

Umbau JR-40MHz-Modul *für den Betrieb in modernen Sendern*

Wilhelm Meier

Version 0.3, 06.08.2020: HW_1.0

Inhalt

1. Vorwort	1
1.1. Lizenz	1
1.2. Zweck	1
2. Ein Wort der Vorsicht	2
3. Warum der Umbau?	3
3.1. Motivation	3
3.2. Ergebnis	3
4. Der Umbau im Detail	9
4.1. Ausgangsmaterial	9
4.2. Schnittstelle zum Sender	10
4.3. Änderungen	13
4.4. Neues Gehäuse	18
4.5. Antenne	21
4.6. Erste Inbetriebnahme	23
5. Ausblick	23
6. Material	24
6.1. Lötkolben	24
6.2. Spannungsregler	24
7. Kontakt	27

1. Vorwort

1.1. Lizenz

Dieses Dokument wird unter der folgenden *Lizenz* veröffentlicht:



Lizenz

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> oder wenden Sie sich brieflich an Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA.

1.2. Zweck

Dieses Dokument beschreibt den *Umbau* eines **Graupner/JR 40MHz**- Sendemoduls zum Gebrauch in modernen Sende-Anlagen wie etwa einer **FrSky-X9D**, einer **Jumper T12** oder einer **RadioMaster TX16s**.

2. Ein Wort der Vorsicht

Es ist *verlockend*, das alte **Graupner/JR 40MHz**-Sendemodul in eine moderne Anlage des Typs etwa **Jumper T12** oder **T16** oder **RadioMaster TX16s** einzustecken. Denn *mechanisch* passt das alte Modul in den Modulschacht der modernen Anlage hinein. Dies ist nicht ganz unbeabsichtigt, hat sich doch das *Modulgehäuse* bzw. der *Modulschacht* als *de-facto*-Standard bei vielen Sende-Anlagen etabliert.

*Der Modul-Schacht und das Modul-Gehäuse stellen **keinen Standard** dar.*

Der **Graupner/JR**-Modul-Schacht ist ein *mechanischer* Quasi-Standard: viele Sendeanlagen haben solche Schächte auf der Rückseite, um dort weitere HF-Sendemodule einzustecken. Selbst der 5-polige Stecker auf der Rückseite des Moduls passt mechanisch. Allerdings bezieht sich dieser Quasi-Standard **nicht** auf die Belegung der Steckkontakte *in dem 5-poligen Stecker*.

In der *alten* Welt der 40MHz/35MHz-Anlagen hat sich eine bestimmte Belegung verbreitet, die aber *nicht* der Belegung bei den 2,4-GHz-Modulen entspricht. Die Belegungen sind nicht miteinander kompatibel!

Durch diese elektrisch unterschiedliche Belegung der Steckkontakte ist ein **Betrieb ohne Umbau nicht möglich**.



Wird ein moderner Sender mit einem eingesteckten alten, nicht umgebauten **Graupner/JR 40MHz** Sendemodul *eingeschaltet*, so kann der *Sender* dabei schaden nehmen!



Abbildung 1. Verschiedene Versionen des **Graupner/JR 40MHz-Moduls**

Man sollte also dieser Versuchung widerstehen. Es geht *nicht ohne* den Umbau.

Der Umbau ansich ist aber einfach und mit wenig Kosten verbunden. Jeder, der einigermaßen mit einem Lötkolben umgehen kann, sollte diesen Umbau in Eigenregie durchführen können.



Abbildung 2. Die mechanischen Ausmaße lassen ein Einsticken in eine moderne Anlage (hier: Jumper T12) zu. Aber: **Vorsicht** (s.a. Text).

3. Warum der Umbau?

3.1. Motivation

Die 40MHz-Sendetechnik ist heute eigentlich als veraltet zu bezeichnen. So erwartet man doch heutzutage einen störungsfreien Betrieb, ein Betrieb ohne lästige Kanalabsprache mit anderen RC-Modellbauern in der unmittelbaren Umgebung und einige Sicherheits- und Komfortmerkmale wie etwa Telemetrie. All dies ist ja bekanntermaßen mit der 27MHz, 35MHz oder 40MHz-Technik üblicherweise nicht möglich.

Bei den modernen 2,4GHz-Anlagen hat man alle die o.g. Merkmale (und noch viel mehr).

Trotzdem gibt es mindestens eine Sparte des RC-Modellbaus, die auf die 40MHz angewiesen ist. Und das sind die Modell-U-Boot Erbauer und Kapitäne.

Je höher die Sendefrequenz, desto schlechte durchdringen die elektromagnetischen Welle das Wasser. Bei 2,4GHz ist die Durchdringung fast null, bei 40MHz immerhin noch so weit, dass man damit ein Modell-U-Boot steuern kann. Natürlich wären noch niedrigere Sendefrequenzen etwa im Langwellen- oder Mittelwellenbereich noch besser geeignet. Jedoch hat der Gesetzgeber hier keine Frequenzen zum Steuern von RC-Modellen freigegeben. Zusätzlich zu den dann auftauchenden anderen technischen Problemen hat sich das Thema damit erübriggt.

3.2. Ergebnis

Was erreicht man nun durch den *Umbau* eines solchen Sendemoduls und den damit möglichen *Betrieb* in einer modernen Anlage?

Natürlich bleiben die o.g. Nachteile erhalten, und die Möglichkeit RC-U-Boote kommt als Vorteil hinzu. Weitere Aspekte sind:

Vorteile

- Ein Sender für alle Modelle.
- Ein Sender kann mit zwei HF-Modulen ausgerüstet werden: einmal 2,4GHz und einmal das umgebaute 40MHz-Modul.
- Die wesentlich bessere Programmierbarkeit moderner Sender kann auf den 40MHz-Bereich angewendet werden.
- Evtl. mittlerweile schlechter Service für alte Sender.

Nachteile:

- Die Übertragung bleibt analog und damit störanfällig.
- Nach wie vor besteht die Notwendigkeit der Kanalabsprache unter den Modellbauern.
- Die lange unhandliche Antenne bleibt.

Die folgenden Bilder zeigen, wie ein solches umgebautes Modul in einen modernen Sender eingesteckt werden kann.



Abbildung 3. Ein moderner Sender (RadioMaster TX16s) mit dem umgebauten 40MHz-JR-Modul (Ansicht: von unten)



Abbildung 4. Ein moderner Sender ([RadioMaster TX16s](#)) mit dem umgebauten 40MHz-JR-Modul /Ansicht: von oben)



Abbildung 5. Ein immer noch problemlos lieferbarer 40MHz-Scan Empfänger



Abbildung 6. Ein anderer moderner Sender ([Jumper T12](#)) mit dem umgebauten 40MHz-JR-Modul (Ansicht: von oben)



Abbildung 7. Ein anderer moderner Sender (Jumper T12) mit dem umgebauten 40MHz-JR-Modul (Ansicht: von unten)

4. Der Umbau im Detail

Im folgenden wird der Umbau schrittweise beschrieben.

4.1. Ausgangsmaterial

Leider sind über die Jahre verschiedene Versionen des **Graupner/JR 40MHz**-Moduls unter *derselben* Bestellnummer erschienen. Die folgenden Bilder zeigen die *Innenansicht* nach dem Abschrauben des Moduldeckels von einigen, dem Autor bekannten Varianten.



Man beachte jeweils die Leiterbahnen, die von den Anschlüssen der 5-poligen Buchsenleiste am *oberen, rechten* Bildrand abgehen.



Abbildung 8. Version A des **40MHz**-Sendemoduls



Abbildung 9. Version B des **40MHz**-Sendemoduls



Abbildung 10. Version C des 40MHz-Sendemoduls



Entscheidend bei den unterschiedlichen Versionen A, B und C ist lediglich die Belegung der Steckkontakte der 5-poligen Buchsenleiste. Diese ist immer gleich und daher leicht zu identifizieren.

4.2. Schnittstelle zum Sender

Ein moderner Sender liefert die folgenden Signale an den *herausschauenden* langen Pins des Modulschachtes:

1. Ausgang: **PPM**-Signal: das zusammengesetzte, analoge Signal mit den Servo-Informationen (8 Kanäle).
2. Eingang: sog. *heartbeat* (je nach Sender und ausgewählter Funktion im Sender kann sich die Bedeutung unterscheiden)
3. Ausgang: Batteriespannung (nach dem Ein-Aus-Schalter), ungeregelt
4. Ausgang: Masse
5. Eingang: Telemetriedaten

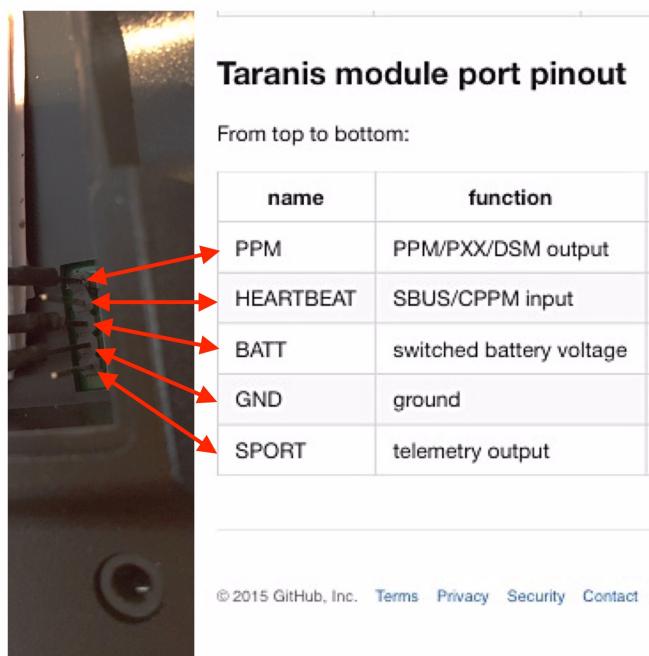


Abbildung 11. Die Pin-Belegung im Modulschacht einer modernen Sendeanlage

Das alte **Graupner/JR 40MHz**-Modul erwartet an seiner Buchsenleiste die folgenden Signale:

1. Eingang: **PPM**-Signal
2. Eingang: **6V** geregelte Versorgungsspannung für den Quarzoszillator
3. Eingang: Versorgungsspannung im Bereich **7,2V - 12V** für die HF-Endstufe
4. Eingang: Masse
5. Ausgang: Antennensignal



Abbildung 12. Die Belegung für die Buchsenleiste des Graupner/JR 40MHz Sendemoduls in einem alten Sender

Beim Vergleich der Pin-Belegung von Stecker und Buchse fällt auf, dass

1. Pin2 : **heartbeat** **versus** **6V**-Versorgungsspannung
2. Pin5 : Eingang Telemetriedaten **versus** Antennensignal

offensichtlich *nicht zusammenpassen*.

Daraus lassen sich die folgenden *Maßnahmen* ableiten:

- Es muss eine geregelte **6V**-Versorgungsspannung generiert werden, und
- Das Antennensignal darf nicht an den Telemetriedaten-Eingang gelangen, sondern muss anderweitig zur Stabantenne gelangen.

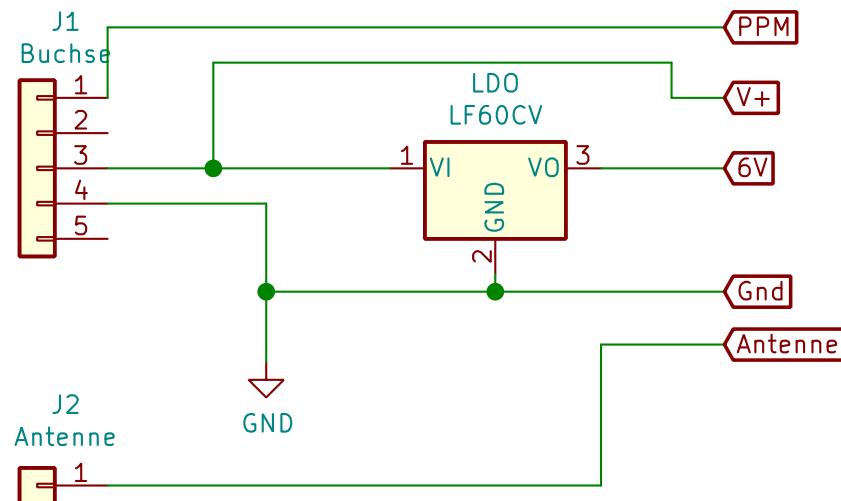


Abbildung 13. Schaltplan des Umbaus: nach dem Umbau sind Pin2 und Pin5 der Buchsenleiste **nicht** mehr mit dem Modul verbunden

4.3. Änderungen

Zunächst wird die Platine aus dem Gehäuse entnommen:



Abbildung 14. Die Gesamtansicht der Oberseite der Platine des alten HF-Moduls

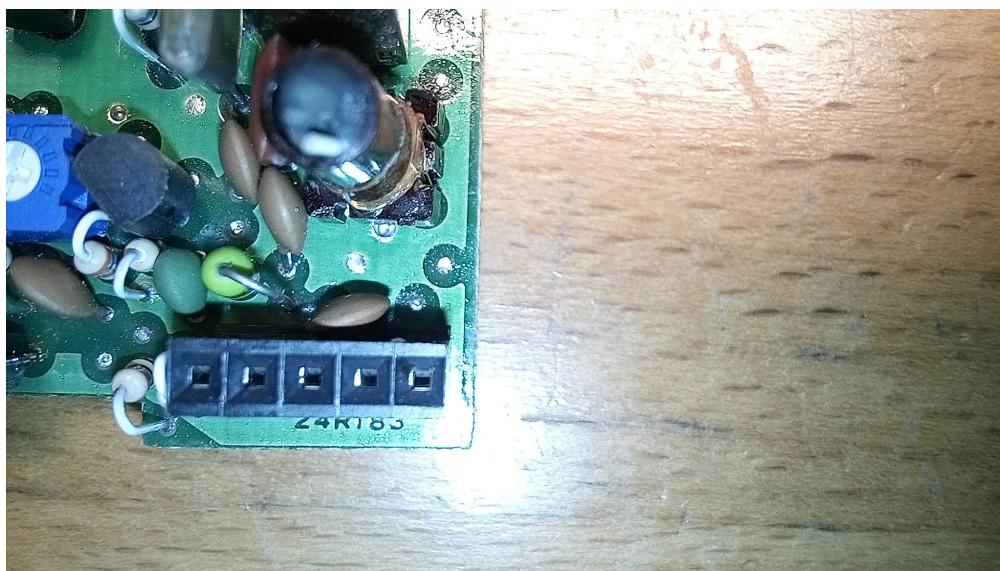


Abbildung 15. Detailansicht des Bereiches der Buchsenleiste von oben (Pin1: ganz links, Pin5: ganz rechts)

Von der Unterseite sieht die Platine dann so aus:

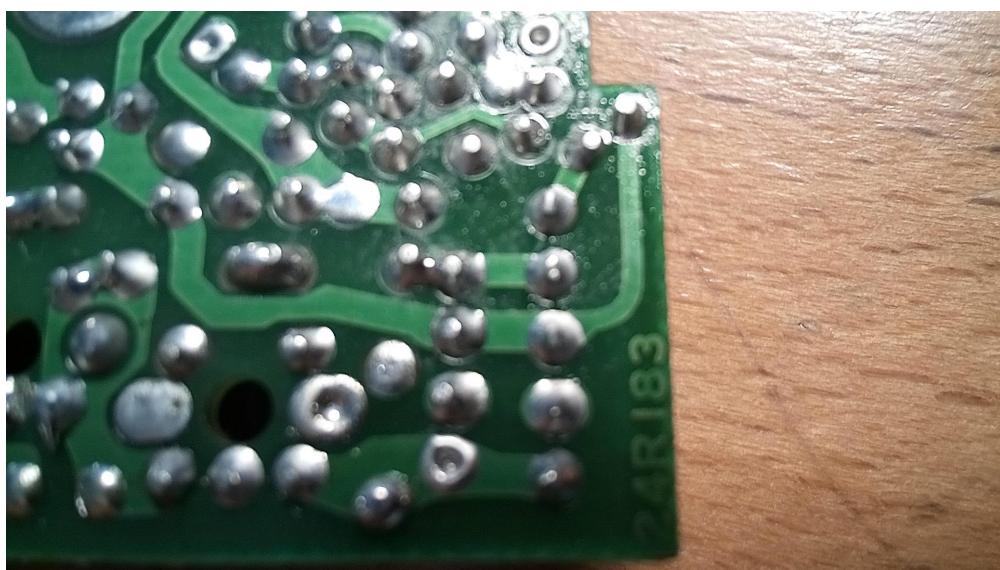


Abbildung 16. Detailansicht des Bereiches der Buchsenleiste von unten (Pin1: ganz oben/rechts, Pin5: ganz unten/rechts)

Wie oben schon dargestellt, müssen die Verbindungen **Pin2 Sender <→ Pin2 Modul** und **Pin5 Sender <→ Pin5 Modul** zunächst unterbrochen werden und anschließend neu verdrahtet werden.

Zunächst erfolgt das Unterbrechen der Leiterbahnen. Dies kann am besten mit einem scharfen Cutter-Messer geschehen. Stellen Sie sicher, dass die Verbindungen auch tatsächlich unterbrochen wurden, indem beispielsweise mit einem *Ohm-Meter* bzw. einem *Multi-Meter* oder *Durchgangsprüfer* nachgemessen wird.

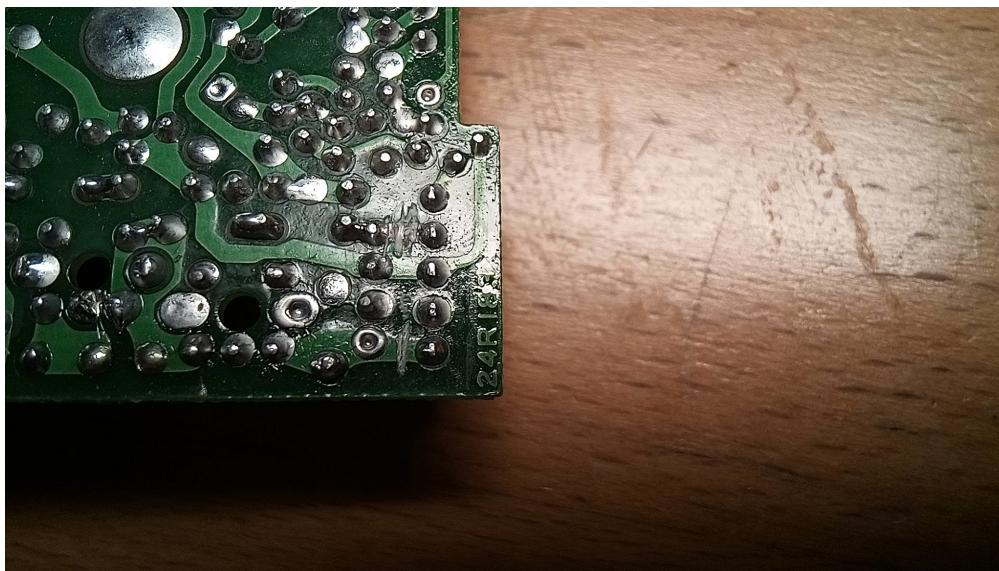


Abbildung 17. Detailansicht: durchtrennte Leiterbahnen von Pin2 und an Pin5

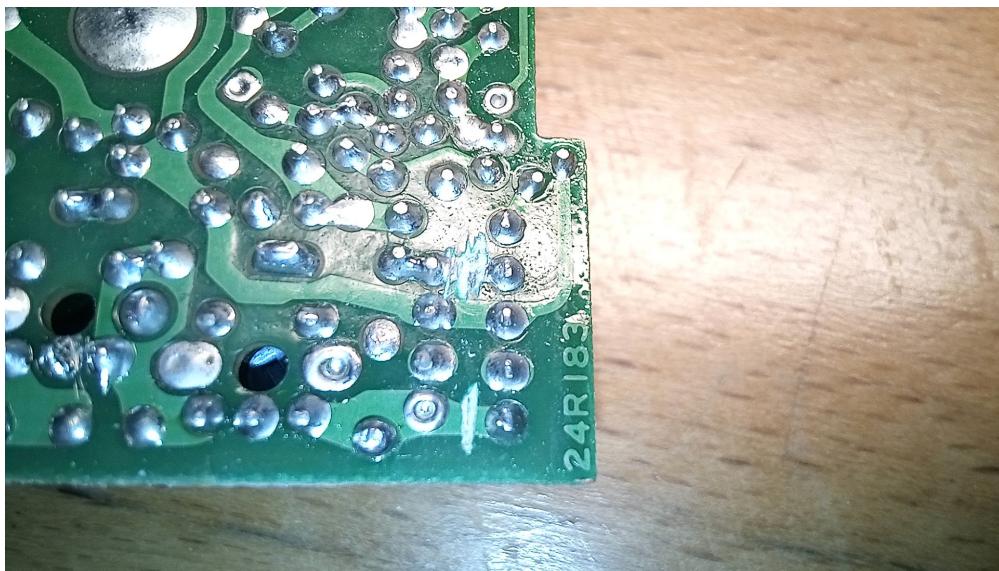


Abbildung 18. Weitere Detailansicht: durchtrennte Leiterbahnen von Pin2 und an Pin5

Im nächsten Schritt wird dann der notwendige *Spannungsregler* zur Erzeugung der geregelten **6V**-Versorgungsspannung eingebaut. Dieser wird derart eingebaut, dass er aus der *ungeregelten* Batteriespannung die geregelten **6V** erzeugt.

Im Grunde reicht hier ein ganz einfacher, integrierter Spannungsregler. Die bekannteste Spannungsregler-Familie dürften die der sog. **78xx**-Serie sein. So gibt es den **7805** für **5V**-Ausgangsspannung und den **7806** für **6V**-Ausgangsspannung. Allerdings haben diese Regler einen Nachteil: sie benötigen zwischen Eingang und Ausgang eine *Spannungsdifferenz* von ca. **2V**. Bedenkt man, dass bei einer modernen Sende-Anlage, die etwa mit zwei **LiIon**-Akkus betrieben wird, die Nominalspannung bei **7,4V** liegt, und dass diese durchaus auf **6,4V** absinken darf, so erkennt man, dass man dann einen Spannungsregler des Typs **7805** außerhalb seines Regelbereiches betreibt.

Daher brauchen wir einen Spannungsregler, dessen notwendiger *Längsspannungsabfall* kleiner als ca. **1V** ist. Spannungsregler mit einem kleinen Längsspannungsabfall bezeichnet man als *low-drop-out*-Regler, oder kurz als Akronym: **LDO**. Nun ist **6V** eher eine *ungewöhnliche* Spannung, und deswegen ist die Auswahl von LDOs übersichtlich. Ein Beispiel ist der **LF60CV** (s.a. [Spannungsregler](#)).

Der **6V low-dropout Spannungsregler LF60CV** gibt einen Überblick über die Daten. Und in [Die Pin-](#)

[Belegung der Spannungsreglers](#) sehen wir die Pin-Belegung dieses Typs.

Zunächst wird eine Stelle gesucht, an der man an der Oberseite der Platine die ungeregelte Versorgungsspannung abgreifen kann. Dazu verfolgt man einfach auf der Unterseite der Platine den Lauf der Leiterbahn ausgehend von diesem Pin3 der Buchsenleiste.

Dies ist bei der dokumentierten Variante an einem Anschluß eines Widerstandes leicht möglich:

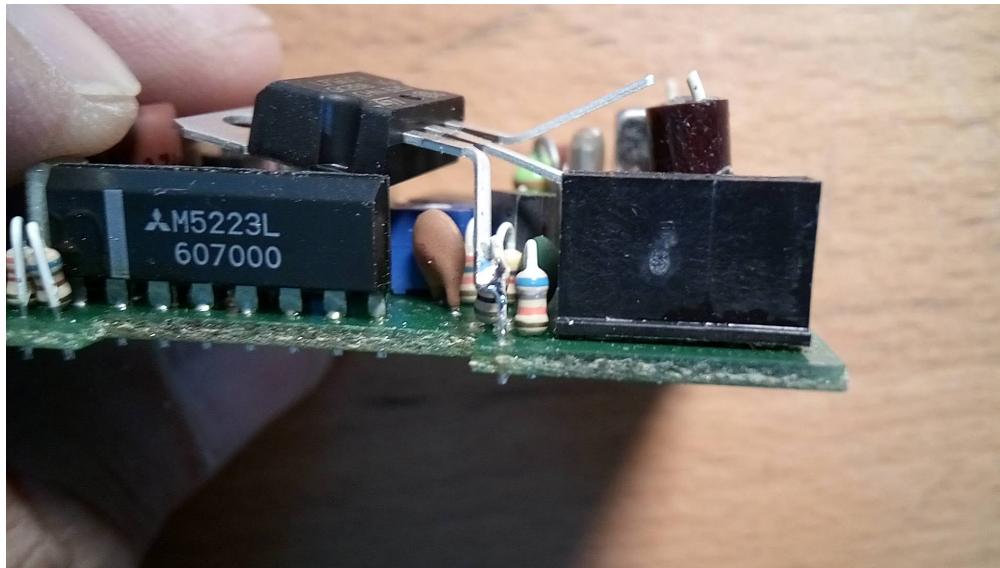


Abbildung 19. Verdrahtung des Eingangs des **LF60CV** mit der ungeregelten Versorgungsspannung

Anschließend wird der Einspeisepunkt für die geregelte **6V**-Spannung des gesucht. Auch dazu verfolgt man ausgehend von Pin2 der Buchsenleiste über die *schon durchtrennte* Leiterbahn den Verlauf und sucht ein Bauteil (etwa die *Längsinduktivität*, die fast wie ein Widerstand aussieht), an das man von der Oberseite bequem heran kommt.

Bei der dokumentierten Varianten ist dies an einem Anschluß einer Längsinduktivität zu finden. Hier wurde ja auf der Unterseite der Platine der Anschluß durchtrennt.

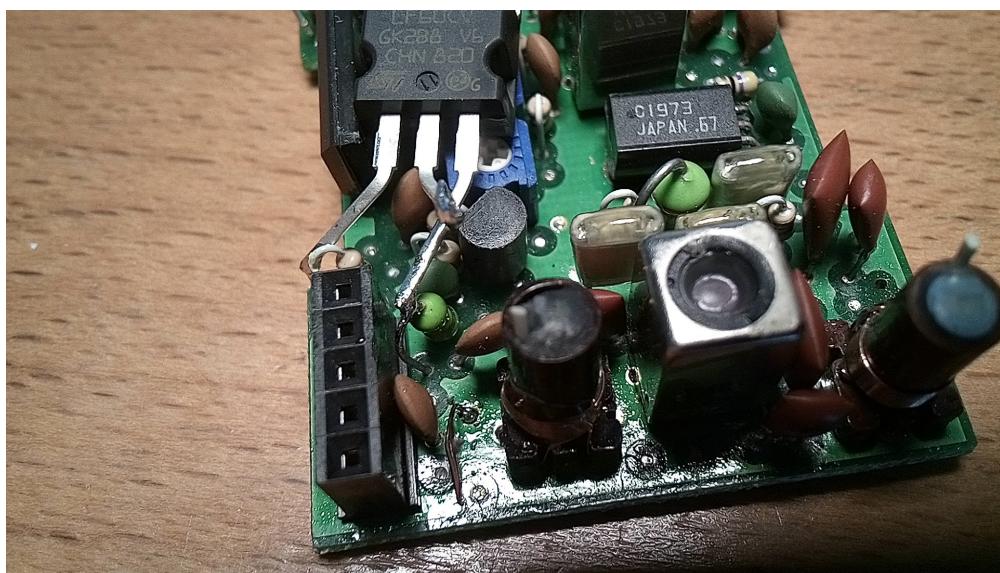


Abbildung 20. Zuführung des Ausgangs des Spannungsreglers an den Einspeisepunkt **6V** an einer Induktivität

Für die Zuführung der Masse an den *LDO* kann meistens von einem unbenutzten Lötauge mit etwa Kupferlackdraht verlängert werden. Die Masse ist oft als breitere Leiterbahn auch am Rand der Platine

befindlich.

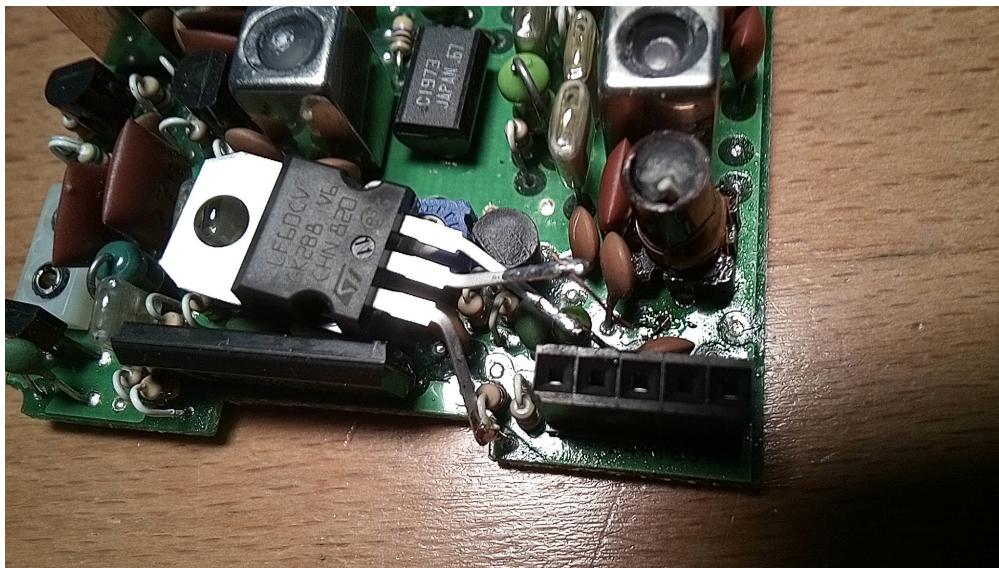


Abbildung 21. Verdrahtung der Masse von einem Lötauge: hier muss mit einem Stück Kuperlackdraht verlängert werden

Bei fast allen integrierten Spannungsreglern im sog. **T0-220** Gehäuse ist die metallische Gehäuserückseite mit dem Ausgang oder einem anderen der drei Beinchen des *LDO* leitend verbunden. Diese Fläche darf daher *nicht* in Kontakt zu anderen Bauteilen des Moduls kommen. Sie wird daher mit etwas Klebeband isoliert.

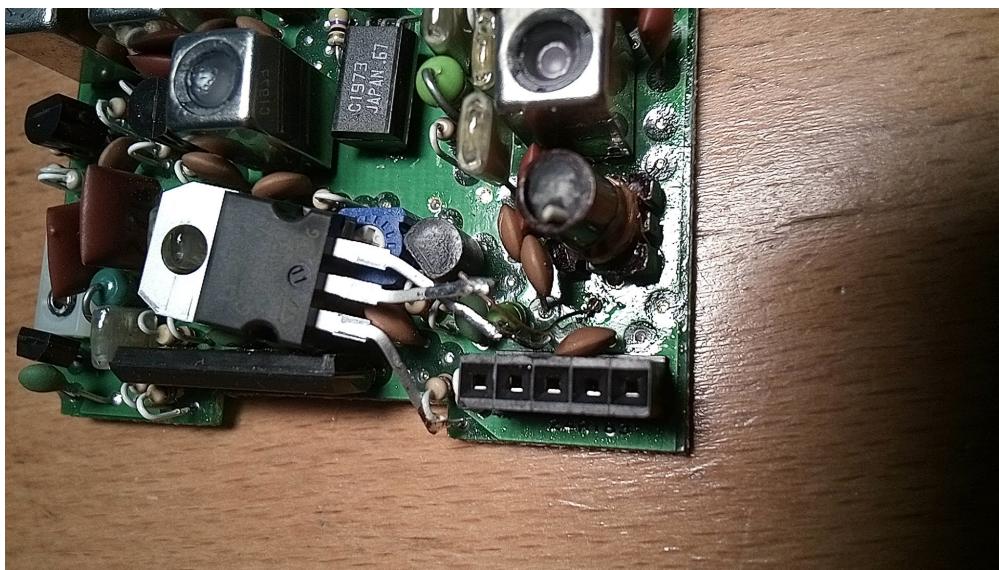


Abbildung 22. Weitere Detailansicht.

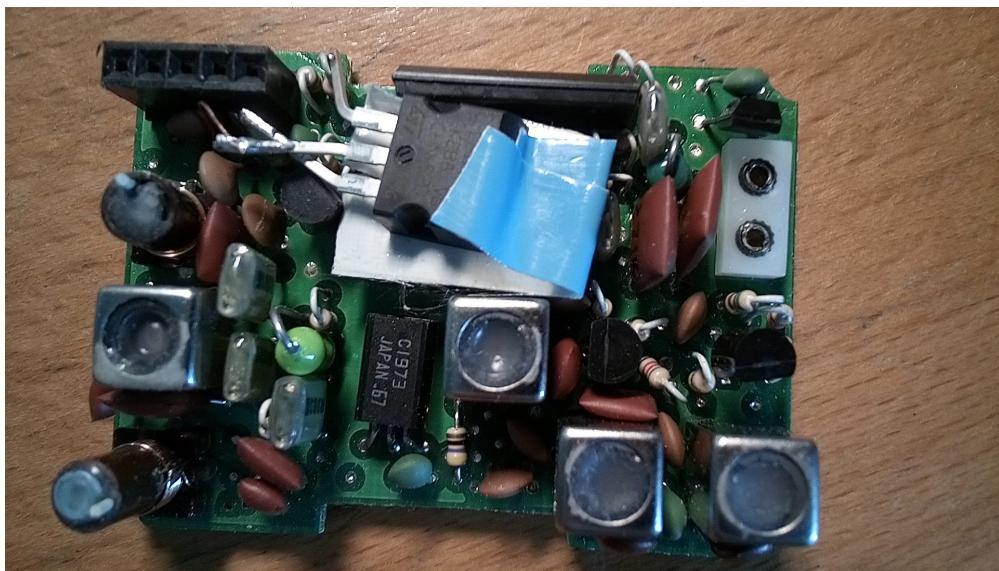


Abbildung 23. Isolation des Gehäuses des Spannungsreglers

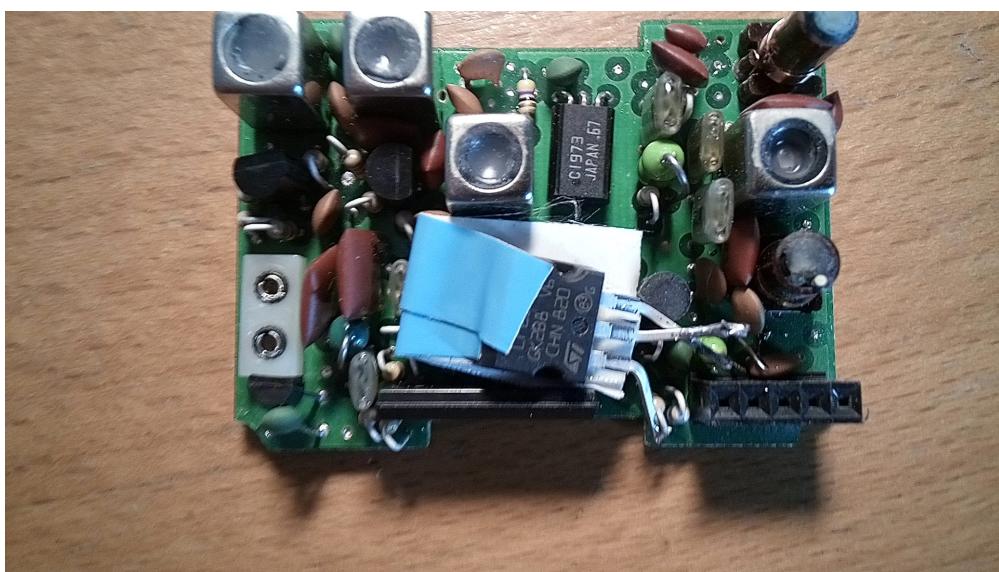


Abbildung 24. Isolation des Gehäuses des Spannungsreglers

Der Spannungsregler muss flach auf die anderen Bauteile gedrückt werden. Andernfalls passt das Modul nicht mehr in ein JR-Gehäuse.

4.4. Neues Gehäuse

Es empfiehlt sich, die Modulplatine samt den Änderungen in ein neues, etwas anderes Modulgehäuse einzusetzen. Man findet auf [Thingiverse](#) verschiedene Varianten für den eigenen 3D-Druck, die alle mehr oder weniger geeignet sind, weil die Schraubenaufnahmen oftmals stören.

Zudem muss eine Öffnung für den Quarz geschaffen werden.

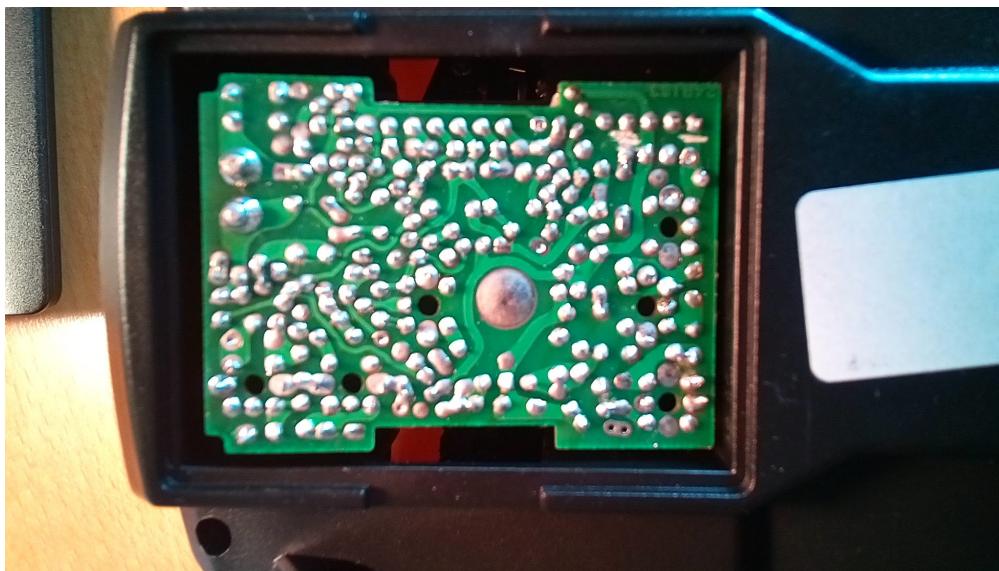


Abbildung 25. Einbau in ein neues Gehäuse

Die Firma *RadioMaster* liefert zu ihrem Sender **TX16s** gleich ein leeres, gut geeignetes Gehäuse mit. Dieses kann auch nachträglich gekauft werden. Auch hier ist eine Öffnung für den Quarz anzubringen.



Abbildung 26. Das Gehäuse der Firma RadioMaster ist gut geeignet

Im Gegensatz zum originalen Gehäuse haben die Nachbau-Gehäuse üblicherweise vier Schraubenaufnahmen. Diese stören etwas. Man kann **sehr vorsichtig** die Modul-Platine so an den Ecken abschleifen, dass es doch noch hinein passt. **Achtung:** dabei keine Leiterbahnen durchtrennen!!!

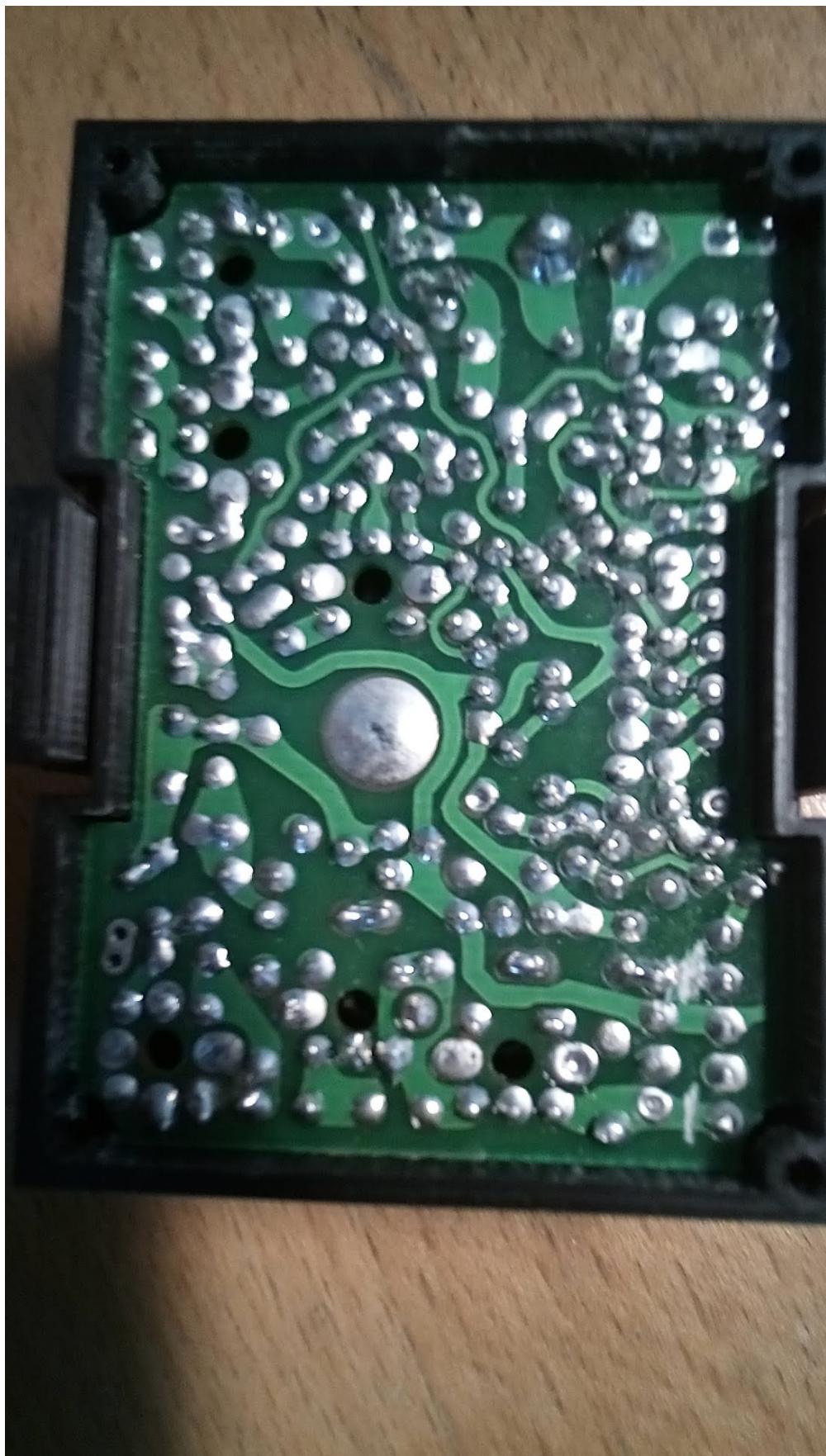


Abbildung 27. An den Schraubenaufnahmen ist ggf. eine Anpassung der Platine mit einem Dremel (o.ä.) notwendig.

4.5. Antenne

Letzter Punkt der Modifikation bleibt die Montage der Antenne und deren Zuleitung.

Die Nachbau-Gehäuse sind eigentlich alle für den Einbau eines 2,4-GHz-Moduls vorbereitet. Insofern haben sie auch einen *Buckel* im Deckel für die Aufnahmen einer kleinen 2,4GHz-Antenne. Hier lässt sich auch gut die Stabantenne für den 40MHz-Betrieb montieren, wenngleich die mechanische Last der langen Stabantenne natürlich wesentlich größer ist. Deswegen ist hier **Vorsicht** geboten.

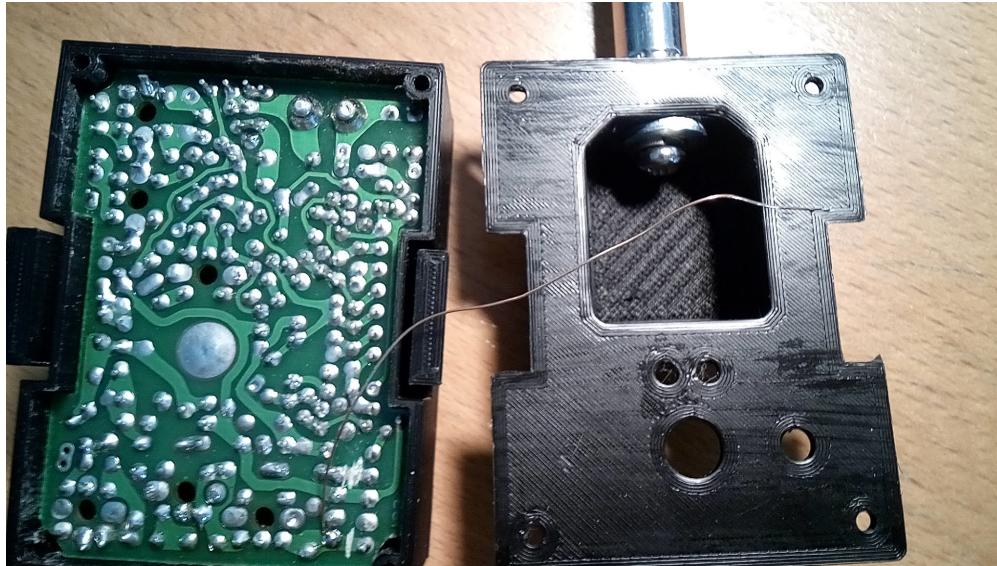


Abbildung 28. Gehäuse mit Buckel zur Montage der Stabantenne. **Vorsicht:** die Konstruktion ist empfindlich!

Zum Schluß muss noch von der durchtrennten Leiterbahn des Antennensignals mit Hilfe eines Stückchens Kupferlackdrahtes zum Fuße der Antenne verlängert werden. Anschließend kann alles verschraubt werden.

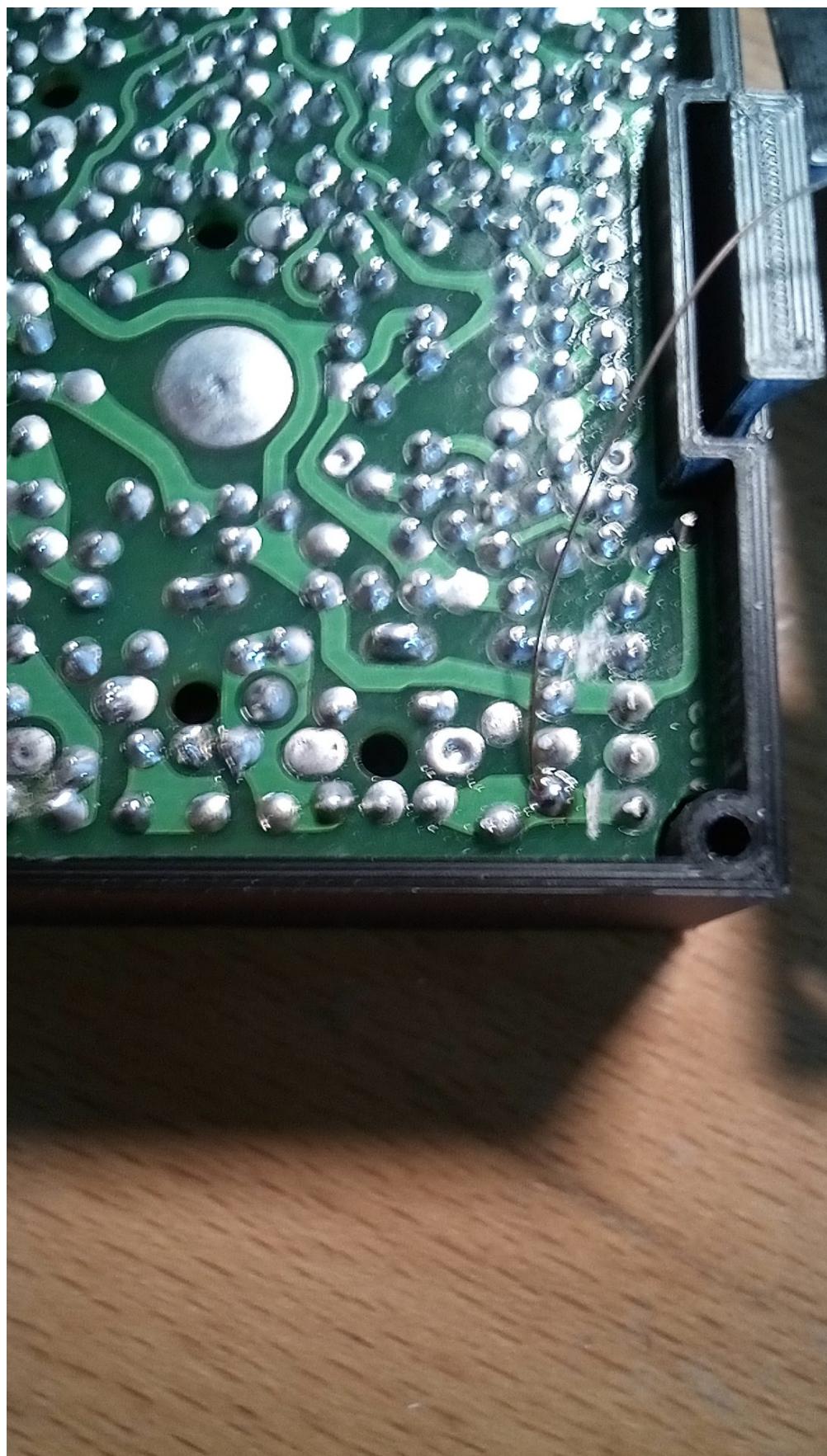


Abbildung 29. Verlängerung des Antennensignals mit etwas Kupferlackdraht zum Fuß der Antenne. Auf guten Kontakt am Antennenfuß achten.

4.6. Erste Inbetriebnahme

Bei der ersten Inbetriebnahme sollten die üblichen *Vorsichtsmaßnahmen* gelten. Mindestens sollte zunächst einmal die Stromaufnahme kontrolliert werden. Dazu steckt man das Modul *nicht* ein und verlängert den Pin3 und Pin4 (Versorgungsspannung und Mass) aus dem Sender zum Modul mit Testkabeln. In die Versorgung schleift man ein *Multimeter* ein und misst die *Stromaufnahme*: diese sollte nicht viel mehr als 120mA betragen. Andernfalls die Verbindung sofort trennen und nach ungewollten Kurzschläüssen suchen.

Alternativ betreibt man das Modul zunächst über ein Labornetzteil *ohne* Sender unkontrolliert auch hier!

Ist alles soweit ok, kann ein erster Gesamttest erfolgen. Dazu muss der Sender natürlich auf ein **PPM**-Signal eingestellt werden.



Abbildung 30. Einstellungen am Sender

Dann sollte die Verbindung zu einem Empfänger auch klappen.

5. Ausblick

Ein Nachteil bleibt auch nach dem Umbau bestehen: der Kanalwechsel durch Quarzwechsel!

Der Autor arbeitet an einem Eigenbau-HF-Modul, dass vollständig digital arbeitet und dessen Sendefrequenz (Kanal im 40MHz-Band) über den Sender bequem eingestellt werden kann.

Betrieb von eigenen, selbstgebauten Sendeanlagen

Der Betrieb von Sendeanlagen - kommerziellen wie auch selbstgebauten - ist nur dann zulässig, wenn die entsprechenden Bestimmungen der Regulierungsbehörde eingehalten werden. Der Nachweis ist bei *selbstgebauten* Sendeanlagen mit vertretbarem Kostenaufwand *nicht* zu erbringen. Aus diesem Grunde darf man selbstgebaute Sendeanlagen nur dann in Betrieb nehmen, wenn sichergestellt ist, dass die abgestrahlte HF-Leistung so gering ist, dass die Reichweite nur wenige cm beträgt und damit keine anderen Geräte gestört werden.



6. Material

6.1. Lötkolben

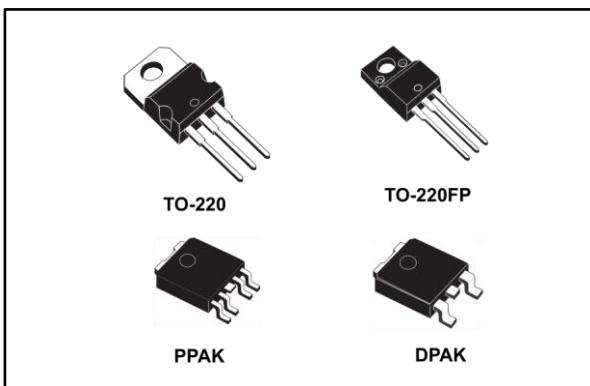
Zum Umbau benötigt man neben dem üblichen mechanischen Werkzeug wie Schreubenzieher, Cutter und Seitenschneider natürlich einen Lötkolben. Wie immer, sollte dies ein temperatur-geregelter Lötkolben sein, dessen Temperatur man auf 400°C einstellt.

Als Lötzinn benutzt man *Elektroniklot* mit einer *Flussmittelseele*.

6.2. Spannungsregler

Very low drop voltage regulator with inhibit function

Datasheet - production data



Features

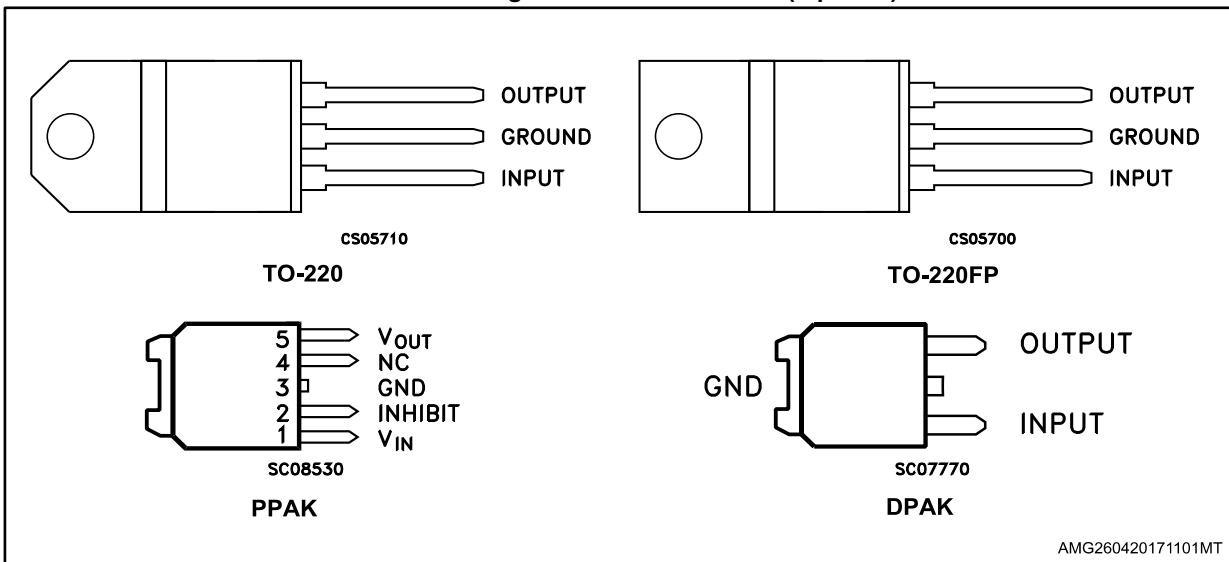
- Very low-dropout voltage (0.45 V)
- Very low quiescent current (typ. 50 μ A in OFF mode, 500 μ A in ON mode)
- Output current up to 500 mA
- Logic-controlled electronic shutdown
- Output voltages of 1.5; 1.8; 2.5; 3.3; 4.7; 5; 6; 8; 8.5; 9; 12 V
- Automotive grade product: 1.8 V, 2.5 V, 3.3 V, 5.0 V, 8.0 V, 8.5 V V_{OUT} in DPAK and PPAK packages
- Internal current and thermal limit
- Only 2.2 μ F for stability
- Available in $\pm 1\%$ (AB), $\pm 1.5\%$ (AC) or $\pm 2\%$ (C) selection at 25 °C
- Supply voltage rejection: 80 db (typ.)
- Temperature range: from -40 to 125 °C

Description

The LFXX is a very low drop regulator available in TO-220, TO-220FP, DPAK and PPAK packages and in a wide range of output voltages. The low drop voltage (0.45 V) and low quiescent current make it particularly suitable for low-noise, low-power applications and especially in battery-powered systems. In the 5 pin configuration (PPAK) a shutdown logic control function is available (pin 2, TTL compatible). This means that when the device is used as a local regulator, a part of the board can be put in standby, decreasing the total power consumption. In the three terminal configuration, the device has the same electrical performance, but it is fixed in ON state. It requires a capacitor of only 2.2 μ F for stability, saving board space and costs. The LFXX is available as automotive grade in DPAK and PPAK packages, for the options of output voltages whose commercial part numbers are shown in the order codes. These devices are qualified according to the specification AEC-Q100 of the automotive market, in the temperature range -40 °C to 125 °C, and the statistical tests PAT, SYL, SBL are performed.

2 Pin configuration

Figure 2: Pin connections (top view)



TAB is electrically connected to GND on TO-220, PPAK and DPAK packages.

7. Kontakt

Anfragen: wilhelm.wm.meier@googlemail.com