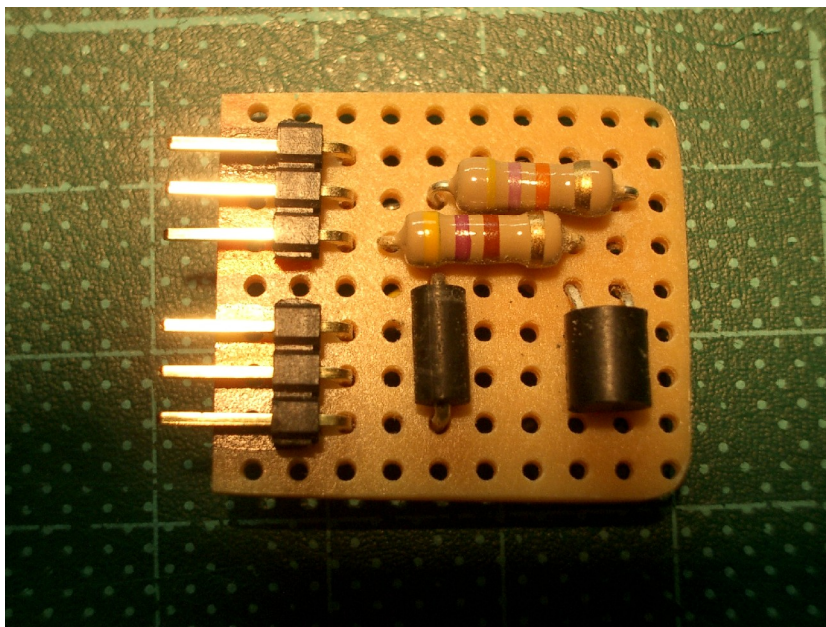
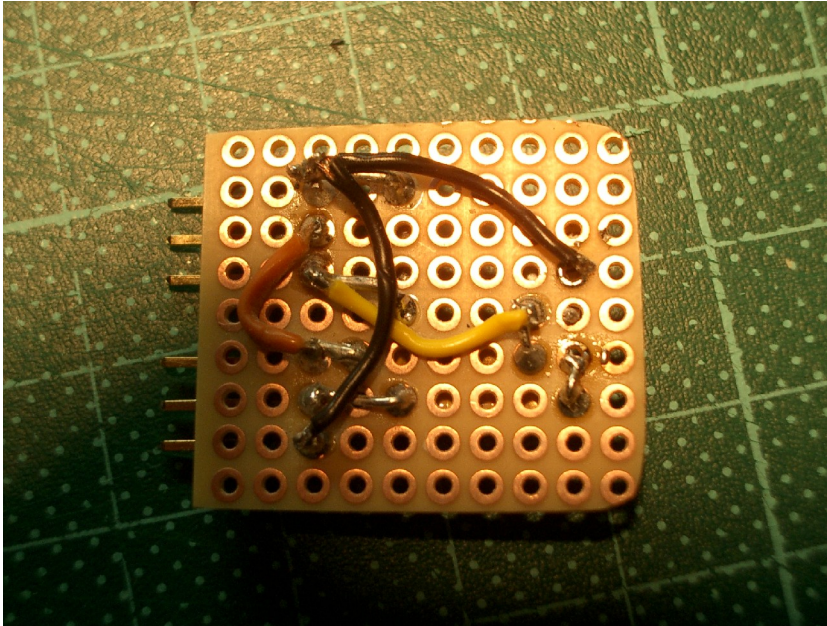


Abbildung 3: PPM-Inverter Vorderseite (noch mit 470 Ohm Widerstand)

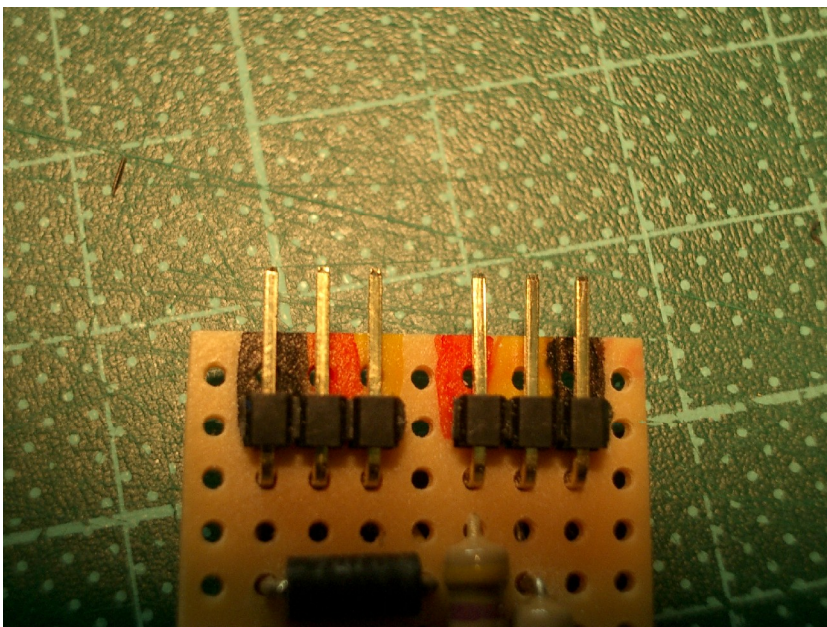
Auf der Rückseite werden die notwendigen Verbindungen hergestellt. Ich habe dies durch Umbiegen der Widerstands-Anschlüsse und mit Litze gemacht (Farbe zeigt Funktion (schwarz=Erde, rot=10V, gelb=PPM-Signal)).





**Abbildung 4: PPM-Inverter Rückseite**

Ich habe am Inverter 2 Anschlüsse mit je 3 Pins angebracht. Einmal den Eingang vom Sender mit 10V, Erde, PPM-Signal und einmal Ausgang zum Spektrum-Modul mit 10V, Erde und dem invertierten PPM-Signal. So kann ich den Inverter wenn nötig aus dem Sender bauen und habe nicht alles mit fest installierten Kabel verhängt (reine Geschmackssache, hat keinen Einfluss auf die Funktion). Die 10V und Erde sind direkt vom Eingang zum Ausgang durchgeschaltet.



**Abbildung 5: PPM-Inverter Anschlüsse (links zum Modul, rechts vom Sender)**

Zum Schluss wird der PPM-Inverter noch mit Schrumpfschlauch behandelt, um Kurzschlüsse im Sender zu verhindern.

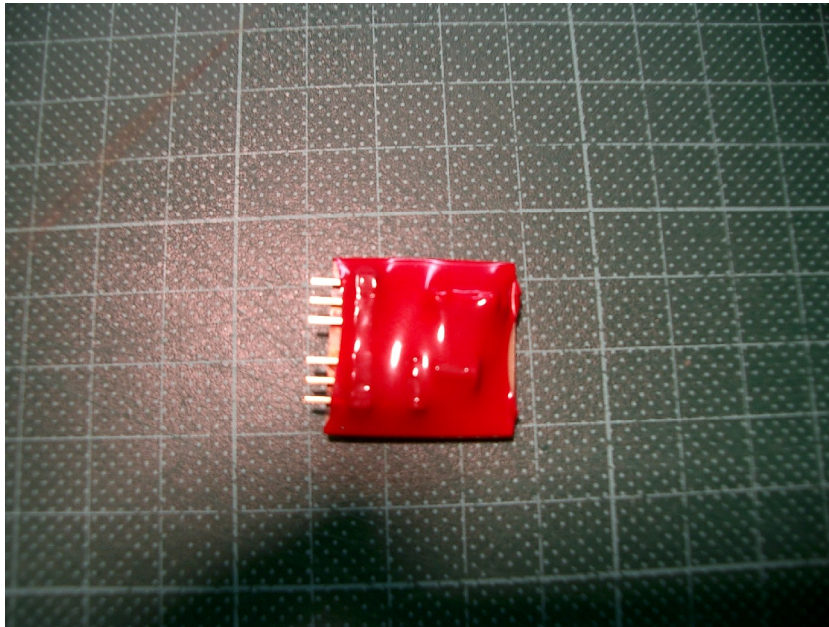


Abbildung 6: PPM-Inverter mit Schrumpfschlauch

### 3.3. PPM-Inverter testen

Den PPM-Inverter kann man auf 2 verschiedene Arten testen:

- Direkt ans Modul und an den Sender hängen
- An den Sender hängen und mit einem Oszilloskop das gelieferte Signal überprüfen.

Wer kein Oszilloskop besitzt (wer hat schon so was zuhause) kann auch ein Windows-Oszilloskop über die Soundkarte verwenden (z.B. Zelscope, Soundcard Scope ).

Bei der Verwendung von PC-Oszilloskopen kann es sein, dass das Signal nicht genau auf der Nulllinie liegt. Das liegt an der PC-Karte und den störanfälligen Kabeln. Es reicht, wenn man sieht, dass aus einem negativen ein positives Signal geworden ist.

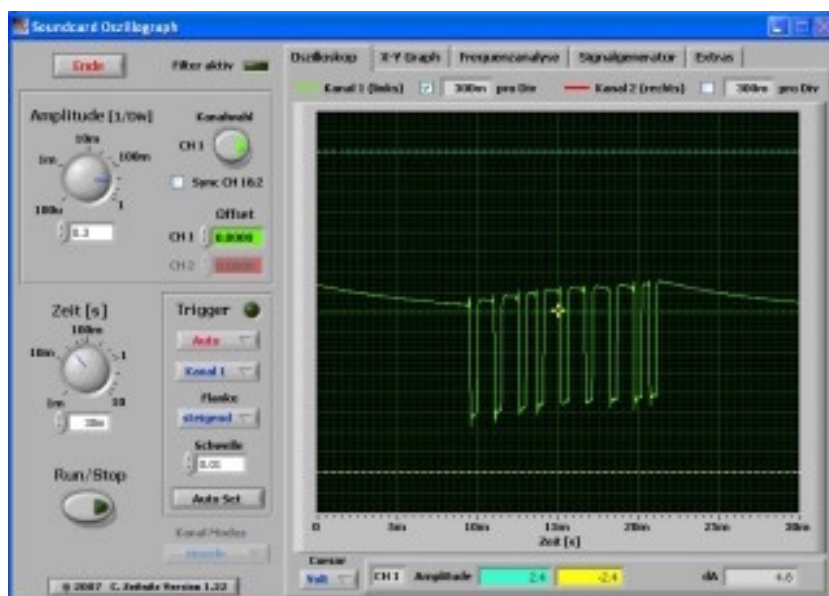
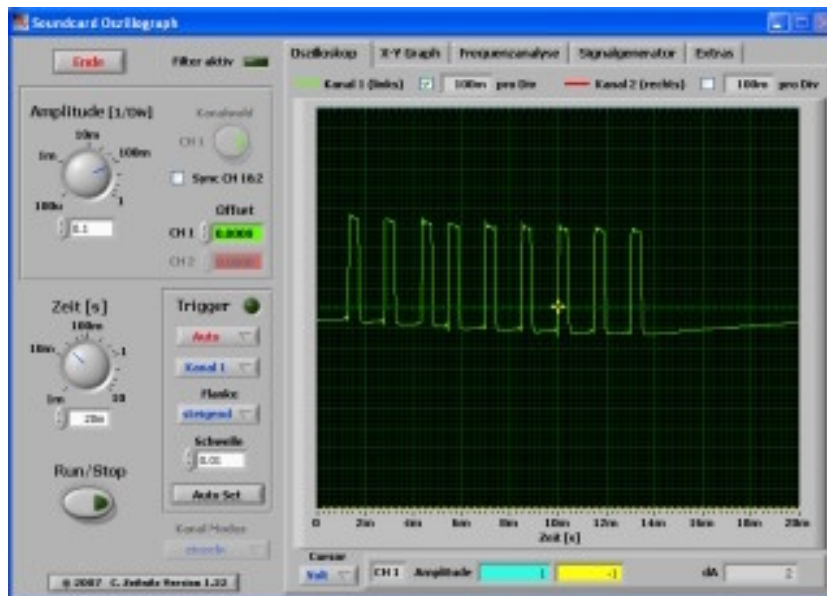


Abbildung 7: „negatives“ PPM-Signal vor der Invertierung (PC-Oszilloskop)





**Abbildung 8: „positives“ PPM-Signal nach der Invertierung (PC-Oszilloskop)**

### 3.4. Spektrum-Modul aus dem Gehäuse bauen

Einfach:

- Modul aufschrauben (in jeder Ecke eine (Imbus-)Schraube)
- Antennenstecker aus dem Gehäuse schrauben
- Modul mit Pinzette o.ä. aus dem Modul ziehen
- Fertig

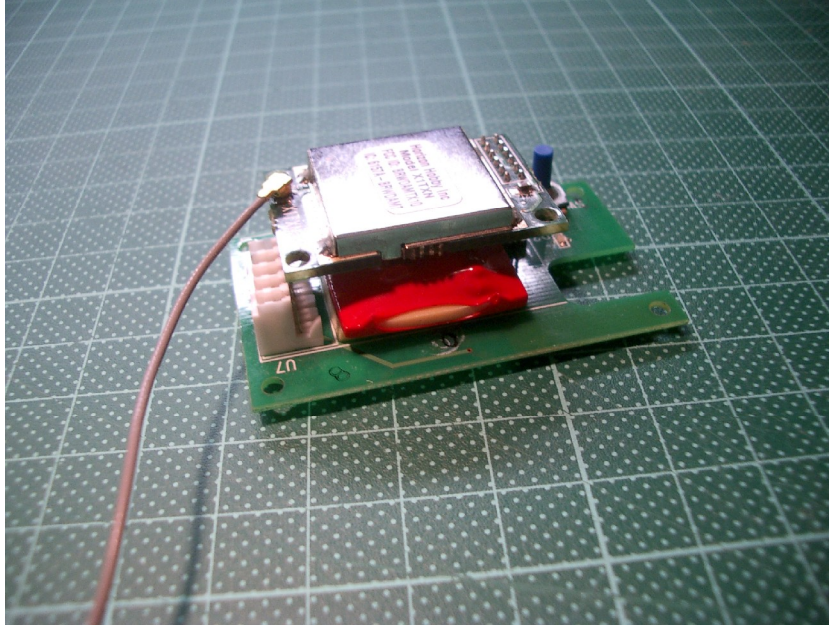


### Abbildung 9: Spektrum-Modul zerlegt



### 3.5. PPM-Inverter am Spektrum-Modul anschliessen

Der PPM-Inverter findet seinen Platz zwischen der Hauptplatine und dem HF-Teil des Spektrum-Moduls. Ich habe ihn mit doppelseitigem Klettband befestigt.

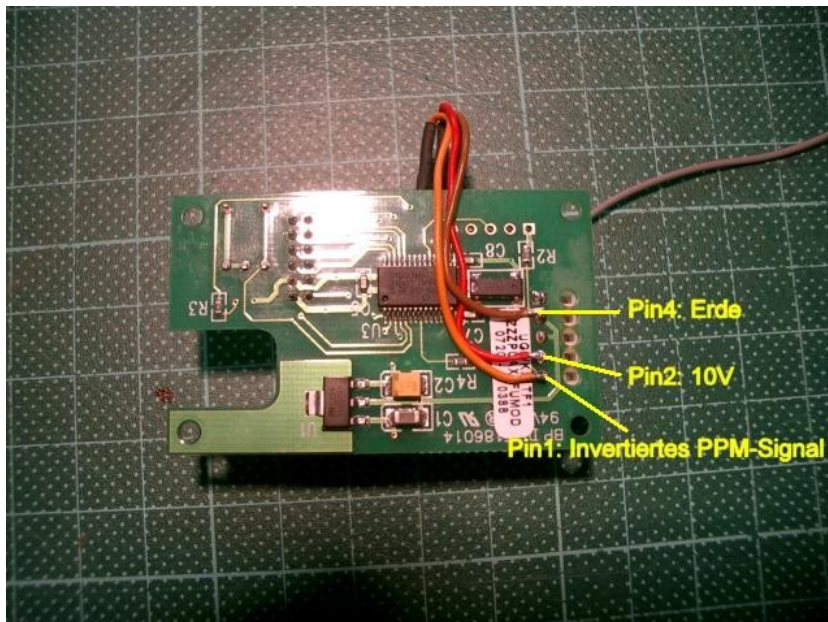


**Abbildung 10: PPM-Inverter im Spektrum-Modul**

Es müssen nun 3 Kabel an der Anschlussleiste (weisses Teil links) des Spektrum-Modul angelötet werden (10V, Erde, invertiertes PPM-Signal)

Die Anschlüsse sind (Nummerierung siehe Abbildung 11):

- Pin1: Invertiertes PPM-Signal
- Pin2: 10V
- Pin4: Erde



**Abbildung 11: Anschlüsse PPM-Inverter am Spektrum-Modul**

### 3.6. Modul in die FX-18 einbauen

Ich habe zuerst die Lösung hier ins Auge gefasst. Diese hat den Vorteil, dass das Antennenkabel genug lang für eine saubere Antenneninstallation ist.

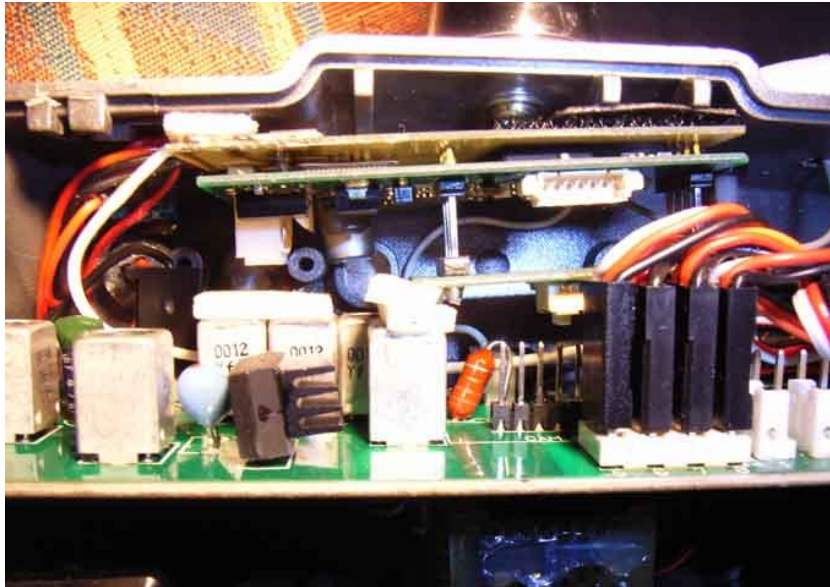
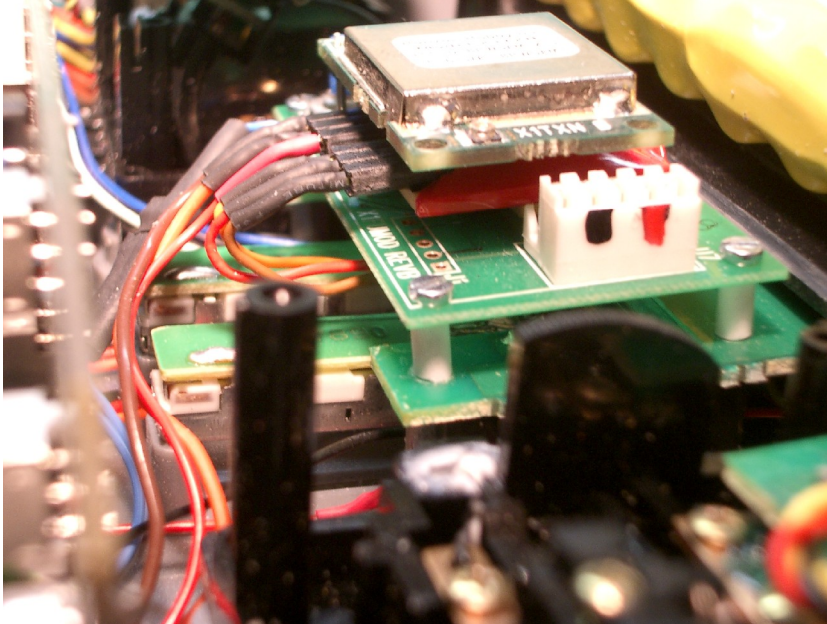


Abbildung 12: möglicher Modul-Einbau (Quelle: [www.rclineforum](http://www.rclineforum), User Steve)

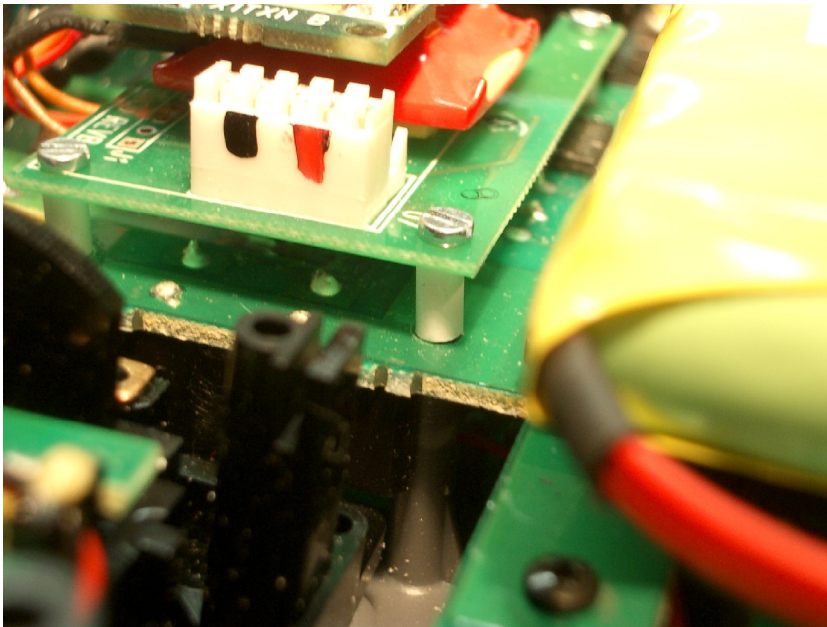
Ich habe mich dann aber für einen anderen Einbauplatz entschieden, weil ich per Zufall gesehen habe, dass das Spektrum-Modul mit seinen 4 Befestigungslöchern exakt dorthin passt (ohne notwendige Anpassungen des Moduls). Es ist dies die Platine zwischen den zwei Steuerknüppeln. Die 4 Befestigungsschrauben haben exakt dieselben Abstände wie die Löcher des Spektrum-Moduls. Mit längeren (M2-) Schrauben und Abstandhaltern kann das Spektrum-Modul sehr einfach und sauber eingebaut werden.

**VORSICHT:** Bei dieser Einbauart ist das Antennen-Kabel des Moduls zu kurz und kann nur auf der Rückseite des Senders herausgeführt werden. Da ich vorhabe, eine Ersatzantenne zu einem LP5DSM-Sender (2.4Ghz Spektrum-Sender, der zum Blade CX2-Heli verkauft wird). Ist das aber für mich nicht wichtig.





**Abbildung 13: Eingebautes Spektrum-Modul**



**Abbildung 14: Details Abstandhalter**

### 3.7. Optional: Umschalter 40/35Mhz $\leftrightarrow$ 2.4Ghz einbauen

Ich habe mich für einen einpoligen Umschalter (Ein/Aus/Ein) entschieden, weil ich so für den Betrieb des Senders am PC-Simulator beide HF-Module ausschalten kann, d.h. es wird nichts gesendet und ich brauche keine Antennen am Sender.

Nun muss ein günstiger Platz für den Einbau gesucht werden. Ich habe den Schalter in der rechten Schalterbank eingebaut. Mit einem 6mm-Bohrer (oder entsprechend dem Durchmesser des vorhandenen Schalters) wird ein Loch in die Abdeckung gebohrt. Wenn man keinen (viel zu teuren) Robbe-Schalter kauft, muss man ev. innen im Sender noch etwas Material entfernen (Dremel), damit der Schalter passt.



**VORSICHT:** Eine Betätigung dieses Schalters während des Fluges hat fatale Folgen (Absturz), da der Sender aufhört, mit dem richtigen HF-Modul zu senden. Also den Einbau-Platz entsprechend wählen!!



Abbildung 15: Einbau Bedienelemente

Dieser Schalter macht nichts anderes, als entweder das eingebaute 40/35Mhz HF-Modul oder das Spektrum-Modul mit Strom zu versorgen und so umzuschalten.

Dazu muss die Stromversorgung leicht geändert werden. Die Zuleitung zum eingebauten HF-Modul wird gekappt, verlängert und auf den mittleren Anschluss des Umschalters gelegt, von hier geht ein Kabel von einem Kontakt zum Anschluss des eingebauten HF-Moduls (der andere Teil der gekappten Leitung) und ein Kabel vom dritten Anschluss zum PPM-Inverter/Spektrum-Modul. Die Zahlen „1“ und „2“ in den Abbildungen zeigen, welcher Teil der gekappten Leitung wo am Umschalter angeschlossen werden.

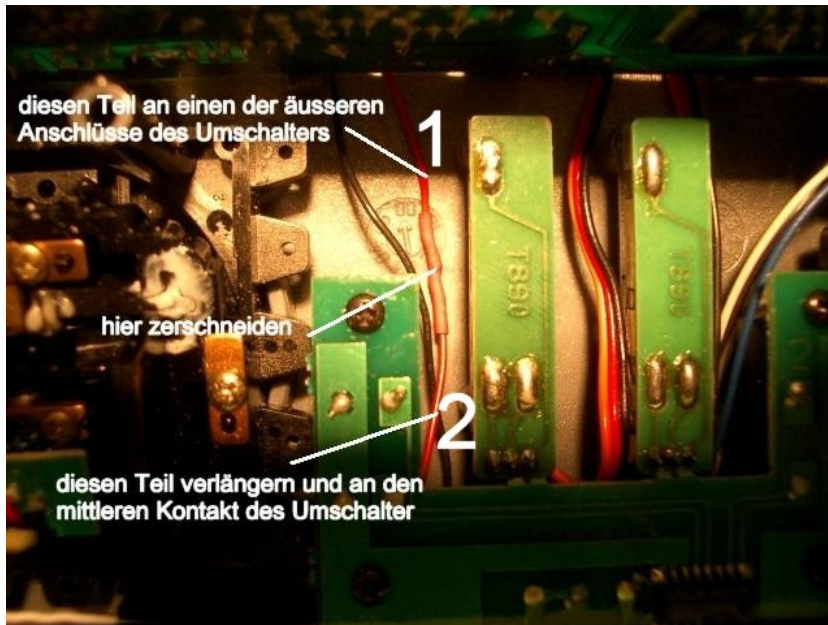


Abbildung 16: Anpassung Stromversorgung für Umschalter

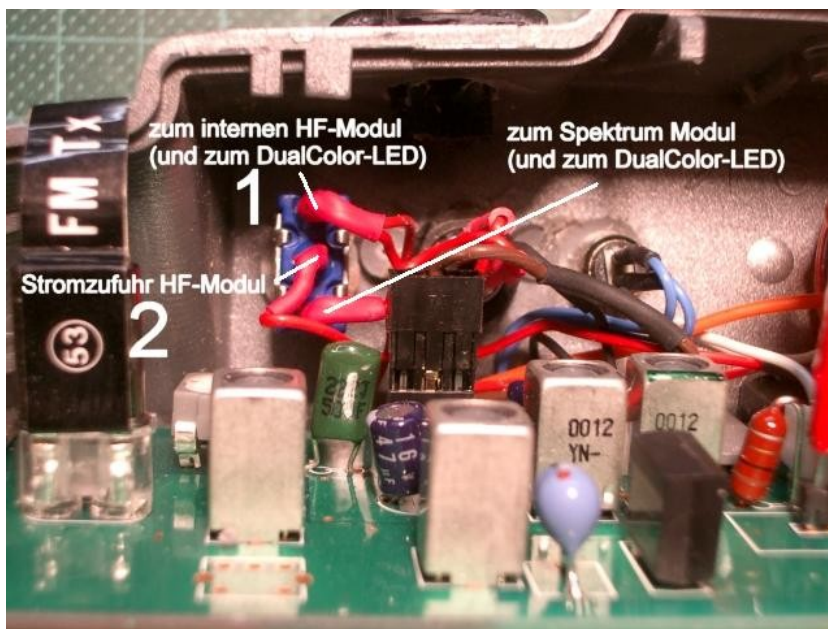


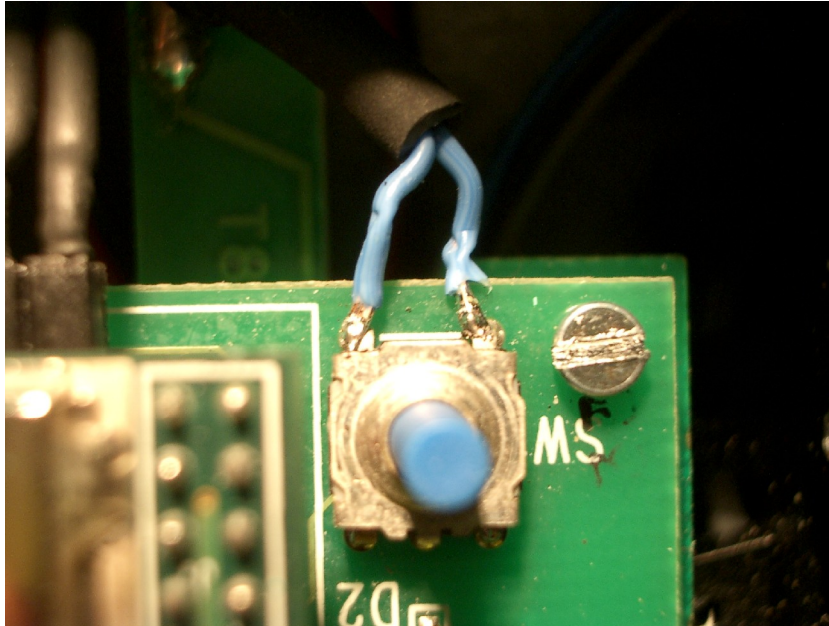
Abbildung 17: Belegung Umschalter

Nach dem Einbau des Umschalters sollte die korrekte Funktionsweise geprüft werden. Je einen 40/35Mhz-Empfänger und einen Spektrum-Empfänger mit einem Servo und einer Stromquelle ausrüsten und testen, ob der Empfang mit der Position des Umschalters übereinstimmt.

### 3.8. Optional: Bind/Rangecheck-Kontakt einbauen

Damit ich zum Verbinden eines neuen Empfängers (Bind) und zum Prüfen der Reichweite (Rangecheck) nicht jedes Mal meinen Sender öffnen muss, habe ich mir einen externen Bind/Rangecheck-Kontakt eingebaut.

Meine Einbau-Variante: siehe Abbildung 15. Der Kontakt muss mit dem Kontakt auf dem Spektrum-Modul verbunden werden (Polung egal).



**Abbildung 18: Anschluss externer Bind/Rangecheck-Knopf**

### 3.9. Optional: Anzeige-LED einbauen

Damit ich einfacher sehe, welches HF-Modul gerade aktiv ist (nicht nur an der Position des Umschalters), habe ich mir eine DualColor-LED eingebaut. Dies ist eine LED mit 3 Anschlüssen: Erde, Stromzufuhr Farbe1, Stromzufuhr Farbe2.

Erde nehme ich von da, wo ich auch Erde für das Spektrum-Modul hernehme (siehe Abbildung 1). Stromzufuhr für die 2 Farben nehme ich vom Umschalter, der ja 10V weitergibt.

Ich brauche für jede Farbe noch einen Vorwiderstand (Grösse ausrechnen mit einem Widerstands-Rechner, z.B. [www.led-store.ch/vorwiderstand-rechner.php](http://www.led-store.ch/vorwiderstand-rechner.php)). Dabei ist die Betriebsspannung 10V, die anderen 2 Werte hängen von der LED ab.

Ich habe die LED gleich neben dem Umschalter eingebaut (siehe Abbildung 15).

Die Funktion:

- Bei „2.4Ghz“ leuchtet die LED rot
- Bei „kein HF“ leuchtet die LED nicht
- Bei „40Mhz“ leuchtet die LED grün

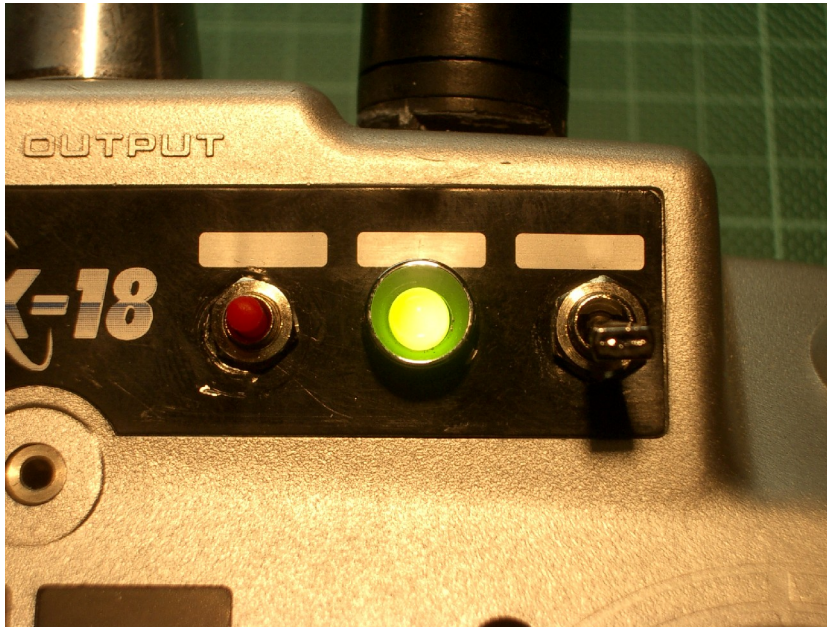




Abbildung 19: Status-LED „2.4Ghz“



Abbildung 20: Status-LED "kein HF"



**Abbildung 21: Status-LED "40Mhz"**

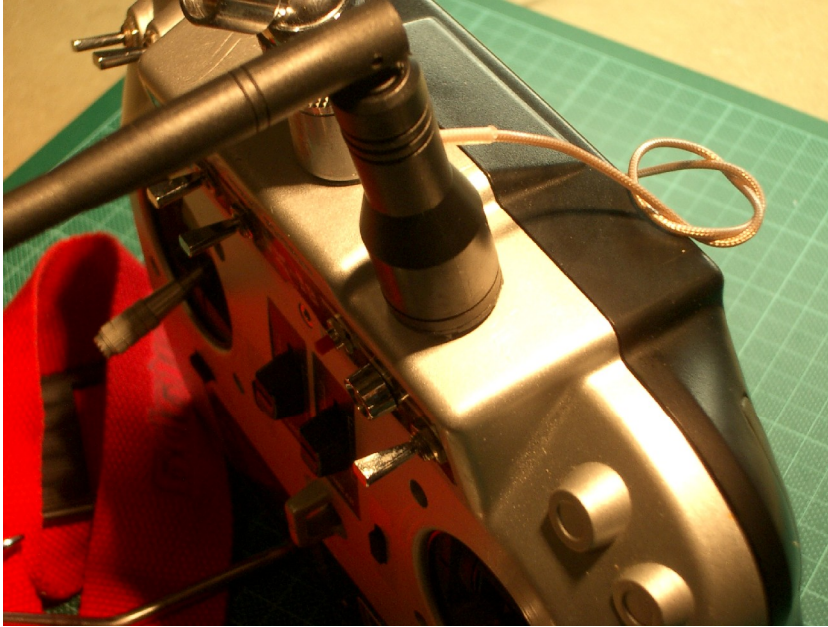
### 3.10. Antenne einbauen

Ich habe eigentlich vor, eine Ersatzantenne zu einem LP5DSm-Sender einzubauen. Bei dieser Antenne ist das Kabel im inneren der Antenne geführt und genügend lang, um das Spektrum-Modul zu erreichen.

Die Antenne werde ich in einem zu bohrenden Loch oben neben der 40Mhz-Antenne befestigen. Leider ist mir das Kabel der Antenne gebrochen, so musste ich die Original-Antenne des Moduls verwenden. Da das interne Kabel vom Modul zur Antenne sehr kurz ist, musste ich es im Rückteil des Senders nach aussen führen und die Antenne mit dem externen Kabel verbinden. Ich habe den obersten Teil des mitgelieferten Futaba-Antennen-Adapters abgesägt und mit Sekundenkleber in die Öffnung (10mm Loch) eingeklebt.

Funktioniert, sieht nur nicht so toll aus. Ich werde die Antenne ersetzen, sobald die richtige Antenne geliefert wird (Einbau-Öffnung ist dieselbe).





**Abbildung 22: Einbau 2.4Ghz-Antenne**



**Abbildung 23: Antennen-Anschluss**

### 3.11. Testen

Nun ist alles fertig und es geht ans Testen. Am besten nicht mit dem \$1000 4m Segler, sondern mit einem \$30 EPP-Parkflieger.

Ich empfehle, sowohl 40Mhz als auch 2.4Ghz intensiv zu testen, bevor man zum täglichen Flugbetrieb übergeht.

## 4. Zum Schluss

Ich wünsche allen, die diesem Umbau versuchen wollen, viel Spass.