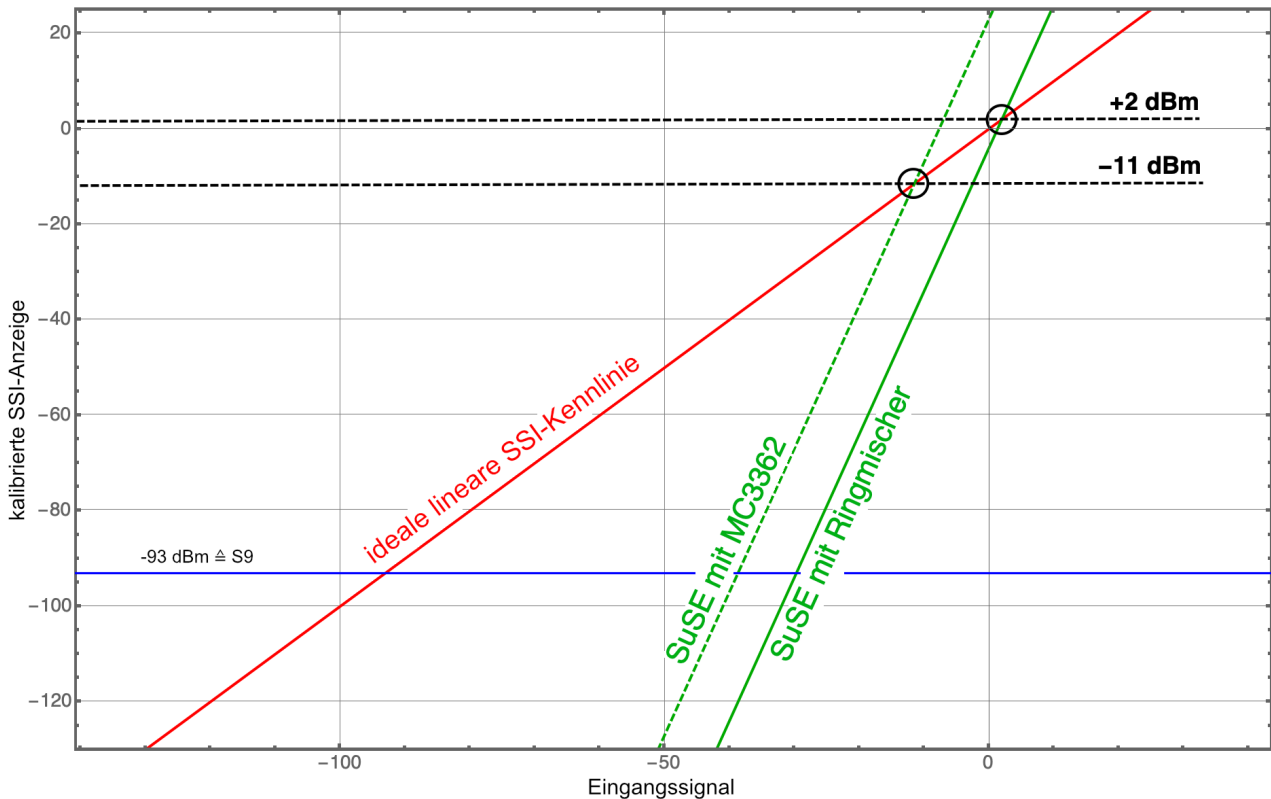


## Hintergrund

Der 2m-RX der Spandauer SuSE ist mit dem FM-Empfängerbaustein MC3362 (IC1 in Bild 2) aufgebaut, der um einen FET-Verstärker am Eingang erweitert wurde. IC1 wurde für Batteriebetrieb z.B. für analoge drahtlose Telefone konzipiert und benötigt nur sehr wenig Strom. Dadurch sind seine beiden Mischstufen recht empfindlich gegenüber Intermodulation. Entscheidend ist wegen ihrer Breitbandigkeit bereits die erste Mischstufe.



**Bild 1:** IP3-Vergleich SuSE 2m-RX vor und nach dem Umbau (Alle Pegel in dBm)

## Intermodulationsvergleich

Bild 1 zeigt das Intermodulationsverhalten der Originalschaltung mit IC1 = MC3362 im Vergleich zur Änderung mit dem Ringmischer-Adapter. Das Diagramm zeigt den Verlauf der IM3-Mischprodukte (grün). Sie entstehen durch Mischung des gewünschten Eingangssignals mit der ersten Harmonischen eines störenden Signals. **Beispiel:** Störfrequenz1:  $f_1 = 145,1$  MHz, Störfrequenz2:  $f_2 = 145,2$  MHz. Das ergibt unerwünschte Differenz-Mischprodukte auf den Frequenzen  $f_a$  und  $f_b$ :

$$f_a = (2 * f_2) - f_1 = 290,4 \text{ MHz} - 145,1 \text{ MHz} = \mathbf{145,3 \text{ MHz}}$$

$$f_b = (2 * f_1) - f_2 = 290,2 \text{ MHz} - 145,2 \text{ MHz} = \mathbf{145,0 \text{ MHz}}$$

Der RX empfängt beide Signale  $f_1$  und  $f_2$  mit geringerer Amplitude auch auf den Mischfrequenzen  $f_a = 145,3$  MHz und  $f_b = 145,0$  MHz, sofern die HF-Eingangsspannungen von  $f_1$  und  $f_2$  stark genug sind und das IP3-Verhalten des RX schlecht genug ist.

Bild 1 zeigt das Ergebnis der Messungen für die Original-SuSE und die Verbesserung mit dem Ringmischer. Die unerwünschten Intermodulationsprodukte 3. Ordnung (grüne Linien) steigen im Vergleich zur idealen linearen SSI-Kennlinie steiler an. Der Schnittpunkt (Kreise in Bild 1) ergibt einen Messwert, der den IP3 darstellt. Dieser Wert ist rein theoretisch und dient nur dem Vergleich von Empfängern. Intermodulationsprodukte entstehen in der Realität bereits bei deutlich kleineren HF-Eingangsspannungen!

Man erkennt, dass der Ringmischer etwa 13 dB höhere Eingangsspannungen bei vergleichbarer Störfestigkeit verkräften kann. Noch bessere Werte (um die 20 dB) erhält man durch Verzicht auf die HF-Vorstufe oder mit einem Dämpfungsglied am RX-Eingang. Der RX wird dann allerdings auch um den gleichen Wert unempfindlicher!

## Änderungen an der originalen RX-Schaltung

Der Ringmischer-Adapter verbessert das IP3-Verhalten bei unveränderter RX-Empfindlichkeit deutlich. Da der erste Mischer im MC3362 nicht mehr benötigt wird, kann auch ein einfacheres

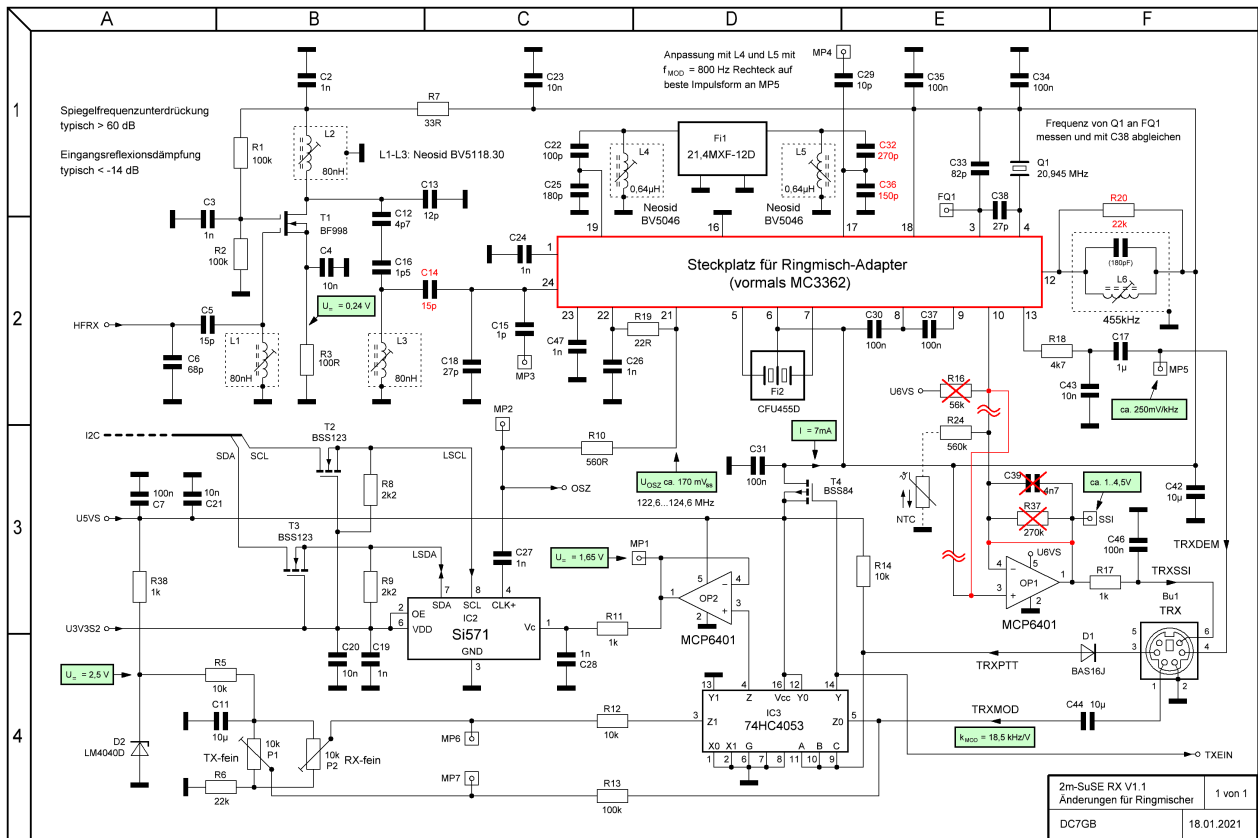


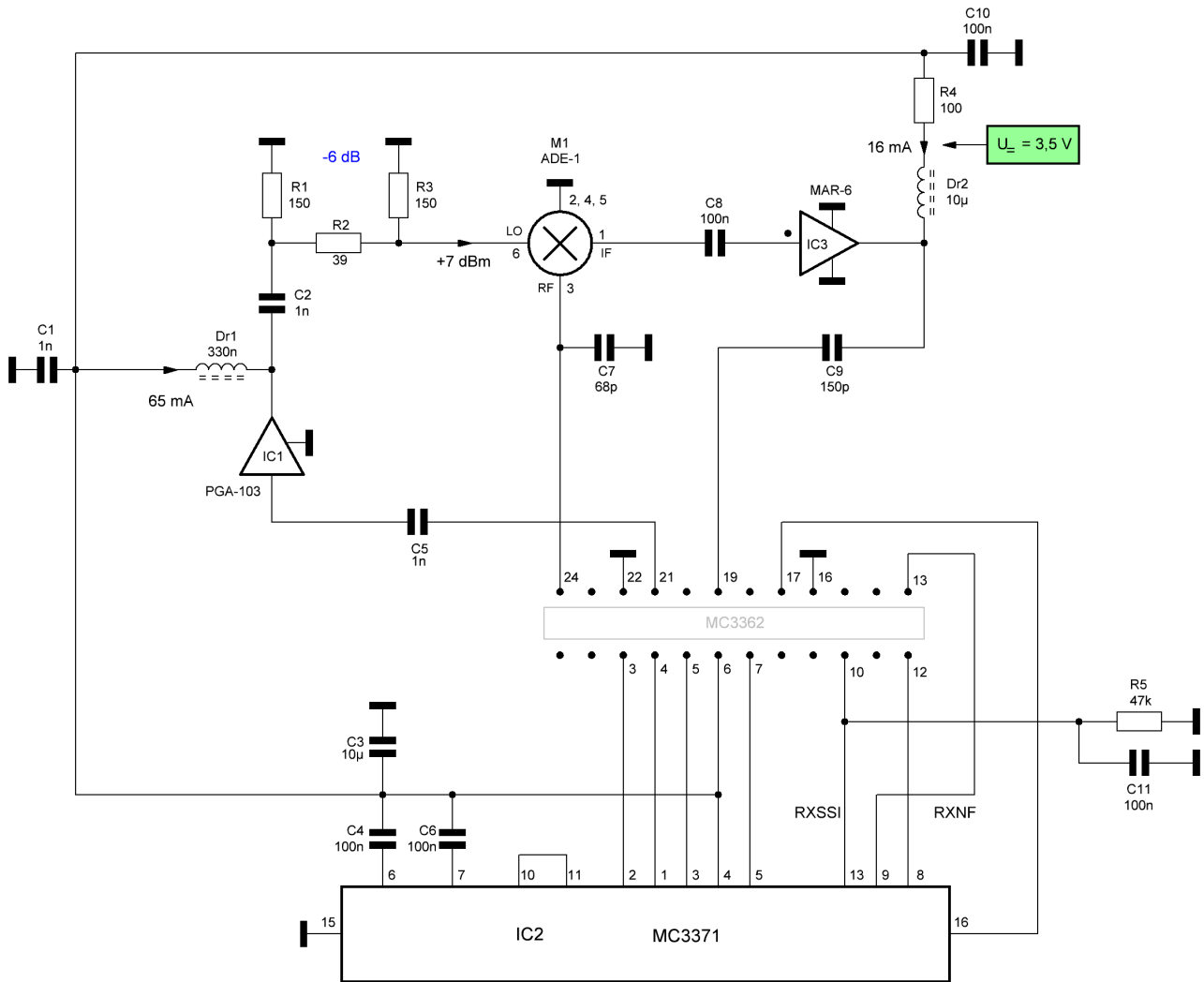
Bild 2: Alle Änderungen am 2m-SuSE RX V1.1 in rot (siehe Text)

ZF-IC (MC3371) verwendet werden, um Bauhöhe beim Ersatz einzusparen. Wegen abweichender Anpassung ist jedoch ein Neuabgleich der Eingangskreise und der ZF und eine Neukalibrierung der SSI-Kennlinie nötig.

Für den Umbau benötigt man ein scharfes Messer, einen TORX T10- Schraubenzieher, einen Lötcolben, ein paar SMD-Bauteile (siehe unten) und für den Abgleich einen kalibrierten HF-Generator, bis hinab zu -135 dBm oder dazu passende Dämpfungsglieder.

## Schaltung der Adapterplatine

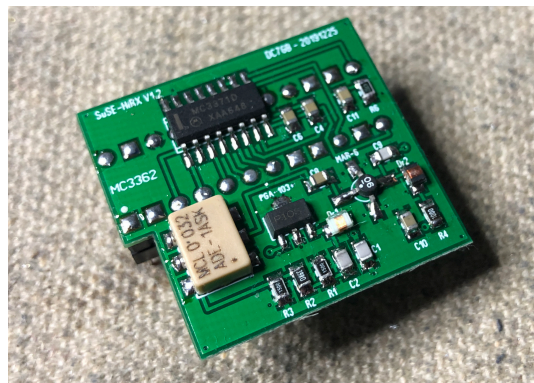
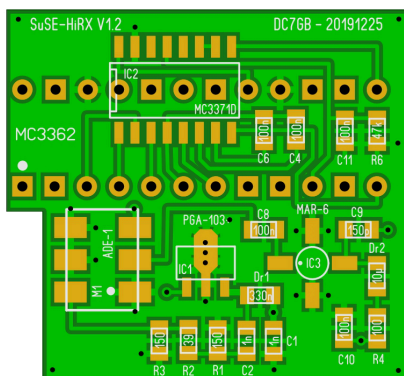
Die verbesserte Mischerschaltung zeigt Bild 3. Sie besteht aus einem Ringmischer (ADH-1) und dem ZF-IC (MC3371). Da der Ringmischer eine Mischdämpfung von 7 dB hat, und das Großsignalverhalten durch eine weitere Vorstufe nicht verschlechtert werden soll, muss der Verlust in der ersten ZF mit IC3 (MAR-6) ausgeglichen werden. Das setzt allerdings voraus, dass die HF-Vorstufe (T1 in Bild 2) vor dem Mischer eine ausreichend Vorverstärkung hat (hier etwa 18 dB).



**Bild 3:** Schaltung der Adapterplatine mit den Übergabepunkten zur IC-Fassung des MC3362

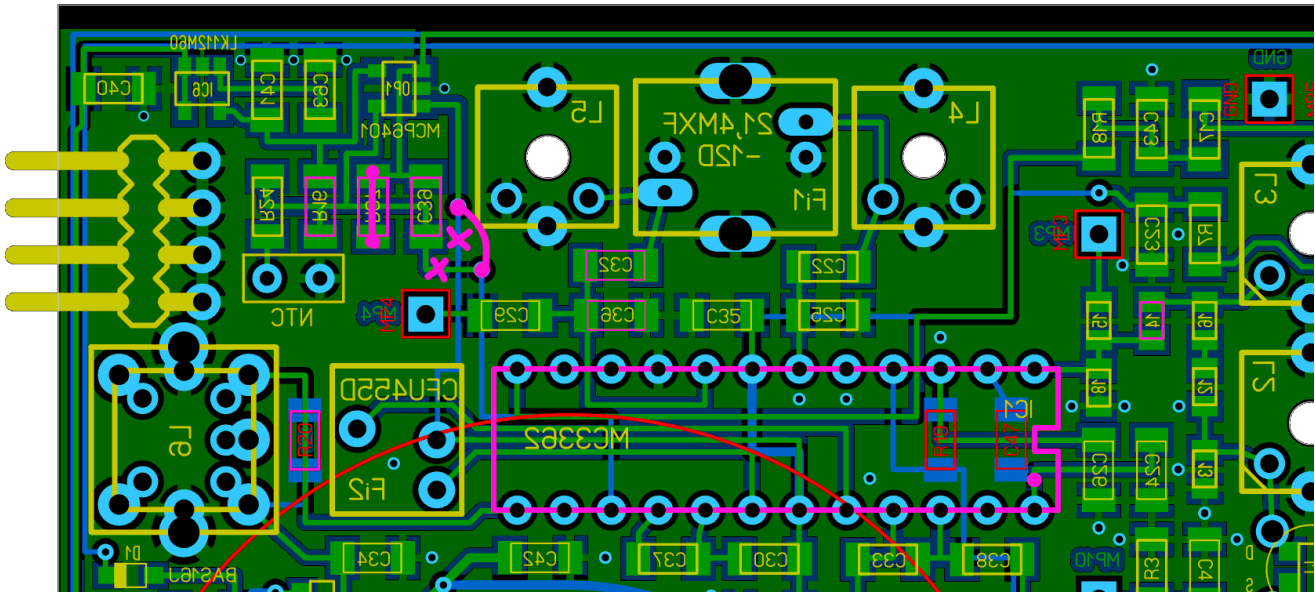
Dieses sog. MMIC (MAR-6) hat zudem den Vorteil, dass es einen relativ breitbandigen Eingangswiderstand von  $50 \Omega$  hat, so dass die guten Eigenschaften des Ringmischers weitgehend erhalten bleiben. Aus dem gleichen Grund ist zwischen dem Verstärker PGA103 des Oszillatorsignals (IC1 in Bild 3) und dem Ringmischer ein 6 dB Dämpfungsglied eingefügt.

Die Adapterplatine hat eine Größe von etwa (30 x 30) mm bei einer Bauhöhe (ohne Steckkontakte) von etwa 7 mm. Sie wird direkt in die vorhandene IC-Fassung des MC3362 eingesteckt und ersetzt ihn vollständig. Bild 4 zeigt den Bestückungsplan und eine aufgebaute Adapterplatine.



**Bild 4:** Bestückungsplan (links) und Aufbau einer Adapterplatine (rechts)

## Änderungen auf der 2m-SuSE Leiterplatte



**Bild 5:** Blick von unten auf die Lötseite (blaue Leiterbahnen). Die Bestückungsseite hat grüne Leiterbahnen, gelbe Bauteile liegen auf der Bestückungsseite. Violette Kreuze = Auftrennen, violette Drahtbrücken neu legen, Bauteile mit violetter Umrahmung ändern und/oder entfernen.

## Bauteile auf dem Ringmischer-Adapter

Auf der Adapterplatine werden passive Bauteile (R, L und C) der SMD-Größe 0805 verwendet.

Bauteilnummer	Bezeichnung	Preis / €	Bezugsquelle z.B.
IC1	PGA103	3,70	FUNKAMATEUR
IC2	MC3371	6,20	Eisch Electronic
IC3	MAR-6	3,12	FUNKAMATEUR
M1	ADE-1	7,10	Eisch Electronic
C1..11	SMD 0805	0,48	Reichelt
R1..5	SMD 0805	0,24	Reichelt
Dr1..2	SMD 0805	0,42	Reichelt
Leiterplatte		2,00	JLPCB
Adapterleiste	2x AW 122/20	1,42	Reichelt
<b>Gesamtpreis</b>		<b>24,68</b>	

**Tabelle 1:** Bauteile mit Kalkulation für die Adapterplatine

Die meisten Bauteile auf der 2m-SuSE Leiterplatte haben die Größe 1206. Nur C14 = 15pF (vorher 27p) hat die Baugröße 0805. Dies muss bei der Beschaffung und beim Austausch berücksichtigt werden! Die grundsätzliche Verwendung der kleineren Bauform 0805 anstelle der größeren 1206 auf der 2m-SuSE Leiterplatte ist nicht zu empfehlen.

## Umbauanleitung

Der Umbau ist relativ einfach möglich, jedoch müssen zwei Leiterbahnen aufgetrennt und zwei Drahtbrücken gelegt werden (siehe Bild 5). Zur besseren Anpassung des neuen ZF-Verstärkers ist der Tausch einiger Kondensatoren nötig. Die SSI-Kennlinie muss anschliessend neu kalibriert und im EEPROM gespeichert werden. Folgende Schritte sind im einzelnen durchzuführen:

1. SuSE demontieren:

- a. Dazu den vorderen Drehknopf entfernen (Kappe mit Messer abheben, Schraube aufdrehen), ggf. vorhandene Achsenmutter entfernen.
- b. Hinteren Steckadapter zwischen TRX-Buchse und STT-Shield-Buchse entfernen.
- c. Die beiden TORX-Schrauben (Größe T10) **nur auf auf der Rückseite** entfernen. Am Kühlblech anfassen und den Innenteil komplett nach heraus ziehen.

**ACHTUNG:** Es können bei einigen SuSEn innen zwei Unterlegscheiben an diesen Schrauben vorhanden sein. Sie dienen dem Ausgleich des Abstands zwischen Display und Frontplatte und müssen später unbedingt auch wieder eingebaut werden, da sonst das Display beschädigt werden könnte!

- d. Zwischen beiden Hauptleiterplatten ist bei einigen SuSEn eine 3cm lange Drossel angelötet. Sie muss einseitig abgelötet werden, da die Baugruppen sonst nicht voneinander getrennt werden können.
  - e. Lautsprecher auf der Oberseite ablöten und zuletzt erst die Displayplatine abziehen.
  - f. Die TRX-Leiterplatte leicht nach oben ankippen, so dass die Kontakte zum innen liegenden STT-Shield gelöst werden. TRX-Leiterplatte seitlich abklappen.
2. Folgende Änderungen an der TRX-Leiterplatte vornehmen (SMD-Bauform beachten):
- a. Bauteile entfernen: IC1 (MC3362), R18 (56k), C39 (4n7), R37 (270k)
  - b. Bauteile ersetzen: C14 (27p) durch 15p  
C32 (100p) durch 270p  
C36 (180p) durch 150p  
R20 (39k) durch 22k
  - c. Leiterbahnen unterbrechen: MC3362, Pin 10, nach Durchführung zu R37  
MCP6401, Pin 3, nach Durchführung auf Unterseite
  - d. Brücken einfügen: siehe Bild5
3. Einstecken der Ringmischerplatine in den Steckplatz des zuvor entfernten IC1 (MC3362). Der Leiterplattenrand mit der Abstufung zeigt dann zu den versilberten HF-Kreisen.
4. Teilzusammenbau in umgekehrter Weise, wie unter 1f bis 1d beschrieben. Dabei auf den korrekten Kontakt des Übergabesteckers zum STT-Shield achten! Steckadapter außen einstecken.
5. Kontrolle, ob beim Anlegen der Versorgungsspannung in der untersten Zeile des schwarzen Startbildschirms ein Wert ungleich **000000000** steht. Ggf. den Stecker zwischen TRX-Platine und STT-Shield kontrollieren!
6. Mittlere Gleichspannung an Pin 13 des ausgebauten MC3362 (Unterseite des TRX-Boards nahe Lautsprecherrand) auf 2 V mit dem Demodulatorkreis L6 (großes Filter am Rand der TRX-Platine) einstellen. Dazu kann das Displayboard auch im Betrieb abgezogen werden.

## 7. Neuabgleich der HF-Kreise

- a. Spannung entfernen, Displayboard wieder anstecken und SuSE neu starten.
- b. Mess-TX an SuSE-BNC-Buche anschliessen und SSI-Spannung am Testpunkt SSI (nahe der TRX-Buchse) oder Pin 6 der TRX-Buchse messen. Ohne HF sollte die Spannung zwischen 0,1...1 V liegen.
- c. Frequenz 145,000 MHz an der SuSE und am Mess-TX einstellen, Modulation ausschalten und die HF-Eingangsspannung auf 1  $\mu$ V einstellen. Die SSI-Spannung sollte nun auf über 1 V angestiegen sein. Die Eingangskreise L1, L2 und L3 mehrfach nacheinander auf Maximum der SSI-Spannung einstellen. L3 reagiert etwas träger. Anschließend in einem Vorabgleich L4 und L5 auf Maximum drehen.
- d. Messsender mit etwa 1 kHz Sinus in FM mit 3 kHz Hub modulieren. Die HF-Spannung auf etwa 10  $\mu$ V erhöhen. Oszilloskop an MP5 der TRX-Hauptplatine anschliessen (liegt oberhalb von L3, rechts neben der MIC-Buchse) und das NF-Signal kontrollieren.

Bei 3 kHz Hub sollte das NF-Signal etwa 750 mVss groß sein.

- e. Modulation auf Rechteck ändern. L4 und L5 auf kleinste Welligkeit des Rechtecksignals nachgleichen. Kontrolle mit 100 Hz Rechteck-Modulation durchführen. Die Steilheit der Flanken hängt überwiegend vom Typ und der Bandbreite beider ZF-Filter ab.

**ACHTUNG:** SSI-Kennlinie erst nach dem endgültigen Abgleich und Zusammenbau kalibrieren und die Kreise L1 bis L5 danach nicht mehr verändern!

8. Kompletten Zusammenbau (siehe oben 1c bis 1a) durchführen. Darauf achten, dass bei einigen SuSEn hinten auf den TORX-Schrauben zwischen Gehäuse und Gummilippe ggf. wieder je eine Unterlegscheibe eingebaut werden muss, damit das Display nicht zu stramm an der Frontplatte klemmt! Die TORX-Schrauben nicht zu fest anziehen.
9. Im SuSE-Menü die SSI-Kalibrierung aufrufen: Dazu von der TRX-Anzeige aus die Taste **MENÜ** drücken, mit dem Drehgeber die Zeile **6. SONSTIGES** auswählen und durch Druck auf den Drehgeber aufrufen. Mit dem Drehgeber die Zeile **Wartung: — aus —** auswählen und mit einem Druck auf den Drehgeber aufrufen (das Blinken hört auf). Nun mit dem Drehgeber den Punkt: **SSI-Cal...** auswählen und mit einem Druck auf den Drehgeber auswählen. Den Anweisungen auf dem SuSE-Display folgen.

**ACHTUNG:** Die SSI-Kennlinie muss im letzten Kalibrierschritt erst im EEPROM gespeichert worden sein (**NEXT...** drücken), damit sie nach dem Neustart der SuSE genutzt werden kann!

10. Neustart der SuSE durchführen und HF-Signal mit -93 dBm anlegen. Das S-Meter sollte nun S9 anzeigen. Abweichungen von +/- 1 dB sind normal. Ggf. die Kalibrierung erneut durchführen.
11. Test-QSO via DB0SP durchführen. Kontrolle, ob die STT-Übertragung funktioniert (Call-Anzeige des Relais, Datum und Uhrzeit).

Die SSI-Anzeige kann etwas abweichend zum alten Aufbau sein, da sich die Kennlinie durch Alterung der Bauelemente nach der letzten Kalibrierung langsam geändert haben könnte. Durch den Neuabgleich sind die SSI-Werte jetzt in jedem Fall wieder korrekt.