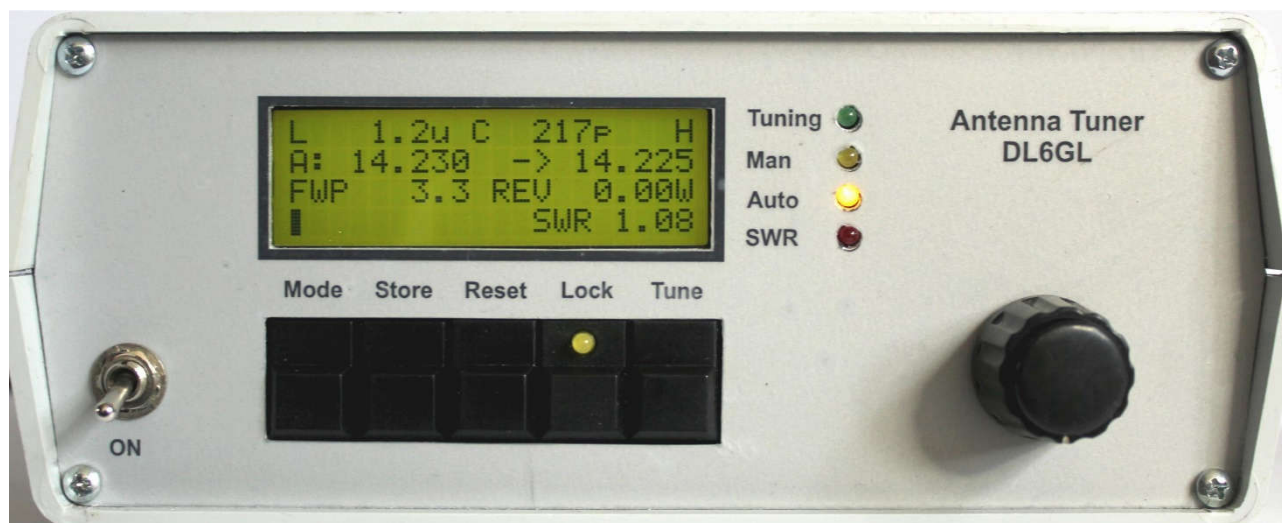


## Inhalt

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Bedienelemente und Funktionsweise .....                           | 2  |
| 2     | Betriebsarten Übersicht.....                                      | 3  |
| 2.1   | Überprüfungen beim Einschalten des ATU.....                       | 3  |
| 2.1.1 | EEPROM-Daten.....   | 3  |
| 2.1.2 | SWL-Option .....  | 3  |
| 2.1.3 | Remote Unit Kopplung (SWL- und TRX-Option).....                   | 4  |
| 2.1.4 | ATU-TRX Kopplung (SWL- und TRX-Option).....                       | 4  |
| 2.1.5 | Kalibrierung des Kopplers (Nur TRX-Option).....                   | 4  |
| 2.1.6 | TX mute-Funktion (Nur TRX-Option).....                            | 4  |
| 2.3   | SWL-Option .....  | 5  |
| 2.3   | Betriebsarten.....  | 6  |
| 3     | Normalbetriebsarten.....  | 7  |
| 3.1   | "A", Automatic, automatische Einstellung .....                    | 7  |
| 3.2   | "M", Manual, manuelle Einstellung .....                           | 8  |
| 3.3   | Ansprechen der Remote Unit .....                                  | 9  |
| 3.4   | Sende-/Empfangsumschaltung .....                                  | 10 |
| 4     | Setup.....  | 11 |
| 5     | Kalibrierung.....   | 14 |
| 5.1   | Kalibrierung mit Koppler und TX (Option "with TX").....           | 14 |
| 5.1.1 | Low level Kalibrierung .....                                      | 15 |
| 5.1.2 | High level Kalibrierung .....                                     | 16 |
| 5.2   | Kalibrierung am AD8307-Modul ohne Koppler (Option "with TX")..... | 17 |
| 5.3   | Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Option "by hand").....            | 17 |
| 6     | Auto Tuning.....  | 17 |
| 6.1   | Funktionsweise .....  | 17 |
| 6.2   | Auto Tuning Setup .....   | 20 |
| 7     | Anhang.....   | 22 |
| 7.1   | Verwendete Formeln.....   | 22 |
| 7.2   | Setzen der Fuses vor dem Brennen .....                            | 23 |
| 7.3   | RS485-Protokoll.....  | 24 |
| 7.3.1 | Controller ↔ Remote Unit .....                                    | 24 |
| 7.3.2 | Controller ↔ ATU-TRX-Com.....                                     | 25 |
| 7.4   | Kommunikation mit der Remote Unit prüfen.....                     | 26 |
| 7.5   | Programm-Updates.....   | 27 |

## 1 Bedienelemente und Funktionsweise



Die 5 Taster zur Bedienung sind:

1. **Mode** zur Einstellung der jeweiligen Betriebsart
  - A Automatic
  - M Manual
  - S Setup
  - C Calibrate
  - T Auto tune Setup
2. **Store** zum Abspeichern optimierter Bandeneinstellungen
3. **Reset** zum Zurücksetzen von Einstellungen
4. **Lock** zum Sperren...
  - ...des Drehencoders gegen unbeabsichtigte Änderungen im manuellen Betrieb,
  - ...der automatischen Anpassung im Automatikbetrieb.
5. **Tune** Bestimmung der über PTT bzw. Mute reduzierten Sendeleistung für die ATU-Relaisumschaltung und zum Einstellen der ATU-Daten.  
Im Automatic Mode Anstoß der Abstimmautomatik.

Daneben erfüllen die Taster im Setup Mode weitere Funktionen, die im Display angezeigt werden.

Mit dem Drehencoder werden hauptsächlich die Induktivitäten und Kapazitäten im Tuner eingestellt, daneben im Setup verschiedene Zahlenwerte.

Um das Steuergerät auch ohne Remote Unit testen zu können, ist auf der Frontpanel-Platine der Jumper J1 vorgesehen. Ist er gesteckt, ist die Kommunikation zur Remote Unit außer Betrieb.

Manuelle Änderungen von L, C und H/L (High-/Lowpass) werden im manuellen Betrieb an die Remote Unit per RS485 übertragen. In Automatikmodus erfolgt eine Übertragung an die Remote Unit nur dann, wenn infolge Änderung der TRX-Frequenz auch ein Wechsel des EEPROM-Bandsegments mit unterschiedlichen L, C und H/L stattfindet. Die "Tuning"-LED leuchtet, während die Remote Unit arbeitet.

Die Relais in der Remote Unit sollten nur mit geringer HF-Leistung belastet werden, um die Kontakte zu schonen. Diese Leistungsschwelle kann im Setup Nr. 9 festgelegt werden. Verfügt der TX über eine Option, mit einer vom Controller gelieferten Steuerspannung oder mit einer Relaischaltung die Leistung entsprechend zu reduzieren, erfolgt diese Umschaltung automatisch. Sonst muss manuell heruntergeregt werden.

Die an einigen Stellen vorgesehene Überprüfung, ob der TX eingeschaltet ist, erfolgt über den ADC im Vorwärtskanal. Ein "TX ON" wird bei einem TX-Pegel ab 20dBm (0,1W) erkannt.

Da RS485 über die zwei Leitungen A/B nur im Halbduplex-Betrieb arbeitet, wird nach jeder Übertragung auf eine Bestätigung der Remote Unit gewartet. Mögliche Fehlermeldungen werden in der zweiten Displayzeile angezeigt (s.u. 7.3).

Mit dem wahlweise zur Fehlersuche in der Remote Unit anschaltbaren zweizeiligen Standard-LCD kann das Protokoll zwischen Steuergerät und Remote Unit angesehen werden (s.u. 7.4).

In der ersten Zeile wird der vom Steuergerät empfangene Befehl angezeigt, in der zweiten Zeile die Antwort der Remote Unit an das Steuergerät.

Für den Normalbetrieb, insbes. im Automatikbetrieb, muss die Anzeige durch Entfernen des Jumpers (s.u. 7.4) deaktiviert werden. Sie behindert sonst das rechenintensive Auto-Tuning.

## 2 Betriebsarten Übersicht

### 2.1 Überprüfungen beim Einschalten des ATU

Mit dem Einschalten des ATU werden verschiedene Prüfungen durchlaufen.

#### 2.1.1 EEPROM-Daten

Fabrikfrische Controller sind mit (dezimal) 255 in den EEPROM-Zellen voreingestellt. Ist dies der Fall, wird automatisch eine Initialisierung des EEPROMs mit den Bandsegmenten vorgenommen. Die Daten zu den Bandsegmenten sind in der Excel-Tabelle (im Anhang) angegeben. Bei der Initialisierung eines fabrikfrischen Controllers werden L und C auf 0 und auf H/L auf Tiefpass (= 0) gesetzt. Danach wird mit jedem Einschalten des Gerätes die Standardmeldung kommen:

|          |                          |   |
|----------|--------------------------|---|
| 1. Zeile | <b>EEPROM has Data</b>   | Keine 255 in den EEPROM-Zellen 1, 2 gefunden. |
| 2. Zeile | <b>144 Band segments</b> | Anzahl der gespeicherten Bandsegmente.        |

#### 2.1.2 SWL-Option

|          |                             |  |
|----------|-----------------------------|--|
| 1. Zeile | <b>SWL option is set</b>    | SWL-Option gesetzt (kein TRX-Betrieb).                 |
| 2. Zeile | <b>Coupler not checked!</b> | Kopplerdaten, u.a. Kalibrierung, werden nicht geprüft. |
| 4. Zeile | <b>Remote unit enabled</b>  | Remote Unit unbeschränkt verfügbar.                    |

Wenn die SWL-Option im Setup gesetzt wurde, kann es kein TX-Signal geben. Das Programm wartet, bis der TX ausgeschaltet wurde.

|          |                             |  |
|----------|-----------------------------|--|
| 1. Zeile | <b>SWL option is set</b>    | SWL-Option gesetzt (kein TRX-Betrieb).                 |
| 2. Zeile | <b>Coupler not checked!</b> | Kopplerdaten, u.a. Kalibrierung, werden nicht geprüft. |
| 3. Zeile | <b>TX is on, turn off</b>   | SWL-Option gesetzt, aber TX-Signal gemessen            |
| 4. Zeile | <b>Remote unit enabled</b>  | Wie oben, wenn TX ausgeschaltet wurde.                 |

## 2.1.3 Remote Unit Kopplung (SWL- und TRX-Option)

|          |                 |  |
|----------|-----------------|--|
| 1. Zeile | Remote Unit OK? | Ist die Remote Unit über RS485 ansprechbar?      |
| 2. Zeile | ... is OK!      | Ja, ist betriebsbereit.                          |
| 2. Zeile | ... is not OK!  | Nein, Programm läuft auf Stopp.                  |
| 2. Zeile | ... is disabled | Remote Unit mit Jumper J1 außer Betrieb gesetzt. |

## 2.1.4 ATU-TRX Kopplung (SWL- und TRX-Option)

|          |                 |   |
|----------|-----------------|---|
| 3. Zeile | TRX Com OK?     | Ist ATU-TRX Com über RS485 ansprechbar?   |
| 4. Zeile | ... is OK!      | Ja, ist betriebsbereit.                   |
| 4. Zeile | ... is not OK!  | Nein, Programm arbeitet ohne ATU-TRX Com. |
| 4. Zeile | ... is disabled | Nein, Jumper COM nicht gesteckt.          |

Wenn die ATU-TRX Kopplung nicht betriebsbereit oder nicht vorhanden ist, erhält der Controller nur im TX-Mode eine Frequenzinformation aus dem Frequenzzähler.

**Neu ab V3.14:** Es steht nun auch ein Kopplungsmodul für **ICOM** TRX zur Verfügung, entwickelt von Rainer, **DC6LB**, für **ICOM IC-7700**. Nähere Beschreibung auf <https://dl6gl.de>.

## 2.1.5 Kalibrierung des Kopplers (Nur TRX-Option)

Es wird geprüft, ob zu den unteren und oberen Eckpunkten der Kalibrierungsgeraden der AD8307 Kalibrierungen, d.h. gemessene ADC-Werte für den Transmissions- und Reflexionskanal vorliegen. Falls nein, verzweigt das Programm zur Kalibrierung (Abschnitt 5).

## 2.1.6 TX mute-Funktion (Nur TRX-Option)

Zur Schonung der ATU-Relais bei der Umschaltung auf andere L-/C-Kombinationen sind zwei Ausgänge zur TX-Steuerung vorgesehen: PTT-Relais und +12V Mute-Steuersignal. Damit kann der TX auf geeignete Weise in der Leistung reduziert werden, sofern eine solche Funktion zur Ansteuerung des TRX implementiert ist. Wenn nicht, muss die TX-Leistung maximal auf die im Setup 9 (Abschnitt 4) festgelegte Abstimmleistung eingestellt werden, bevor die Relais geschaltet werden.

Um dem TX ausreichend Zeit zu geben, in den Mute-Zustand zu gehen, kann im Setup 3 (TX mute delay) eine entsprechende Wartezeit eingegeben werden.

Die Funktion läuft in einer Endlosschleife, die entweder mit einer TX-Leistung unterhalb der im Setup Nr. 9 festgelegten Schwelle oder mit "Cancel" beendet wird.

Die TX mute-Funktion wird geprüft. Folgende Schritte werden durchlaufen:

- 1 PTT-Relais und das +12V Mute-Steuersignal werden aktiviert, die Tuning-LED leuchtet. Damit sollte der TX auf eine gedrosselte Leistung heruntergefahren werden. Wenn der TX keine Möglichkeit hat, die Leistung mit dem Mute-Steuersignal oder dem PTT-Relais zurückzufahren, muss die Leistung manuell reduziert werden.
- 2 Nach der o.a. Wartezeit wird die gedrosselte TX-Leistung gemessen. Die gedrosselte Leistung sollte kleiner als die festgelegte maximale Abstimmleistung sein.
- 3 PTT-Relais und das +12V Mute-Steuersignal werden wieder deaktiviert, die Tuning-LED erlischt.

Wenn keine TX Mute-Funktion zur Verfügung steht, kann im Setup 3 für das TX mute delay der Wert 0 gesetzt werden. Die nachfolgende Prüfung der TX mute-Funktion kann mit "Cancel" abgebrochen werden. Vor jeder Relaischaltung im Normalbetrieb erfolgt zur Sicherheit eine vergleichbare Leistungsüberprüfung.

|          |                      |                                       |
|----------|----------------------|---------------------------------------|
| 1. Zeile | Check TX mute ...    | Prüfung der TX mute-Funktion.         |
| 2. Zeile | Turn on TX please    | Falls der TX nicht eingeschaltet ist. |
| 3. Zeile | Cancel ->press Reset | Abbrechen der Prüfung.                |

Wenn nicht abgebrochen wird, wartet das Programm, bis der TX eingeschaltet ist: Im SSB-Betrieb ins Mike pfeifen oder im CW-Betrieb die Taste drücken.

|          |                      |   |
|----------|----------------------|---|
| 1. Zeile | Check TX mute ...    | Prüfung der TX mute-Funktion.                     |
| 2. Zeile | TX mute 9.3W notOK   | TX-Leistung 9.3W größer als festgelegte Schwelle. |
| 3. Zeile | Cancel ->press Reset | Abbrechen der Prüfung.                            |

Zeile 2 wird dauernd angezeigt, so dass die Reduzierung der Leistung beobachtet werden kann. Die angezeigte Leistung ist die tatsächliche TX-Vorwärtsleistung, sofern die TX mute-Funktion nicht verfügbar ist, sonst die per TX mute reduzierte Vorwärtsleistung.

Die Überprüfung der TX-Leistung hier wie auch vor der Schaltung der Tuner-Relais im manuellen oder Automatic-Mode ist prinzipiell fehlerbehaftet. Es wird nur die Vorlaufleistung gemessen. Je nach vorgefundenem SWR können damit die Leistungsanteile der reflektierten Welle mit einer unbekanntem Phasenverschiebung nicht erfasst werden. Mit starker Fehlanpassung ist die gemessene Vorlaufleistung daher deutlich zu klein, insbesondere hier bei der ersten Überprüfung an dem noch nicht abgestimmten Antennensystem.

Bei Unterschreiten der festgelegten Schwelle, hier z.B. 5W:

|          |                      |  |
|----------|----------------------|--|
| 1. Zeile | Check TX mute ...    | Prüfung der TX mute-Funktion.                      |
| 2. Zeile | TX mute 4.9W is OK   | TX-Leistung 4.9W kleiner als festgelegte Schwelle. |
| 3. Zeile | Cancel ->press Reset | Abbrechen der Prüfung.                             |

Die Prüfung ist damit beendet, Anzeige in Zeile 4:

|          |                      |                          |
|----------|----------------------|--------------------------|
| 4. Zeile | ...Check done and OK | Prüfung war erfolgreich. |
|----------|----------------------|--------------------------|

Wurde mit "Cancel" abgebrochen:

|          |                    |                      |
|----------|--------------------|----------------------|
| 4. Zeile | ...Check cancelled | Abbruch der Prüfung. |
|----------|--------------------|----------------------|

Weitere mögliche Anzeigen (damit kann keine Leistungsmessung vorgenommen werden):

|          |                   |   |
|----------|-------------------|---|
| 2. Zeile | Power below limit | Gemessene Leistung < LogAmp low limit.  |
| 2. Zeile | Power above limit | Gemessene Leistung > LogAmp high limit. |

## 2.3 SWL-Option

Die bisher beschriebene Funktion setzt voraus, dass ein TX-Signal zur Verfügung steht, was bei einem TRX ja kein Problem ist. Damit wären SWL, die noch ein wenig mehr aus einer abgestimmten Antenne herausholen könnten, ausgeschlossen. Da eine gehörmäßige Antennenabstimmung auf maximales Rauschen sehr gut möglich ist, kann mit dem Setup 1 (s.u. zu 4) eine **SWL-Option** eingestellt werden.

Die ATU-Relais können manuell eingestellt werden. Wartezeiten für ein TX-Mute stehen hier nicht an.

## 2.3 Betriebsarten

Mit dem Taster "Mode" sind fünf Betriebsarten wählbar. Sie werden durch wiederholtes Tasten durchgetaktet. Mit der ersten Inbetriebnahme sind die Einstellungen in den Betriebsarten (3) bis (5) erforderlich.

- (1) **"Auto"**: Der ATU stellt die Abstimmdateien (L, C und Hoch-/Tiefpass) aus dem EEPROM mit Hilfe der gemessenen oder der von der ATU-TRX-Com übermittelten TRX-Frequenz ein. Die Einstellung kann mit der **automatischen Abstimmung** auf bestes SWR korrigiert und im EEPROM gespeichert werden.
- (2) **"Man"**: Der ATU stellt die Abstimmdateien (L, C und Hoch-/Tiefpass) aus dem EEPROM mit Hilfe der gemessenen oder der von der ATU-TRX-Com übermittelten TRX-Frequenz ein. Die Einstellung kann **manuell** auf bestes SWR korrigiert werden und im EEPROM gespeichert werden.
- (3) **"Setup"**: EEPROM-Daten anpassen.
- (4) **"Calibration"**: Kalibrieren der logarithmischen Verstärker.
- (5) **"Setup Auto Tuning"**: Einstellen von Parametern zum Beschleunigen des Auto Tuning.

Die SWL-Option macht nur die Betriebsarten (2) "Man" und (3) "Setup" zugänglich.

Es sind alle Amateurbänder von 160 bis 6 m programmiert. Die insgesamt 144 Bandsegmente teilen sich wie folgt auf:

| Band | von (kHz) | bis (kHz) | Segmente | Breite (kHz) |
|------|-----------|-----------|----------|--------------|
| 160m | 1.800     | 2.000     | 20       | 10           |
| 80m  | 3.500     | 3.800     | 30       | 10           |
| 60m  | 5.280     | 5.420     | 8        | 20           |
| 40m  | 7.000     | 7.200     | 10       | 20           |
| 30m  | 10.100    | 10.160    | 3        | 20           |
| 20m  | 14.000    | 14.360    | 12       | 30           |
| 17m  | 18.068    | 18.188    | 4        | 30           |
| 15m  | 21.000    | 21.480    | 12       | 40           |
| 12m  | 24.890    | 24.990    | 2        | 50           |
| 10m  | 28.000    | 29.740    | 29       | 60           |
| 6m   | 50.030    | 51.010    | 14       | 70           |

Für jedes Bandsegment kann eine ATU-Einstellung im EEPROM gespeichert werden. Zur aktuellen TRX-Frequenz wird jeweils die Segment-Mittenfrequenz angezeigt. Wird ein zur TRX-Frequenz passendes Bandsegment nicht gefunden oder steht keine TRX-Frequenz zur Verfügung, wird statt der Segment-Mittenfrequenz **NoBand** angezeigt.

Zur Vorbereitung auf den Routinebetrieb ist folgende Vorgehensweise zu empfehlen: Überprüfen der Setup-Daten, s.o. (3) und Durchführung der Kalibrierung, s.o. (4). In den zu bearbeitenden Bändern mit CW-Träger geringer Leistung den Tuner für alle Bandsegmente mit Auto Tune optimieren und die Einstellungen im EEPROM speichern. Damit kann der Tuner schon mal auf diese Voreinstellungen mit einem Schaltvorgang zurückgreifen. Aus den Abstimmergebnissen die Voreinstellungen im Setup Auto Tuning, s.o. (5), ggf. anpassen, um das Auto Tuning zu beschleunigen.

## 3 Normalbetriebsarten

In den Betriebsarten "Man" und "Auto" werden in der Display-Zeile 1 die Einstelldaten für L, C und Hoch-/Tiefpass angezeigt.

|  |                          |                                   |
|--|--------------------------|-----------------------------------|
| Zeile 1  | <b>L* 12.9u C 251p H</b> | Zeile 1, wird permanent angezeigt |
| Einstellung "L" aktiviert ("*"), eingestellt auf 12,9 µH |                          |                                   |
| Einstellung "C" nicht aktiviert, eingestellt auf 251 pF  |                          |                                   |
| Einstellung "H/L" nicht aktiviert, Hochpass eingestellt  |                          |                                   |

L und C werden über Relais binär entsprechend den Encoderwerten 0 bis 255 geschaltet, so dass Werte bis ca. 33 µH (im Mustergerät mit 8 Spulen) und 815 pF eingestellt werden können. In der "Christian-Tuner"-Einstellung mit nur 7 Spulen zählt der Encoder nur von 0 bis 127.

Die Anzeige wird aus der jeweils kleinsten Schrittweite, hier 3,13 pF und 0,13 µH, und dem Encoder-Wert (0...255 bzw. in der Christian-Version 0...127 für L) berechnet. Hinzu addiert werden jeweils die "Null"-Kapazität bzw. -Induktivität in der Ruhestellung (Bypass). Diese sind im EEPROM gespeichert und können in Setup angepasst werden, im Mustergerät mit 17pF bzw. 0,2 µH. Hoch- und Tiefpass werden als "H" (Highpass) bzw. "L" (Lowpass) angezeigt.

Wenn Sie versuchen, eine Einstellung außerhalb der Bandsegmente zu speichern (Anzeige **No Band**), wird an der Stelle der TX-Frequenz **No EEPROM Addr!** angezeigt. Hier erfolgt keine Speicherung.

Sollten aus irgendwelchen Gründen Fehlfunktionen beim Finden der Bandsegmente zu den TX-Frequenzen auftreten, kann im Setup 20 eine komplette Neu-Initialisierung des EEPROM vorgenommen werden.

### 3.1 "A", Automatic, automatische Einstellung

Die automatische Einstellung wird mit Hilfe der TRX-Frequenz und den im EEPROM gespeicherten Daten vorgenommen. Das TX-Signal wird zur Frequenzmessung der SWR-Messeinheit entnommen. Wahlweise, wenn ATU-TRX-Com aktiviert ist, wird im RX-Mode die vom TRX übertragene Frequenz herangezogen. Zur TRX-Frequenz wird das passende Bandsegment gesucht und daraus die EEPROM-Adresse ermittelt, unter der die Daten gespeichert sind. Diese Daten (L, C, H/L) werden automatisch eingestellt und in Zeile 1 angezeigt.

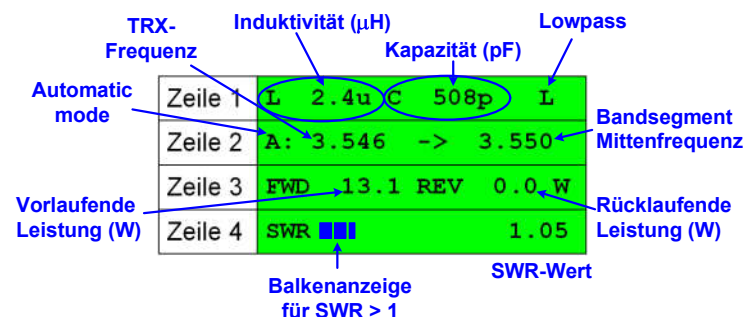


Abb. 3.1: Display im Automatic-Mode.

Die angezeigte Frequenz liefert in der Standardeinstellung (Setup 18) der Frequenzzähler bei eingeschaltetem TX hier wie auch im Manual Mode. Um die korrekte Frequenz für die Zuordnung zum jeweils abzustimmenden Bandsegment zu erhalten, ist CW-Betrieb für das Auto Tuning angeraten, hilfsweise SSB-Betrieb, moduliert mit einem möglicherweise im TRX vorhandenen Tonfrequenzgenerator, z.B. 1kHz. Damit wird natürlich eine Frequenzablage zum Träger erzeugt, abhängig von der TRX-Einstellung LSB oder USB.

Steht keine TX Mute-Funktion zur Verfügung, muss die TX-Leistung manuell unter die in Setup 9 festgelegte Schwelle reduziert werden.

Wenn die ATU-TRX-Kommunikation aktiviert ist, liefert der TRX-VFO im RX-Mode die Frequenz. Wahlweise kann im Setup 18 die Verwendung der TRX-VFO-Frequenz für RX und TX-Mode konfiguriert werden, wenn die unruhige Anzeige bei einem sprachmodulierten HF-Signal stört.

Die LED "Auto" leuchtet, in der zweiten Display-Zeile wird vorne "A" angezeigt.

|               |   |
|---------------|---|
| Store-Taste   | Aktuelle ATU-Einstellung im EEPROM speichern.   |
| Reset-Taste   | Wechsel zwischen der Anzeige der Vorwärtsleistung FWD="FWP" (PEP) und FWD="FWA" (Average Power). Steht nur im Automatic Mode zur Verfügung. |
| Lock-Taste    | Sperren der automatischen Frequenznachführung.  |
| Tune-Taste    | Anstoß der Abstimmautomatik, s. Abschnitt 6.  |
| Encoder       | Keine Funktion.   |
| Encoder-Taste | Keine Funktion.   |

Das Speichern mit der **Store-Taste** ist hier wie im Manual Mode wie folgt eingerichtet:

- (1) Das aktuelle Amateurband hat nach dem Brennen noch keine Werte (L = C = 0, Tiefpass). Dabei ist es gleichgültig, in welchem Bandsegment des Amateurbandes gearbeitet wird. In diesem Falle werden alle Bandsegmente mit den eingestellten Werten für L, C und Hoch-/Tiefpass beschrieben. Somit ist für das Band schon eine grobe Voreinstellung hergestellt. In der dritten Display-Zeile werden die EEPROM-Adressen der fortlaufend beschriebenen Segmente angezeigt (dauert eine Weile).
- (2) Es werden vorhandene Daten eines Bandsegments optimiert. In diesem Falle wird nur das aktuelle Bandsegment mit den neuen Daten beschrieben. In der dritten Display-Zeile wird die EEPROM-Adresse des beschriebenen Segments angezeigt.

Wenn Sie versuchen, eine Einstellung außerhalb der Bandgrenzen zu speichern (Anzeige "No Band", wird in Zeile 4 "No EEPROM Addr!" angezeigt. Hier erfolgt keine Speicherung.

Die **Lock-Taste** ist im Automatikbetrieb eigentlich widersinnig, da sie ihn außer Betrieb setzt. Befindet man sich aber mit der TRX-Frequenz auf oder nahe einer Bandsegmentgrenze, kann sich der Controller u.U. nicht für ein Bandsegment entscheiden und würde andauernd umschalten. Das ist gerade bei SSB-Betrieb der Fall, wenn die TRX Com-Option nicht zur Verfügung steht. Der Frequenzzähler misst ja über ein zufälliges Zeitfenster das Frequenzgemisch des sprachmodulierten LSB- oder USB-Signals ohne den Träger als Bezugspunkt.

Die SWR-Balkenanzeige hat bei SWR=3 Vollausschlag, die Ziffernanzeige geht bis 9.99. Bei einem SWR > 3 blinkt die SWR-LED.

### 3.2 "M", Manual, manuelle Einstellung

Die LED "Man" leuchtet. In der zweiten Display-Zeile werden angezeigt: "M" (Manual) und die gemessene oder von der ATU-TRX-Com gelieferte TRX-Frequenz. Als Anfangswerte für die manuelle Einstellung werden die zur TRX-Frequenz passenden im EEPROM gespeicherten Daten L, C und H/L eingestellt. In der Grundeinstellung ist die TX-Mute-Funktion aktiv, daher spricht der Drehencoder entsprechend verzögert an. Das kann mit der Tune-Taste, s.u., aufgehoben werden.



|               |   |
|---------------|---|
| Store-Taste   | Aktuelle ATU-Einstellung im EEPROM speichern.   |
| Reset-Taste   | L oder C aktiviert: Jeweils Zurücksetzen der aktuellen Einstellung.   |
| Lock-Taste    | Sperre des Encoders. Lock-LED leuchtet. In Zeile 1 "-" vor L, C und H/L. Nochmaliges Drücken auf "Lock" hebt die Sperre wieder auf. |
| Tune-Taste    | Siehe unten "Abstimmbeschleunigung".  |
| Encoder       | Einstellen von jeweils aktiviertem L, C und H/L, markiert mit "***", in Zeile 1.  |
| Encoder-Taste | Durchtakten der Aktivierung "***" von L, C und H/L für Encodereinstellung.  |

Der Encoder hat keinen Anschlag, so dass aus der Nullposition bei Linksdrehung gleich die hohen L-/C-Werte einstellbar sind. Bei aktiviertem H/L (Hoch-/Tiefpass) wechselt die Anzeige mit Drehen am Encoder jeweils von H nach L. Die vorgenommene Einstellung L, C, H/L wird gesichert und nach Mode-Wechsel wieder angezeigt.

### Abstimmbeschleunigung mit dem Tune-Taster

Damit bei der Feinabstimmung des ATU nicht nach jeder Betätigung des Encoders die o.a. Wartezeit für das TX mute anfällt, kann der Mute-Zustand für eine beliebige Dauer beibehalten werden. "Mute" bedeutet, dass der TX ein Steuersignal zur Leistungsreduzierung erhält und dann erst nach der Wartezeit der Tuner geschaltet wird. Mit dem Tune-Taster wird ein dauerhaftes TX-Mute eingestellt. Die Tuning-LED leuchtet.

Verfügt der TX nicht über die Mute-Funktion, ist zumindest die Wartezeit deaktiviert. Die Leistungsreduzierung unterhalb der in Setup 9 festgelegten Abstimmchwelle muss dann manuell vorgenommen werden. Bei zu hoher TX-Leistung werden "Please reduce power" angezeigt und die Schaltung der Relais blockiert.

Nun können bei reduzierter TX-Leistung mit verzögerungsfrei ansprechendem Encoder der ATU in Ruhe optimiert werden und die Einstellungen im EEPROM abgelegt werden.

Erst ein nochmaliges Betätigen des Tune-Tasters hebt diesen Zustand wieder auf. Die Tuning-LED erlischt und der TX wird wieder auf die vorherige volle Leistung hochgefahren.

Wird mit dem Tune-Taster nicht auf die beschriebene Weise ein dauerhaftes TX-Mute eingestellt, ist im Manual-Mode zwischen zwei Encodereinstellungen das o.a. TX mute delay wirksam, also verzögerte Encoderreaktion.

### SWL-Option

In der SWL-Option ist die Anzeige eingeschränkt.

|         |                      |   |
|---------|----------------------|---|
| Zeile 1 | L* 2.4u C 508p L     | Einstellungen L/C der Remote Unit.                  |
| Zeile 2 | M: TX off -> NoBand  | Manual Mode, kein TX-Signal, keine Frequenzanzeige. |
| Zeile 2 | M: 3.546 -> 3.550    | Manual Mode, Frequenzanzeige, wenn TRX Com aktiv.   |
| Zeile 3 | SWL Option, TX is on | Warnhinweis: TX-Signal in SWL-Option gemessen.      |

### 3.3 Ansprechen der Remote Unit

Die Remote Unit ist ansprechbar, wenn der Jumper J1 (Disable Remote Unit) auf dem Front Panel des Steuergerätes **nicht** gesteckt ist. Sie wird immer dann mit Steuerdaten zur Umschaltung der L/C-Bänke versorgt, wenn

- im **Automatic-Mode** ein Wechsel eines Bandsegments mit zur vorherigen Einstellung unterschiedlichen Daten für L, C oder Hoch-/Tiefpass erfolgt bzw. wenn die Abstimmautomatik angestoßen wurde,

- ❑ im **Manual-Mode** manuell eine Einstellung für L, C oder Hoch-/Tiefpass oder ein Reset bei eingeschaltetem TX vorgenommen wurde,
- ❑ **und** die Leistungsreduzierung des TX mit dem PTT-Relais und/oder dem TX-Mute-Ausgang bzw. manuell unterhalb der in Setup Nr. 9 festgelegten Abstimmsschwelle liegt.

Die Leistungsüberwachung läuft in einer Endlosschleife, in der die Tuning-LED blinkt. Die Schleife wird verlassen, wenn die TX-Leistung ausreichend reduziert wurde oder wenn der Träger abgeschaltet wird. Dann erst wird die Remote Unit angesteuert.  
Beispiel: TX eingeschaltet, neue Frequenz mit Wechsel des Bandsegments

|         |                     |   |
|---------|---------------------|---|
| Zeile 1 | L* 4.1u C 571p L    | Daten des neuen Bandsegments.             |
| Zeile 2 | A: 3.576 -> 3.575   | Automatic Mode, TX an, Frequenz 3.576MHz. |
| Zeile 3 | Power 9.7W          | TX-Leistung größer als Abstimmsschwelle.  |
| Zeile 4 | Please reduce power |   |

Wegen zu hoher Leistung wurden die Tuner-Relais noch nicht auf die Daten des neuen Bandsegments (Zeile 1) eingestellt. Wahlweise manuell die TX-Leistung unter die Abstimmsschwelle reduzieren oder Träger ganz wegnehmen. In dem Augenblick schalten die Tuner-Relais auf die Daten des neuen Bandsegments.

|         |                   |                                     |
|---------|-------------------|-------------------------------------|
| Zeile 3 | No coupler signal | Wenn der Träger abgeschaltet wurde. |
|---------|-------------------|-------------------------------------|

Da die Tuner-Relais geschaltet haben, vertragen sie nun die volle voreingestellte TX-Leistung. Wenn der Träger vorher ausgeschaltet wurde, ihn sogleich wieder zuschalten. Bei manueller Leistungsreduktion Leistung wieder hochdrehen.

|         |                   |   |
|---------|-------------------|---|
| Zeile 3 | FWP 9.7 REV 0.00W | Anzeige TX-Leistung, FWP = Forward PEP. |
| Zeile 4 | SWR 1.08          | Anzeige SWR.                            |

Im Manual Mode erfolgt eine identische Überprüfung, wenn L, C oder Hoch-/Tiefpass mit dem Encoder geändert werden.

Die Remote Unit ihrerseits schaltet die ATU-Relais nur dann, wenn der Schaltbefehl angekommen und verstanden wurde und sie damit eine Bestätigung an das Steuergerät zurück schickt.

Tritt ein Fehler auf (TX-Leistung für die Relais-Umschaltung zu hoch oder fehlende Bestätigung von der Remote Unit), haben die ATU-Relais nicht geschaltet. In diesem Fall werden nach der entsprechenden Fehlermeldung (s.u. 7.3) im Display des Steuergerätes die Steuerdaten zurückgesetzt.

### 3.4 Sende-/Empfangsumschaltung

In der Grundausbaustufe ohne das ATU-TRX-Com-Modul erhält der ATU-Controller nur bei eingeschaltetem TX über den Counter eine Frequenzinformation, mit der der Tuner abgestimmt werden kann. Im **RX-Mode** wird daher angezeigt:

|         |                      |
|---------|----------------------|
| Zeile 1 | L* 2.4u C 508p L     |
| Zeile 2 | A: TRX off -> NoBand |
| Zeile 3 | No coupler signal    |

In Zeile 1 bleibt die vormalig im TX-Mode eingestellte L-/C- und Hoch-/Tiefpass-Konfiguration stehen.

Mit Einsatz des ATU-TRX-Com-Moduls übernimmt dieses die vom TRX übermittelte Frequenz, z.B.:

|         |                   |
|---------|-------------------|
| Zeile 1 | L* 2.4u C 508p L  |
| Zeile 2 | A: 3.546 -> 3.550 |
| Zeile 3 | No coupler signal |

Aus dieser Frequenz wird das zugehörige Bandsegment im EEPROM, hier 3,550 MHz, einschließlich der gespeicherten L-/C- und Hoch-/Tiefpass-Konfiguration gesucht und im Tuner eingestellt.

## 4 Setup

Im Setup-Block sind alle Funktionen zusammengefasst, die nur einmalig oder gelegentlich zu bedienen sind. Vor dem Normalbetrieb sollten die vorbereiteten Daten hier und im Auto Tune Setup (Abschnitt 6.2) unbedingt überprüft und ggf. angepasst werden.

Das Setup-Menü öffnet sich nach einer weiteren Betätigung der Mode-Taste nach der Man-Funktion. Es enthält insgesamt 20 Unterfunktionen, die jeweils mit der Lock-Taste (Anzeige "Next") weitergeschaltet werden. Zur Setup-Steuerung wird in der vierten Display-Zeile die Tastenbelegung angezeigt:

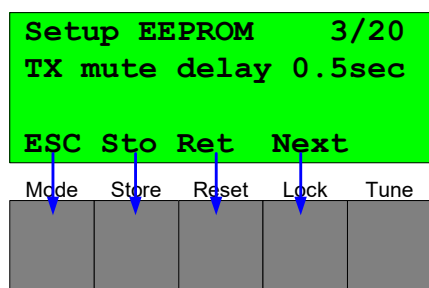


Abb. 4.1: Tastenbelegung im Setup-Mode.

### Setup-Tastenfunktionen:

- ESC** Setup verlassen
- Sto** Aktuelle Einstellung im EEPROM speichern
- Ret** Zur vorherigen Setup-Einstellung ohne Abspeichern
- Next** Zur nächsten Setup-Einstellung ohne Abspeichern.

Die jeweiligen Werte werden mit dem Encoder eingestellt, wobei bei Rechtsdrehung (aufwärts) in zu den jeweiligen Dezimalstellen passenden 10er Schritten erhöht, bei Linksdrehung (abwärts) in 1er-Schritten erniedrigt wird. Alle Werte können innerhalb festgelegter Grenzen geändert werden.

### Die Setup-Einstellungen:

|   |  |
|---|--|
| Setup EEPROM 1/20<br>SWL option (1): 0<br>ESC Sto Ret Next    | Statt der Standard-TRX-Einstellung "0" wird mit dem Wert "1" die SWL-Option gewählt. Bei Betätigung des Tune-Tasters (s.o. zu 2.2) wird dann kein TX-Signal ausgewertet. Stattdessen wird immer das Freigabe-Flag für die ATU-Relaisschaltung gesetzt, sofern tatsächlich kein TX-Signal gemessen wurde. Wertebereich 0 ... 1. |
| Setup EEPROM 2/20<br>Coils 8 (1), 7 (0) 1<br>ESC Sto Ret Next | Kompatibilität mit dem "Christian"-Tuner mit 7 Induktivitäten (0), andernfalls 8 Induktivitäten (1). Einstellen 0 oder 1 mit dem Encoder. Wertebereich 0 ... 1.  |
| Setup EEPROM 3/20<br>TXmute delay 10msec<br>ESC Sto Ret Next  | Wartezeit in Millisekunden nach Aktivierung von PTT-Relais und +12V Mute, die der TX zum Herunterfahren in den Mute-Zustand braucht. Erst danach werden die Tuner-Relais angesprochen. Wertebereich 0 ... 250 msec, Auflösung 10 msec.   |

Die folgenden Einstellungen, Setup 4 bis 7, legen fest, wie aus den Encodereinstellungen für L und C (L, C = 0...255, beim Christian-Tuner L = 0...127) daraus berechnete Werte für L in  $\mu\text{H}$  und C in pF angezeigt werden. Diese Anzeigen haben keinen Einfluss auf die Funktion des Tuners, sie sind rein zur Information.

|   |  |
|---|--|
| <b>Setup EEPROM</b> 4/20<br><b>Delta-C:</b> 3.13 pF<br><b>ESC Sto Ret Next</b>            | Kleinste Kapazitätsschrittweite in pF, hier 3,13 pF.<br>Hieraus wird die mit dem Encoder eingestellte Kapazität berechnet.<br>Wertebereich 0,10 ... 20,00 pF, Auflösung 0,01 pF.   |
| <b>Setup EEPROM</b> 5/20<br><b>Delta-L:</b> 0.13 $\mu\text{H}$<br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Kleinste Induktivitätsschrittweite in $\mu\text{H}$ , hier 0,13 $\mu\text{H}$ .<br>Hieraus wird die mit dem Encoder eingestellte Induktivität berechnet. Wertebereich 0,05 ... 20,00 $\mu\text{H}$ , Auflösung 0,01 $\mu\text{H}$ .                  |
| <b>Setup EEPROM</b> 6/20<br><b>Bias-C:</b> 17.00 pF<br><b>ESC Sto Ret Next</b>            | Null-Kapazität in Stellung Bypass, hier 17,00 pF.<br>Diese wird bei der Berechnung der Kapazität jeweils hinzu addiert.<br>Diesen Wert vorher ausmessen. Wertebereich 0,10 ... 40,00 pF, Auflösung 0,01 pF.  |
| <b>Setup EEPROM</b> 7/20<br><b>Bias-L:</b> 0.20 $\mu\text{H}$<br><b>ESC Sto Ret Next</b>  | Null-Induktivität in Stellung Bypass, hier 0,20 $\mu\text{H}$ .<br>Diese wird bei der Berechnung der Induktivität jeweils hinzu addiert.<br>Diesen Wert vorher ausmessen. Wertebereich 0,05 ... 20,00 $\mu\text{H}$ , Auflösung 0,01 $\mu\text{H}$ . |
| <b>Setup EEPROM</b> 8/20<br><b>Min Auto SWR:</b> 1.20<br><b>ESC Sto Ret Next</b>          | "Bestes" SWR, das bei einer automatischen Abstimmung erreicht werden soll. Wertebereich 1,01 ... 2,00, Auflösung 0,01.   |
| <b>Setup EEPROM</b> 9/20<br><b>Max tune power:</b> 1W<br><b>ESC Sto Ret Next</b>          | Maximale TX-Leistung, die während der ATU-Relaisumschaltung zur Schonung der Relaiskontakte erlaubt wird.<br>Ein SWR 1,05 ist mit den Log Amps schon ab 0,1W sauber zu messen. Wertebereich 1 ... 50 W, Auflösung 1W.                                |
| <b>Setup EEPROM</b> 10/20<br><b>ADC runs:</b> 5<br><b>ESC Sto Ret Next</b>                | Anzahl der ADC-Messungen zur Mittelwertbildung SWR und mittlere Leistung. Die PEP-Auswertung (Setup 11) ist davon unabhängig. Ein hoher Wert verlangsamt die Anzeige.<br>Wertebereich 1 ... 50.  |
| <b>Setup EEPROM</b> 11/20<br><b>PEP hold:</b> 1.0sec<br><b>ESC Sto Ret Next</b>           | Zeit, innerhalb der der ADC im Forward-Kanal die maximale Peakamplitude zur Ermittlung der Peak envelope power (PEP) abtastet. Wertebereich 0,1 ... 19,0 sec, Auflösung 0,1 sec.   |
| <b>Setup EEPROM</b> 12/20<br><b>Coupl. fac:</b> 27.2dB<br><b>ESC Sto Ret Next</b>         | Kopplungsfaktor (positiv),<br>bei Tandem match-Ringkernen $20 \cdot \text{LOG}(1/N)$ , N=Windungszahl.<br>Wertebereich 10,0 ... 40,0 dB, Auflösung 0,1 dB.   |

|  |  |
|--|--|
| <pre>Setup EEPROM 13/20 Log amp att: 6.0dB ESC Sto Ret Next</pre>  | <p>Abschwächer zwischen Koppler und Log Amp zur Reduzierung der maximalen Leistung am Eingang des Log Amp.<br/>Wertebereich 0,0 ... 50,0 dB, Auflösung 0,1 dB.<br/>Die Summe aus Kopplungsfaktor (#12) und Abschwächung (#13) ergibt zusammen mit der Kalibrierung die TX-Leistung (dBm/W).</p>                              |
| <pre>Setup EEPROM 14/20 Calib lo: -60.0dBm ESC Sto Ret Next</pre>  | <p>Unterer Kalibrierungspunkt der linearen Log Amp-Kennlinie für eine Zweipunktkalibrierung. Wertebereich -90,0 ... -40,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.</p>   |
| <pre>Setup EEPROM 15/20 Calib hi: 10.0dBm ESC Sto Ret Next</pre>   | <p>Oberer Kalibrierungspunkt der linearen Log Amp-Kennlinie für eine Zweipunktkalibrierung. Wertebereich -20,0 ... +30,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.</p>  |
| <pre>Setup EEPROM 16/20 Limit lo: -70.0dBm ESC Sto Ret Next</pre>  | <p>Untere Grenze der Log Amp-Kennlinie, bis zu der mit Extrapolation der Kalibrierungsgerade noch Messungen ausgewertet werden. Wertebereich -90,0 ... -40,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.</p>  |
| <pre>Setup EEPROM 17/20 Limit hi: 15.0dBm ESC Sto Ret Next</pre>   | <p>Obere Grenze der Log Amp-Kennlinie, bis zu der mit Extrapolation der Kalibrierungsgerade noch Messungen ausgewertet werden. Wertebereich -20,0 ... +30,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.</p>   |
| <pre>Setup EEPROM 18/20 Use TRX freq (1) 0 ESC Sto Ret Next</pre>  | <p>0: (Standardeinstellung): Im TX-Mode liefert der Frequenzzähler die angezeigte Frequenz. Im RX-Mode wird die über die ATU-TRX-Kommunikation übertragene Frequenz angezeigt, falls aktiviert.<br/>1: Die vom TRX übertragene Frequenz wird im RX- und TX-Mode angezeigt, wenn die ATU-TRX-Kommunikation aktiviert ist.</p> |
| <p>Wenn die ATU-TRX-Kommunikation mit dem Jumper an PB.0 des Controllers nicht aktiviert ist, erfolgt ein Hinweis in Zeile 3. Einstellungen im Setup 18 sind dann nicht möglich. Eine Frequenzanzeige erfolgt dann nur mit eingeschaltetem TX.</p> |  |
| <pre>Setup EEPROM 19/20 Addr. 0050 -&gt; 1.805 L 18.8u C 10p L ESC --- Ret Next</pre>  | <p>Gespeicherte Bandsegmentdaten ansehen, Auswahl mit dem Encoder.<br/>Zeile 2: EEPROM-Adresse und Bandsegment-Mittenfrequenz<br/>Zeile 3: ATU-Einstellung L (18,8 µH), C (10pF), Lowpass für dieses Bandsegment.</p>  |
| <pre>Setup EEPROM 20/20 Init EEPROM? ESC --- Ret All Seg</pre>   | <p>Neuinitialisierung des EEPROM, wahlweise:<br/>"All": Alle Bandsegmente und zugehörige Einstellungen L/C (Lock-Taste betätigen)<br/>"Seg": Nur die Bandsegmente, L/C-Einstellungen und Kalibrierungen bleiben erhalten. (Tune-Taste betätigen)<br/>Anschließend startet das Programm wieder.</p>                           |

Um hier nicht unbedacht die falsche Taste zu drücken und ggf. den EEPROM ungewollt zu löschen, blinken die drei unteren LED hoffentlich auffällig genug. Vorhandene Kalibrierungsdaten bleiben bei einer Neuinitialisierung erhalten. **Wenn das EEPROM so bleiben soll wie es ist, mit "ESC" (Mode-Taster links) das Setup verlassen.**

Diese EEPROM-Daten sind zusammen mit den Daten der Amateurbänder in der Datei "ATU\_Controller\_EEPROM\_Data\_300.bas" vorbesetzt. Wer eine BASCOM Voll-Lizenz besitzt, kann die Daten seinen Gegebenheiten anpassen. Nach Kompilieren und Flashen des Controller-Chips stehen sie dann im EEPROM zur Verfügung.

## 5 Kalibrierung

Für die eingesetzten logarithmischen Verstärker AD8307 wird eine Zweipunktkalibrierung an zwei Stützstellen im linearen Anzeigebereich vorgenommen, z.B. bei -60 und +10dBm. Die Berechnung der gemessenen Leistung erfolgt über die Zweipunkteformel für eine Gerade.

Es sind mehrere Optionen für die Kalibrierung möglich:

1. Verwendung des Kopplers und eines TX (Abschnitt 5.1).  
Entsprechend den im Setup festgelegten Werten für den Kopplungsfaktor (Setup #12), den Abschwächer (Setup #13) und den Input-Eckwerten der AD8307 (low, Setup #14) und high (Setup #15) sind die TX-Leistungen einzustellen. Vier Messungen für Koppler "vorwärts" bzw. "rückwärts", jeweils low und high level.
2. Messung am AD8307-Modul ohne Koppler (Abschnitt 5.2).  
Die high/low-Leistungen am Eingang der AD8307, etwa +10 und -60dBm, lassen sich ggf. einfacher mit einem Messsender einstellen. Es sind nur 2 Messungen (low/high level) nötig.
3. Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Abschnitt 5.3).  
Wurde nach Option 2 verfahren, können die ermittelten Werte für high/low, etwa für den Vorwärtskanal, für den jeweils anderen Kanal manuell eingegeben werden. Diese Option wird auch hilfreich sein, wenn aus irgendeinem Grund die Kalibrierung nach 1 oder 2 schief gegangen ist oder EEPROM-Werte für die Kalibrierung unstimmtig sind. Das erspart eine neue Kalibrierung.

Es ist auf alle Fälle ratsam, die Kalibrierung zu protokollieren, z.B. im Excel-Sheet "ATU Data...", um ggf. mit Option 3 die im EEPROM gespeicherten Daten zu korrigieren.

|   |   |
|---|---|
| <pre>Calibrate coupler Select with encoder With TX →Encoder key ESC</pre> | <p>Kalibrierungs-Eingangsmenü<br/>Auswahl "With TX" (Abschnitt 5.1) oder "By hand" (Abschnitt 5.3) mit dem Encoder.<br/>Bestätigung mit Druck auf den Encoderknopf (Encoder key).<br/><b>ESC</b>: Kalibrierung verlassen.</p> |
|---|---|

### 5.1 Kalibrierung mit Koppler und TX (Option "with TX")

Um den Koppler jeweils mit sauberem Abschluss zu kalibrieren, müssen je nach Kanal die Signalquelle (TX) und die 50Ω-Dummyload wechselseitig umgesteckt werden. Vorteilhaft ist eine Dummyload mit Messausgang. TX wird im CW-Betrieb mit Dauerton betrieben. Für die Low level-Kalibrierung ggf. einen Messsender verwenden. Im Excel-Sheet "ATU Data ..." im Download kann die Kalibrierung protokolliert werden.

Unabhängig von der Einstellung in Setup 10 (ADC runs) werden bei der Kalibrierung Mittelwerte aus jeweils 50 ADC-Messungen gebildet.

#### Messung des FWD (Forward)-Kanals

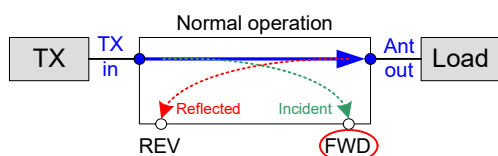


Abb. 5.1: Koppler "vorwärts" betrieben. TX an TX in-Eingang, Dummy Load an Ant out-Ausgang. Das im FWD-Kanal ausgekoppelte Signal wird gemessen. "Incident" = "FWD".

## Messung des REV (Reverse)-Kanals

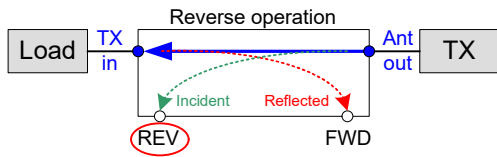


Abb. 5.2: Koppler "rückwärts" betrieben. Dummy Load an TX in-Eingang, TX an Ant out-Ausgang. Das im REV-Kanal ausgekoppelte Signal wird gemessen. "Incident" = "REV".

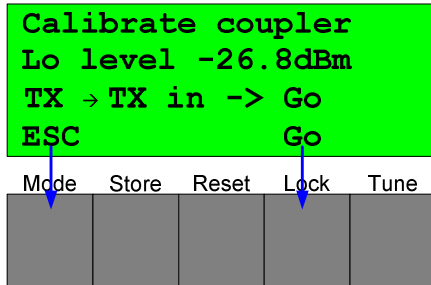


Abb. 5.3: Tastenbelegung zur Herstellung der Anschlusskonfiguration, hier TX an TX in, Load an Ant out (Abb. 5.1), low level-Messung des FWD-Kanals. Nach Anschluss von TX und Dummyload an die Koppler-Ports weiter mit **Go** (Abb. 5.4). **ESC**: Kalibrierung verlassen.

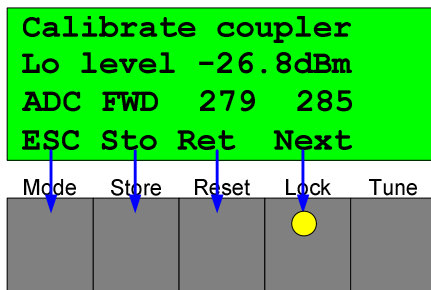


Abb. 5.4: Tastenbelegung zur Übernahme des gemessenen ADC-Wertes, hier des FWD-Kanals. "279" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert. "285" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung blinkt die Lock-LED. **ESC** Kalibrierung verlassen. **Sto** Neuen ADC-Wert im EEPROM speichern. **Ret** Zur vorherigen Kalibrierung ohne Abspeichern. **Next** Zur nächsten Kalibrierung ohne Abspeichern.

Die zwei vom TX zu liefernden Leistungspegel zur Kalibrierung der logarithmischen Verstärker (Log Amp) ergeben sich aus der Summe der im Setup festgelegten Größen

- Eingangsspegel des Log Amp, z.B. -60 (low) bzw. +10dBm (high),
- plus Kopplungsfaktor, z.B. 27,2dB,
- plus Abschwächer zwischen Koppler und Log Amp-Eingang, z.B. 6dB.

Die daraus berechnete und an den Koppler anzulegende Leistung wird angezeigt.

Beispiel:

| Log Amp input | Koppl.-Faktor | Abschwächer | TX-Leistung |         |
|---------------|---------------|-------------|-------------|---------|
| -60dBm (low)  | + 27,2dB      | + 6dB       | = -26,8dBm  | 0,002mW |
| +10dBm (high) | + 27,2dB      | + 6dB       | = +43,2dBm  | 20,89W  |

Umrechnung dBm in W: 
$$P(W) = 10^{\frac{P(dBm)-30}{10}} = \frac{10^{\frac{P(dBm)}{10}}}{1000}$$

Umrechnung W in dBm: 
$$P(dBm) = 10 * \text{Log}_{10}(P(W)) + 30$$

Diese Formeln sind im Excel-Sheet "ATU Data ...", Reiter "Calculations", programmiert.

### 5.1.1 Low level Kalibrierung

|  |  |
|--|--|
| <p>Calibrate coupler<br/>Lo level -26.8dBm<br/>TX -&gt; TX in -&gt;Go<br/>ESC Go</p> | <p>Es wird die erforderliche TX-Leistung für die <u>untere</u> Kalibrierungsstützstelle vorgegeben. Diesen Wert mit entsprechenden Abschwächern am TX einstellen. Anschluss "vorwärts" nach Abb. 5.1. Dann "Go"-Taste betätigen.</p> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| <pre>Calibrate coupler Lo level -26.8dBm ADC FWD 279 285 ESC Sto Ret Next</pre> | <p>In der dritten Zeile werden für den <b>FWD</b> (Forward)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert.<br/>         "279" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert.<br/>         "285" = neu gemessener ADC-Wert.<br/>         Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED.<br/>         Neue Messung mit <b>Sto</b> im EEPROM speichern.</p> |
|---|---|

|   |  |
|---|--|
| <pre>Calibrate coupler Lo level -26.8dBm TX → Ant out-&gt;Go ESC Go</pre> | <p>TX-Leistung unverändert.<br/>         Anschluss "rückwärts" nach Abb. 5.2 (TX an Anschluss Ant out, Dummy load an TX in).<br/>         Dann "Go"-Taste betätigen.</p> |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| <pre>Calibrate coupler Lo level -26.8dBm ADC REV 274 281 ESC Sto Ret Next</pre> | <p>In der dritten Zeile werden für den <b>REV</b> (Reverse)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert.<br/>         "274" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert.<br/>         "281" = neu gemessener ADC-Wert.<br/>         Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED.<br/>         Neue Messung mit <b>Sto</b> im EEPROM speichern.</p> |
|---|---|

## 5.1.2 High level Kalibrierung

|   |   |
|---|---|
| <pre>Calibrate coupler Hi level 43.2dBm TX → TX in -&gt;Go ESC Go</pre> | <p>Es wird die erforderliche TX-Leistung für die <u>obere</u> Kalibrierungsstützstelle vorgegeben. Diesen Wert am TX einstellen.<br/>         Anschluss "vorwärts" nach Abb. 5.1.<br/>         Dann "Go"-Taste betätigen.</p> |
|---|---|

|  |   |
|--|---|
| <pre>Calibrate coupler Hi level 43.2dBm ADC FWD 988 992 ESC Sto Ret Next</pre> | <p>In der dritten Zeile werden für den <b>FWD</b> (Forward)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert.<br/>         "988" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert.<br/>         "992" = neu gemessener ADC-Wert.<br/>         Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED.<br/>         Neue Messung mit <b>Sto</b> im EEPROM speichern.</p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <pre>Calibrate coupler Lo level 43.2dBm TX → Ant out-&gt;Go ESC Go</pre> | <p>TX-Leistung unverändert.<br/>         Anschluss "rückwärts" nach Abb. 5.2 (TX an Anschluss Ant out, Dummy load an TX in).<br/>         Dann "Go"-Taste betätigen.</p> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <pre>Calibrate coupler Hi level 43.2dBm ADC REV 978 981 ESC Sto Ret Next</pre> | <p>In der dritten Zeile werden für den <b>REV</b> (Reverse)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert.<br/>         "978" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert.<br/>         "981" = neu gemessener ADC-Wert.<br/>         Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED.<br/>         Neue Messung mit <b>Sto</b> im EEPROM speichern.</p> |
|--|---|

Bei der erstmaligen Kalibrierung müssen alle vier ausgeführt werden. Die Vollständigkeit wird am Ende überprüft: "**Calibration complete**" oder "**Calib data missing**", wenn Daten fehlen.

Wenn nachträglich auch nur eine der vier Kalibrierungen geändert wurde, bitte **bis zum Ende** mit "Go" und "Next" durchtasten. Das Programm wird dann wieder gestartet, um die Kalibrierungsgeraden neu zu berechnen. Alternativ das Steuergerät aus und wieder einschalten.



## 5.2 Kalibrierung am AD8307-Modul ohne Koppler (Option "with TX")

Am FWD-Eingang des AD8307-Moduls wird das High-Level-, am REV-Eingang das Low-Level-Signal eingespeist. Die vom Messsender zu liefernde Leistung für die genannten Pegel muss jeweils um die Dämpfung des Abschwächers vor den AD8307 erhöht werden. Da der Koppler für den Vorwärts- und den Reflexionskanal bis auf minimale Unterschiede symmetrisch ist, ergeben sich aus den 2 Messungen (high/low), z.B. nur für den Vorwärtskanal, sogleich die identisch angenommenen Werte für den jeweils anderen Kanal.

Es wird jeweils eine Low- und eine High-Level-Messung für einen Kanal, etwa FWD, wie in Abschnitt 5.1 beschrieben vorgenommen. Die Ergänzung für den anderen Kanal erfolgt manuell (Abschnitt 5.3).

## 5.3 Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Option "by hand")

|   |  |
|---|--|
| <b>Calibrate coupler</b><br><b>Lo level -60.0dBm</b><br><b>ADC FWD 279</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | In der dritten Zeile wird für den <b>FWD</b> (Forward)-Kanal der im EEPROM gespeicherte ADC-Wert angezeigt.<br>Ändern mit dem Encoder, aufwärts in 10er, abwärts in 1er-Schritten.<br>Neuen Wert mit <b>Sto</b> im EEPROM speichern. |
|---|--|

In Zeile 2 werden jeweils die im Setup #14 und 15 festgelegten Kalibrierungseckpunkte für die Pegel an den AD8307-Eingängen angezeigt. Tastensteuerung laut Zeile 4 analog Abschnitt 5.1.

Nachfolgend werden angeboten, ADC-Werte beispielhaft aus der Kalibrierung am Mustergerät:

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Lo level -60.0dBm</b><br><b>ADC REV 281</b> | Low level, ADC REV  |
| <b>Hi level 10.0dBm</b><br><b>ADC FWD 990</b>  | High level, ADC FWD |
| <b>Hi level 10.0dBm</b><br><b>ADC REV 988</b>  | High level, ADC REV |

Wenn nachträglich auch nur eine der vier Kalibrierungen geändert wurde, bitte **bis zum Ende** mit "Next" durchtasten. Das Programm wird dann wieder gestartet, um die Kalibrierungsgeraden neu zu berechnen. Alternativ das Steuergerät aus und wieder einschalten.

## 6 Auto Tuning

Im Automatic-Mode ist eine automatische Abstimmung implementiert. Sie wird mit Betätigen der Tune-Taste angestoßen. Dazu TX-Betrieb mit CW-Dauerton. Nochmaliges Drücken während des Abstimmvorgangs bricht den automatischen Scan wieder ab. Das kann einen kurzen Augenblick dauern, bis die momentane Suchschleife durchlaufen ist.

Die TX-Leistung muss kleiner gleich der in Setup 9 festgelegten Schwelle sein. Steht die TX Mute-Funktion zur Verfügung, erfolgt die Leistungsreduktion automatisch. Ist das nicht der Fall, wird bei zu hoher TX-Leistung diese angezeigt mit dem Hinweis "**Please reduce power**". Nun die Leistung reduzieren, bis die Anzeige verschwindet.

Ist das gemessene SWR kleiner als das im Setup 8 festgelegte Ziel-SWR, wird nicht abgestimmt.

### 6.1 Funktionsweise

L und C werden in einem im Auto tune-Setup (Abschnitt 6.2) festgelegten groben Raster variiert. Bei jeder L-/C-Kombination werden Vor- und Rücklauf gemessen und daraus über die LogAmp-Kalibrierung der Return Loss berechnet. Dieser ist die Differenz der gemessenen Vorlauf- und der Rücklaufleistung

$$\text{Return Loss (dB)} = P_{\text{FWD}} \text{ (dBm)} - P_{\text{REV}} \text{ (dBm)}$$

Wegen des geringeren Rechenaufwandes wird mit Return loss gerechnet, der maximiert wird.

Im Auto Tuning-Setup (s.u. 6.2) können

- die Startwerte und Endwerte für L bzw. C,
- die anfängliche maximale Schrittweite
- sowie Hoch-/Tiefpass.

festgelegt werden. Damit kann die unnötige Suche im resonanzfreien Bereich übersprungen werden, was einen erheblichen Performancegewinn bringt.

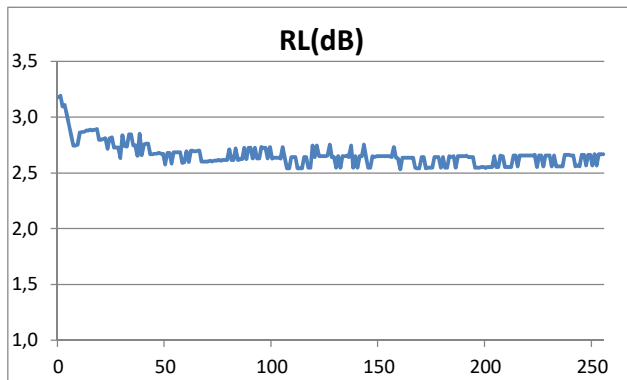


Abb. 6.1: Anfangsbedingung:  
Return Loss 3,6MHz,  
C=0, Variation x-Achse L (0...255).

## ATU Auto Tuning DL6GL 25.11.2018

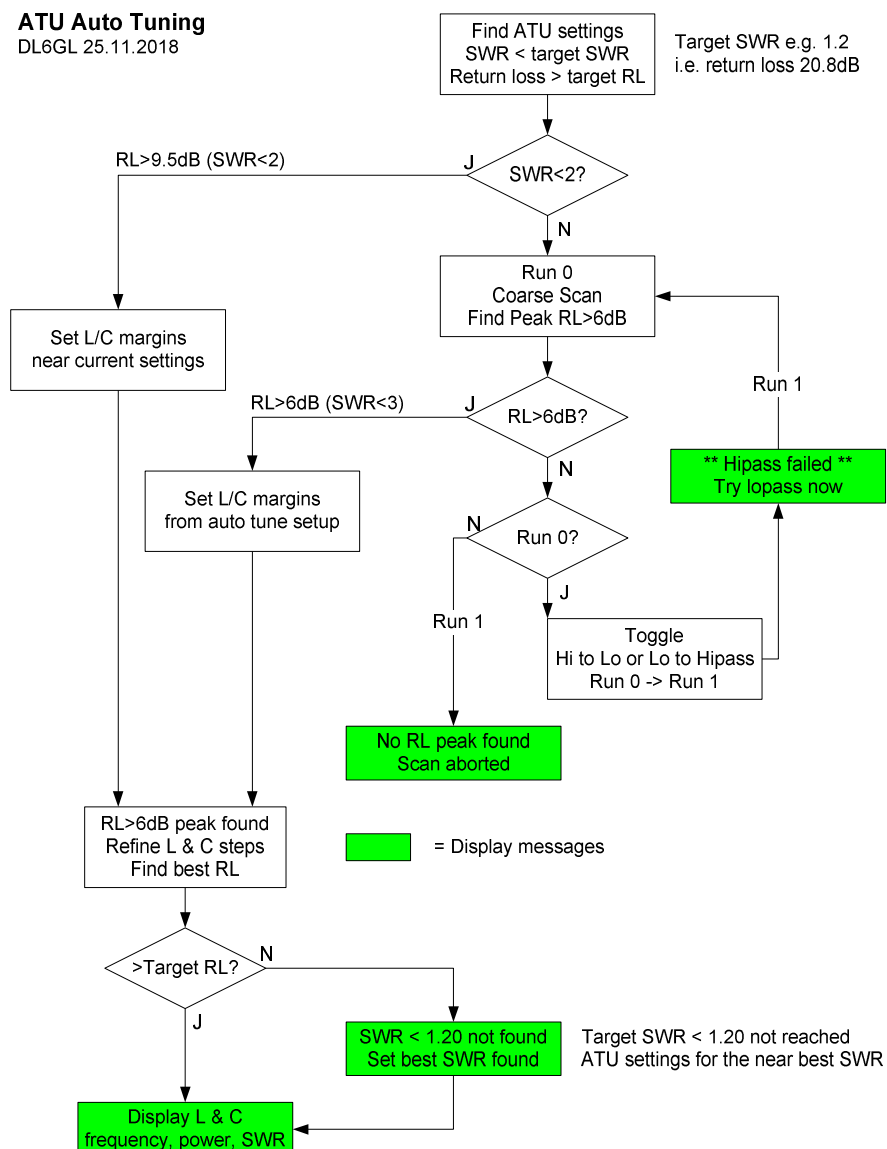


Abb. 6.2: Programmlogik des Auto Tuning.

Die Suchstrategie wurde im Update V3.04 nach V3.10 geändert.

Wird der TX während des Auto Tunings ausgeschaltet, bricht der Scan ab.

Es wird zunächst nach dem ersten Auftreten eines Return Loss-Peaks über den gesamten im Auto Tuning Setup festgelegten Wertebereich von L und C und deren Anfangsschrittweiten gesucht.

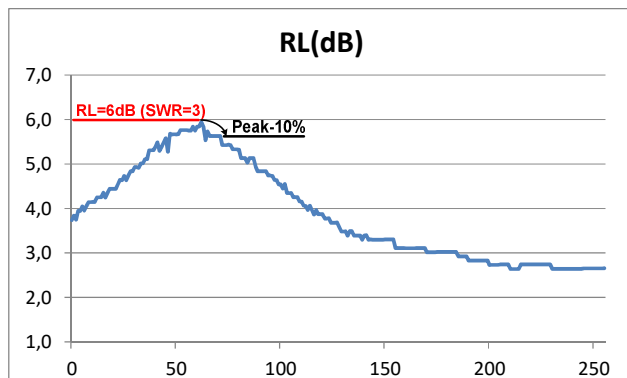


Abb. 6.3: Suche nach einem Return Loss-Peak > 6dB  
C=130 (424pF), L= 62 (8,3µH).

Ein Peak wird als solcher identifiziert,

- wenn der Return Loss 6dB überschreitet, d.h. das SWR kleiner als 3 wird
- und der Return Loss wieder um 10% abgefallen ist.

Nachdem ein solcher Peak gefunden wurde, wird die Grobsuche abgebrochen.

Wird ein solcher Peak mit der Voreinstellung im Auto Tuning Setup als Hoch- bzw. Tiefpass (s.u. 6.2) **nicht gefunden**, wird mit der jeweils anderen Einstellung ein zweiter Grob-Scan versucht.

|         |                            |                               |
|---------|----------------------------|-------------------------------|
| Zeile 3 | <b>** Hipass failed **</b> | Voreinstellung war Hochpass.  |
| Zeile 4 | <b>Try lopass now</b>      | Zweiter Versuch mit Tiefpass. |

Ist auch der zweite Versuch erfolglos, wird eine weitere Suche unterbunden, wäre auch sinnlos. Entweder ungünstige Einstellungen im Auto Tuning Setup (s.u. 6.2) für das Band oder Einstellbereich des Tuners für eine Resonanz auf der betreffenden Frequenz unzureichend. Meldung:

|         |                             |  |
|---------|-----------------------------|--|
| Zeile 3 | <b>* No RL peak found *</b> | Bei der Grobsuche kein Return loss > 6dB gefunden. |
| Zeile 4 | <b>*** Scan aborted ***</b> | Keine weitere Optimierungssuche.                   |

Nach Auffinden eines RL>6dB-Peaks wird um diesen nun ein Raster gelegt mit den Kantenlängen der erstmaligen Schrittweite für L und C. Innerhalb dieses Rasters wird mit Variation von L und C mit der halbierten Schrittweite das Peakmaximum lokalisiert. Wird ein neues Maximum gefunden, erfolgt eine neuerliche Anpassung des Suchrasters um den neuen Peak. Das Raster wird entsprechend der Änderung der neuen Peakposition unterschiedlich gelegt.

- Der neue L-/C-Wert ist größer als der vorherige:  
Untere Rastergrenze ist L-/C-Wert - 1 x Schrittweite,  
Obere Rastergrenze ist L-/C-Wert + 2 x Schrittweite.
- Der neue L-/C-Wert ist kleiner als der vorherige:  
Untere Rastergrenze ist L-/C-Wert - 2 x Schrittweite,  
obere Rastergrenze ist L-/C-Wert + 1 x Schrittweite.
- Der neue L-/C-Wert ist unverändert:  
Raster mittig um den L-/C-Wert, Grenzen +/- Schrittweite

Wenn kein neues Maximum mehr zu finden ist, wird die Schrittweite erneut reduziert. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das gefundene Maximum den Ziel-Return Loss überschreitet, d.h. das Ziel- SWR, etwa 1,2, unterschreitet oder aber die minimale Schrittweite 1 erreicht ist.

Je nach L-C-Kombination wandert die Peakposition, im gezeigten Beispiel von der Peaksuche (L=8,3µH, C=424pF) nach L=4µH und C=543pF. Mit zunehmender Optimierung wird der Peak zunehmend schmaler und natürlich höher.

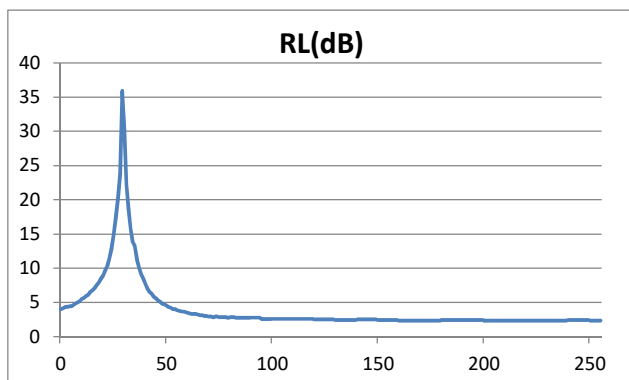


Abb. 6.4: Optimale Abstimmung 3,6MHz, L=29 (4µH), C=168 (543pF). Return Loss 36dB = SWR 1,04

Wird das gewünschte Ziel-SWR nicht erreicht, stellt sich der Tuner auf das beste gefundene SWR ein.

|         |                      |   |
|---------|----------------------|---|
| Zeile 3 | SWR < 1.20 not found | Ziel-SWR 1,20 nicht erreicht.             |
| Zeile 4 | Set best SWR found   | Das beste gefundene SWR wird eingestellt. |

Ist das aktuelle SWR < 2, wird nur in der näheren Umgebung der aktuellen L- und C-Werte nach einem besseren SWR gesucht. Falls die Vorgabe aus dem Auto Tuning Setup nicht mit der aktuellen Einstellung als Hoch-/Tiefpass übereinstimmt, wird die aktuelle Einstellung beibehalten.

**Ist das gefundene SWR zufriedenstellend, Abspeichern nicht vergessen.**

Sonst werden nach Verlassen des Auto Tuning die vorherigen Tunerdaten wieder eingestellt.

Aufgrund der Scan-Ergebnisse ist es u.U. angebracht, die Voreinstellungen im Auto Tuning-Setup zu erweitern oder einzugrenzen, um die Suche mit passenderen Anfangsbedingungen zu beschleunigen oder überhaupt möglich zu machen.

Zu beachten ist, dass die einmal gefundenen optimalen Abstimmungen nicht beständig sind. Je nach Witterung ändern sich Bodenbeschaffenheit unter der Antenne und die elektrischen Eigenschaften der Antenne selber. Es liegt also nicht am ATU, wenn nach einem Regenguss Korrekturen vorzunehmen sind.

## 6.2 Auto Tuning Setup

Es wäre ja nun reine Zeitverschwendung, sich mit der Suche in den resonanzfreien Bereichen aufzuhalten. Ein Extrembeispiel dazu hat mein 2x13,75m langer Dipol im 15m-Band zu bieten. Hier ist der Dipol mit annähernd 2λ resonant mit dem Ergebnis, dass der Variationsbereich im gesamten Band für L und C mit L = 0,8 bis 0,9µH und C = 40 bis 50pF sehr schmal ist. Dieser Bereich wäre also einzugrenzen und mit geringer Schrittweite zu überstreichen.

Um das Auto Tuning zu beschleunigen, können hier Einstellungen für jedes der 11 Bänder vorgenommen werden. Sie werden in der Regel aus vorangegangenen Auto Tuning-Versuchen oder mit der manuellen Abstimmung ermittelt, z.B. an Band-Anfang, -Mitte und -Ende. In Setup #19 (Abschnitt 4) sind diese gespeicherten Einstellungen einsehbar, um daraus die Wertebereiche und sinnvolle Schrittweiten zu ermitteln.

|   |   |
|---|---|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Select band →Encoder</b><br><b>OK →Encoder key</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Die Bänder 160 bis 6m stehen zur Auswahl. |
|---|---|

Die Auswahl des Amateurbandes ist auf zwei Arten möglich:

1. Mit den Drehencoder, vorteilhaft, wenn ein bestimmtes Band zu wählen ist. Bestätigung mit Druck auf den Encoderknopf.
2. Mit der Next-Taste. Damit werden alle Einstellungen durchgetastet.

Die Tastenfunktionen werden wie im Setup (Abschnitt 4) in Zeile 4 angezeigt:

- ESC** Setup verlassen
- Sto** Aktuelle Einstellung im EEPROM speichern
- Ret** Zur vorherigen Setup-Einstellung ohne Abspeichern
- Next** Zur nächsten Setup-Einstellung ohne Abspeichern.

Die Start- und Endwerte werden bei der ersten Grobsuche nach dem RL-Peak verwendet. Bei diesen beiden Einstellungen sind die jeweils untersten und obersten Grenzen für C und L mit etwas Luft nach oben und unten im jeweiligen Band vorzunehmen.

|  |  |
|--|--|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Start C: 0 17pF</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Der Auto Tune-Lauf beginnt mit einem wählbaren Kapazitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Kapazität. Einstellung mit dem Encoder. |
|--|--|

|   |  |
|---|--|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>End C: 255 815pF</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Der Auto Tune-Lauf endet mit einem wählbaren Kapazitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Kapazität. Einstellung mit dem Encoder. |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Start L: 0 0.2uH</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Der Auto Tune-Lauf beginnt mit einem wählbaren Induktivitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Induktivität. Maximalwert der "Christian"-Option: 127. Einstellung mit dem Encoder. |
|---|---|

|  |   |
|--|---|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>End L: 255 33.3uH</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Der Auto Tune-Lauf endet mit einem wählbaren Induktivitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Induktivität. Maximalwert der "Christian"-Option: 127. Einstellung mit dem Encoder. |
|--|---|

Die Start- und Endwerte für L und C werden während der Eingabe überwacht. Abweichungen wie Startwert > Endwert werden in Zeile 3 angezeigt. Dann ist kein Abspeichern möglich.

Je nach angeschlossener Antenne und Bandfrequenz sind die Resonanzpeaks unterschiedlich breit und unterschiedlich abhängig von L bzw. C. Es ist zweckmäßig, zunächst im Manual-Mode pro Band die Empfindlichkeit der Einstellungen von L und C zu untersuchen. Eine zu große Schrittweite könnte u.U. den Resonanzpeak überspringen.

|  |   |
|--|---|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Max step size C: 16</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Die Step size C legt die anfängliche Schrittweite (Binärstufen) bei der Variation der Kapazitäten fest. Einstellung mit dem Encoder. Die Schrittweite in pF ergibt sich aus dem Wert in Setup 4/20. |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Max step size L: 16</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Die Step size L legt die anfängliche Schrittweite (Binärstufen) bei der Variation der Induktivitäten fest. Einstellung mit dem Encoder. Die Schrittweite in µH ergibt sich aus dem Wert in Setup 5/20. |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
| <b>Setup auto tune 160m</b><br><b>Start Lo(0),Hi(1) 0</b><br><b>ESC Sto Ret Next</b> | Der Auto Tune-Lauf beginnt mit der Einstellung Lowpass(0) oder Highpass(1). Wenn die Suche mit dieser Einstellung nicht zum Erfolg geführt hat, wird die andere Einstellung versucht. Einstellung mit dem Encoder. |
|--|--|

Nächste Einstellung 80m, usw. bis 6m.

In der folgenden Tabelle sind beispielhaft die im Auto tuning-Setup eingestellten Suchparameter und die Ergebnisse der automatischen Abstimmung an der hiesigen Antennenanlage (2x13,75m Dipol + 12m Hühnerleiter) zusammengestellt. "Runs" ist die Anzahl der Abstimmversuche bis zum optimalen SWR.

Automatic tuning, search for SWR < 1.2

DL6GL, 22.04.2017

| Band | Freq   | Auto tuning range settings |            |              |            |           |        | Auto tuning results |        |        |      |      |      |
|------|--------|----------------------------|------------|--------------|------------|-----------|--------|---------------------|--------|--------|------|------|------|
|      |        | C start (pF)               | C end (pF) | L start (µH) | L end (µH) | Hi/Lopass | Step C | Step L              | L (µH) | C (pF) | SWR  | Runs | sec. |
| 80m  | 3,600  | 298                        | 799        | 2,2          | 6,0        | Lo        | 16     | 16                  | 3,3    | 574    | 1,06 | 39   | 2    |
| 40m  | 7,100  | 17                         | 35         | 0,2          | 2,0        | Lo        | 2      | 2                   | 0,9    | 23     | 1,16 | 20   | 2    |
| 30m  | 10,120 | 17                         | 35         | 1,5          | 5,0        | Hi        | 2      | 2                   | 3,0    | 20     | 1,11 | 24   | 2    |
| 20m  | 14,200 | 148                        | 254        | 0,4          | 2,6        | Hi        | 8      | 4                   | 1,2    | 223    | 1,06 | 59   | 3    |
| 17m  | 18,100 | 110                        | 160        | 0,2          | 2,0        | Hi        | 4      | 2                   | 0,3    | 117    | 1,15 | 28   | 2    |
| 15m  | 21,200 | 29                         | 60         | 0,2          | 2,2        | Hi        | 2      | 2                   | 0,8    | 48     | 1,19 | 51   | 3    |
| 12m  | 24,940 | 70                         | 120        | 0,2          | 2,2        | Hi        | 2      | 4                   | 0,4    | 107    | 1,15 | 65   | 3    |
| 10m  | 29,000 | 198                        | 420        | 8,0          | 15,0       | Hi        | 16     | 16                  | 5,9    | 248    | 1,12 | 31   | 2    |

## 7 Anhang

### 7.1 Verwendete Formeln

Die Kalibrierungsgerade der Log Amps (ADC-Counts nach dBm) wird mit der Zweipunkteformel berechnet. Die Endpunkte der Kalibrierungsgeraden (dBm und ADC-Counts) sind im Setup und mit der Kalibrierung festgelegt.

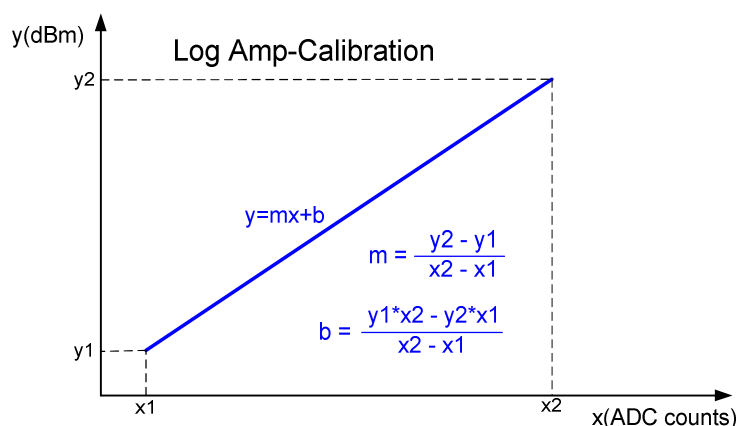


Abb. 7.1: Bestimmung der Leistung (dBm) aus der Log Amp-Kalibrierungsgeraden  $y=mx+b$ .

Die Geradengleichung ist für den FWD- und REV-Kanal jeweils über die Kalibrierungspunkte  $(x_1, y_1)$  und  $(x_2, y_2)$  festgelegt.

Umrechnung Leistung (dBm) nach Leistung (W).

$$P(W) = 10^{\frac{P(dBm)-30}{10}} = \frac{10^{\frac{P(dBm)}{10}}}{1000}$$

Umkehrung gefällig? (wird hier nicht verwendet):

$$P(dBm) = 10 * \text{Log}_{10}(P(mW)) = 10 * \text{Log}_{10}(P(W)) + 30$$

Return Loss aus den Log Amp-Kalibrierungen

$$RL(dB) = P_{FWD}(dBm) - P_{REV}(dBm)$$

Reflexionskoeffizient  $\Gamma$  und VSWR aus dem Return Loss

$$\Gamma = 10^{\frac{RL}{20}} \Rightarrow VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

Diese Formeln werden zur Anzeige der Vorwärts- und der reflektierten Leistung in Watt sowie zur Anzeige des VSWR verwendet.

Beim automatischen Suchlauf wird nicht nach gleichem Muster das aktuelle VSWR minimiert, sondern der Return Loss maximiert. Der Rechenaufwand ist geringer, also zeitsparender.

Entsprechend Abb. 7.1 wird auch hier aus den ADC-Messungen die Vor- und Rückwärtsleistung in dBm aus den Kalibrierungsgeraden berechnet. Der Return Loss ergibt sich wie oben

$$RL(dB) = P_{FWD}(dBm) - P_{REV}(dBm)$$

Um den aktuellen Return Loss mit einem Ziel-VSWR zu vergleichen, das im Suchlauf zu unterschreiten ist, wird dieses VSWR in den zu überschreitenden Return Loss umgerechnet:

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \text{ (Reflexionskoeffizient)} \Rightarrow RL(dB) = -20 * \text{Log}_{10}(\Gamma)$$

## 7.2 Setzen der Fuses vor dem Brennen

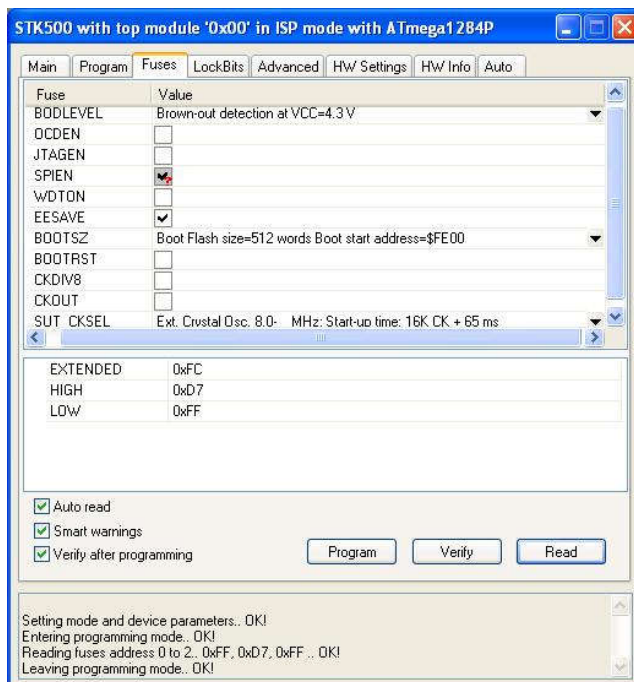


Abb. 7.2: Fuses im Controller (Atmega1284P).

Mit der Einstellung "EESAVE

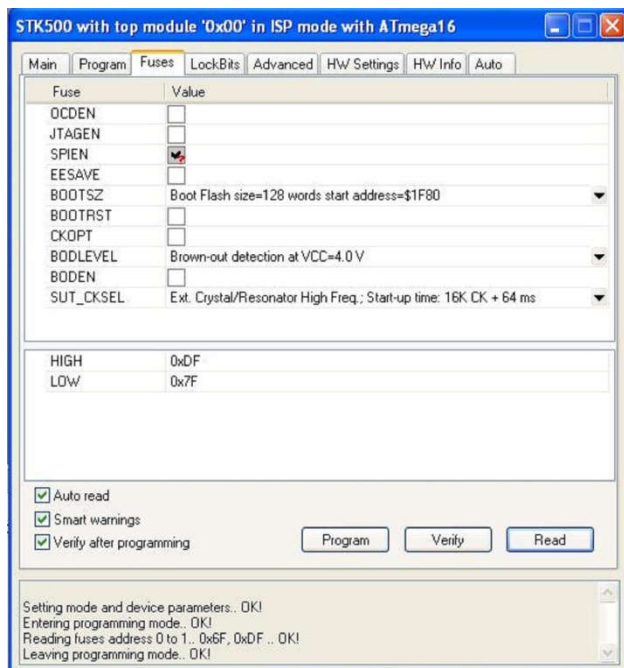
 wird das EEPROM nur mit dem erstmaligen Brennen eines fabrikfrischen Controllers und dem Programmstart mit den Bandsegmentdaten initialisiert. Erneutes Brennen rührt das EEPROM nicht mehr an. Wahlweise kann das EEPROM im Setup erneut initialisiert werden. Das Setzen der Brown-out-Schwelle (BODLEVEL) ist für das Schreiben ins EEPROM zu empfehlen.


Abb. 7.3: Fuses in der Remote Unit (Atmega16).

Die Fuses in der Remote Unit (Atmega16) sind prinzipiell gleich. Die Einstellung von EESAVE ist unerheblich, da das EEPROM nicht genutzt wird. Die Boot Flash Size wird auf den minimalen Wert 128 words gesetzt.

## 7.3 RS485-Protokoll

### 7.3.1 Controller ↔ Remote Unit

| Byte | Bedeutung                          | Wert | Kommunikation mit der ATU Remote Unit<br><br>Stellauftrag von ATU Controller an Remote Unit |
|------|------------------------------------|------|---|
| 1    | Zieladresse                        | 0x01 |   |
| 2    | Absenderadresse                    | 0x00 |   |
| 3    | Kommando                           | 0xAA |   |
| 4    | Stellwert L (0x00...0xFF)          |      |   |
| 5    | Stellwert C (0x00...0xFF)          |      |   |
| 6    | Stellwert Low/Highpass (0x00/0x01) |      |   |
| 7    | Checksumme aus Bytes 1 bis 6       |      |   |

| Byte | Bedeutung                   | Wert | Kommunikation mit der ATU Remote Unit<br><br>Quittierung Remote Unit an ATU Controller |
|------|-----------------------------|------|--|
| 1    | Zieladresse                 | 0x00 |  |
| 2    | Absenderadresse             | 0x01 |  |
| 3    | Kommando                    | 0xAA |  |
| 4    | ACK (0x06) oder NACK (0x21) |      |  |



|   |                              |      |  |
|---|------------------------------|------|--|
| 5 | Dummy                        | 0xFF |  |
| 6 | Dummy                        | 0xFF |  |
| 7 | Checksumme aus Bytes 1 bis 6 |      |  |

## Fehlercodes der Rückmeldung von der Remote Unit

| Fehlercode | Bedeutung   |
|------------|---|
| 1          | Timeout, das Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller wurde nicht innerhalb ca. 0,7sec vollständig übertragen. |
| 2          | Zieladresse im Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller ist falsch (nicht Adresse des Controllers).            |
| 3          | Absenderadresse im Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller ist falsch (nicht Adresse der Remote Unit).        |
| 4          | Die mitgesandte Checksumme und die aus dem Quittierungsprotokoll berechnete Checksumme stimmen nicht überein.         |
| 5          | Die Remote Unit hat das Anforderungsprotokoll Controller an Remote Unit nicht bestätigt (nicht verstanden).           |
| 6          | Sonstiger Übertragungsfehler.   |

Für den Fall, dass Störungen auf den Kommunikationsleitungen die Signale verfälschen oder verstümmeln und somit das Protokoll unlesbar machen, helfen die Fehlercodes auch nicht weiter.

### 7.3.2 Controller ↔ ATU-TRX-Com

| Byte | Bedeutung                    | Wert | Kommunikation mit dem ATU-TRX Com-Modul<br><br>Anforderung der TRX-Frequenz ATU Controller an ATU-TRX Com |
|------|------------------------------|------|---|
| 1    | Zieladresse                  | 0x02 |   |
| 2    | Absenderadresse              | 0x00 |   |
| 3    | Kommando                     | 0xFA |   |
| 4    | Datenbyte 1 (Dummy)          | 0xFF |   |
| 5    | Datenbyte 2 (Dummy)          | 0xFF |   |
| 6    | Datenbyte 3 (Dummy)          | 0xFF |   |
| 7    | Checksumme aus Bytes 1 bis 6 |      |   |

| Byte | Bedeutung                       | Wert | Kommunikation mit dem ATU-TRX Com-Modul<br><br>Antwort: TRX-Frequenz von ATU-TRX Com an ATU Controller<br><br>Nur wenn Error-Code = 0, d.h. Anforderung vom ATU korrekt, wird die Frequenz übermittelt. Sonst statt Frequenz 2x Dummy (0xFF). |
|------|---------------------------------|------|---|
| 1    | Zieladresse                     | 0x00 |   |
| 2    | Absenderadresse                 | 0x02 |   |
| 3    | Kommando                        | 0xFA |   |
| 4    | Error code (=0: Anforderung OK) |      |   |
| 5    | Frequenz (kHz) high byte        |      |   |
| 6    | Frequenz (kHz) low byte         |      |   |
| 7    | Checksumme aus Bytes 1 bis 6    |      |   |

## Fehlercodes der Rückmeldung vom ATU-TRX-Com

| Fehlercode | Bedeutung   |
|------------|---|
| 1          | Timeout, das Quittierungsprotokoll TRX-Com an Controller wurde nicht innerhalb ca. 0,7sec vollständig übertragen. |
| 2          | Zieladresse im Quittierungsprotokoll TRX-Com an Controller ist falsch (nicht Adresse des Controllers).            |
| 3          | Absenderadresse im Quittierungsprotokoll TRX-Com an Controller ist falsch (nicht Adresse der TRX-Com).            |
| 4          | Die mitgesandte Checksumme und die aus dem Quittierungsprotokoll berechnete Checksumme stimmen nicht überein.     |
| 5          | Es wurde keine TRX-Frequenz übertragen.   |
| 6          | Das Anforderungsprotokoll Controller an TRX-Com war fehlerhaft.   |

Für den Fall, dass Störungen auf den Kommunikationsleitungen die Signale verfälschen oder verstümmeln und somit das Protokoll unlesbar machen, helfen die Fehlercodes auch nicht weiter.

### 7.4 Kommunikation mit der Remote Unit prüfen

Für den Fall, dass der Tuner nicht auf Antrieb läuft, kann die Kommunikation zwischen Controller und Remote Unit mit einem 16x2 Hilfs-LCD am LCD-Port der Remote Unit geprüft werden. Dazu ist das LCD nach Schaltplan anzuschließen und ein Jumper von Pin 17 (PD3) nach GND

- zu entfernen (Remote Unit Firmware V2.10)
- zu stecken (Remote Unit Firmware ab V2.20).

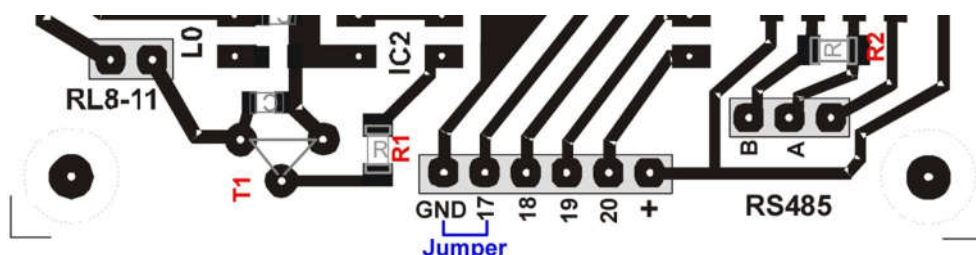


Abb. 7.4: Remote Unit Leiterbahnseite, Jumper zur Aktivierung des Hilfs-LCD.

In der V2.20 wurde die Logik für die LCD-Aktivierung gegenüber V2.10 umgedreht, d.h. sinnigerweise Jumper gesteckt, um das Hilfs-LCD zu aktivieren, kein Jumper für den Normalbetrieb. Im Normalbetrieb soll für eine schnellere Bearbeitung nicht in das LCD geschrieben werden.

Es werden die Protokolle angezeigt

- Zeile 1: Anforderung vom Controller an die Remote Unit,
- Zeile 2: Quittierung von der Remote Unit an den Controller.

Für das erste Protokoll ("Remote Unit OK?") sieht das dann so aus:

| Byte 1  | Byte 2 | Byte 3                          | Byte 4 | Byte 5 | Byte 6 |  |
|---------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|--|
| 1       | 0      | 170                             | 000    | 000    | 0      | Stellauftrag Controller an Remote Unit |
| 0       | 1      | 170                             | 006    |        |        | Quittierung Remote Unit an Controller  |
| Zeile 1 | Byte 1 | Zieladresse, 1 = Remote Unit    |        |        |        |  |
|         | Byte 2 | Absenderadresse, 0 = Controller |        |        |        |  |
|         | Byte 3 | 170 (dez.) = 0xAA: Stellauftrag |        |        |        |  |

|         |        |  |
|---------|--------|--|
|         | Byte 4 | 000 = Wert für L (000...255)                                 |
|         | Byte 5 | 000 = Wert für C (000...255)                                 |
|         | Byte 6 | 0 = Lowpass / 1 = Highpass                                   |
| Zeile 2 | Byte 1 | Zieladresse, 0 = Controller                                  |
|         | Byte 2 | Absenderadresse, 1 = Remote Unit                             |
|         | Byte 3 | 170 (dez.) = 0xAA: Stellauftrag                              |
|         | Byte 4 | 006 = Acknowledged (OK) oder 021 = Not acknowledged (Fehler) |

Für nachfolgende Stellaufträge an die Remote Unit ändern sich lediglich die Bytes 4 bis 6 (Einstellungen L, C und Hoch-/Tiefpass) in Zeile 1.

## 7.5 Programm-Updates

### Neuerungen in der Version 2.02 (Apr. 2013):

- In Setup Nr. 15 (s.u. zu 4) kann eine Wartezeit festgelegt werden, um dem TX Zeit zu geben, in den Mute-Zustand überzugehen, bevor die ATU-Relais geschaltet werden.
- Um dadurch entstehende Verzögerungen bei der Einstellung der ATU-Relais mit dem Encoder zu umgehen, kann nun mit einer zweiten Funktion des Tune-Tasters der Mute-Zustand des TX für eine wählbare Dauer fest eingestellt werden, so dass der Encoder die ATU-Relais verzögerungsfrei schaltet.

### Neuerungen in der Version 2.03 (Sep. 2013)

In Stellung Tiefpass wird nur eine C-Bank an den Antennenausgang geschaltet, entsprechend in Stellung Hochpass nur eine L-Bank. In den Vorgängerversionen wurden jeweils beide in Serie an den Antennenausgang geschaltet. Dies ergab in den unteren Bändern zu wenig Kapazität, in den oberen Bändern zu grobe L-Abstimmtrittweiten.

### Neuerungen in der Version 2.10 (Sep. 2016)

- Die nicht benötigte Schaltstufe mit T2 an Port P.0 wurde entfernt. Statt dessen ist an P.0 ein Jumper angeschlossen, mit dem eine Kommunikation mit dem TRX aktiviert wird, falls er gesteckt ist. Die Kommunikation mit dem TRX stellt ein zusätzliches Modul, das "ATU-TRX-Com" her. Dieses erhält vom TRX die aktuelle Frequenz und gibt diese an den ATU-Controller weiter, um auch im RX-Mode eine Frequenz zur Verfügung zu stellen, mit der die Remote Unit geschaltet werden kann. Das ATU-TRX-Com-Modul im TRX kommuniziert dort per I<sup>2</sup>C mit dem Si570-LO, ist also speziell für den Selbstbau-TRX ausgelegt. Die Kommunikation mit dem ATU erfolgt über den RS485-Bus.
- Die Versorgung des ATU mit der TRX-Frequenz – aus dem TX-Signal mit dem eingebauten Frequenzzähler oder über die ATU-TRX-Com – erfolgt alternativ. Liegt im TX-Mode ein Signal an, wird dieses gemessen und dessen Frequenz angezeigt. Im RX-Mode wird die von der ATU-TRX-Com übertragene Frequenz angezeigt.
- Das RS485-Protokoll zwischen Controller, Remote Unit und dem ATU-TRX-Com-Modul wurde geändert. Es ist also auch ein Update der Remote Unit-Firmware auf die Version 2.10 erforderlich.

### Neuerungen in der Version 3.00 (Apr. 2017)

- Neuer Koppler mit 2xAD8307 statt Dioden.
- Anzeige der Leistung wahlweise in PEP oder avg. Power.
- Controller-Firmware erweitert (Setup, Kalibrierung und Leistungsanzeige, Auto Tuning).
- Automatische Abstimmung.

### Neuerungen in der Version 3.01 (Sep. 2018)

- Bug Fix in der Kommunikation mit der Remote Unit und der TRX-Com.
- Dazu Update Remote Unit Firmware auf V2.02.

## Neuerungen in der Version 3.02 (Okt. 2018)

- Noch übrig gebliebene Bugs gefixt.  
Danke an Gerd, DC6HL, und Aart, DL6DU, für Hinweise aus den Tests.

## Neuerungen in der Version 3.03 (Nov. 2018)

- Grenzwerte für das EEPROM-Setup angepasst, insbes. für Setup #9 (Max tune power).
- Prüfung der TX Mute-Funktion bzw. der manuellen Reduzierung der TX-Leistung für die Relaisschaltung in der Remote Unit bei Programmstart erweitert.
- Prüfung der aktuellen TX-Leistung (automatisch per TX mute oder manuell reduziert) im Manual oder Automatic Mode vor Ansprechen der Remote Unit.  
Danke an Aart, DL6DU, für Hinweise aus den Tests.

## Neuerungen in der Version 3.04 (Nov. 2018)

- Feinabstimmung im Auto Tuning geändert.

## Neuerungen in der Version 3.10 (Dez. 2018)

- Auto Tune-Logik geändert: Beim ersten Grob-Scan wird Hoch-/Tiefpass umgeschaltet, wenn mit der ersten Einstellung kein Return Loss-Maximum gefunden wurde (Abb. 6.1).  
Wird das Ziel-SWR nicht erreicht, Einstellung auf das beste gefundene SWR.
- TX ON-Erkennung über Koppler-Vorwärtssignal statt mit Frequenzzähler.
- TX mute delay verkürzt, einstellbar auf 10 bis 250msec.
- Frequenzzähler wird nur bei erkanntem TX ON gestartet und nach Messung wieder gestoppt. Wurde bei offenem Gate ein TX OFF erkannt, wird das Zählergebnis verworfen.  
Gate-Zeit für eine längere Frequenzmittelung bei SSB auf 256msec verlängert.
- Manuelle Kalibrierung zugefügt.
- Danke an Aart, DL6DU, für Hinweise aus den Tests an seinem QRO Christian-Tuner.

## Neuerungen in der Version 3.11 (Jan. 2019)

- Leistungsüberwachung vor Schalten der Tuner-Relais im Manual oder Automatic Mode verbessert.
- Minimales TX mute delay nun 0 msec in Setup 3.
- Verbesserungen in der Anzeigegeschwindigkeit Power & SWR. Frequenzzähler Gate-Zeit auf 128msec verkürzt.

## Neuerungen in der Version 3.12 (Apr. 2019)

- V3.11 in 2 Versionen: (1) für EA DIP203 oder 204, (2) für HD44780-kompatible LCD.

## Neuerungen in der Version 3.12 (Aug. 2019)

- Mittelwert für ADC-Messungen bei der Kalibrierung aus 50 statt 100 Einzelmessungen.

## Neuerungen in der Version 3.13 (Aug. 2019, bis hierher BASCOM-AVR 2.0.7.6)

- Mittelwert für ADC-Messungen bei der Kalibrierung aus 50 statt 100 Einzelmessungen.

## Neuerungen in der Version 3.14 (Feb. 2020, ab hier BASCOM-AVR 2.0.8.2)

- Einige Inkompatibilitäten von BASCOM-AVR 2.0.8.2 beseitigt.
- Kalibrierungsdaten bleiben bei erneuter Initialisierung des EEPROM erhalten.
- Im Auto Tune Setup Überwachung der Bereichsgrenzen für minimales/maximales L/C.
- ATU-TRX Kopplungsmodul für ICOM IC-7700, entwickelt von DC6LB.