

Bild 21:
Leiterplatte der Baugruppe 2: Ablaufsteuerung und Zähler

5. Beschreibung des Programmablaufs

Das Hauptprogramm mit einer ganzen Reihe Unterprogrammen, sowie zwei Hardware-Interruptprogrammen ist im Ablaufdiagramm (**Bild 30**) dargestellt. Beim Programmstart werden die Variablen definiert, die Ports festgelegt und kurz ein Logo angezeigt. Das eigentliche Hauptprogramm läuft mit maximaler Geschwindigkeit in einer Schleife. Es werden der Bereich und der eingestellte Span

abgefragt und daraus die Torzeit festgelegt, die vier Stufen von 2,56 ms bis 2,56 s hat. Die Zuordnung der Spanbereiche zu den Torzeiten und welche Auflösung im Spektrumanalysator eingestellt wurde ist in der Exceltabelle **Bild 35** gegenübergestellt.

Die Stelle auf der horizontale Achse, bei welcher die Frequenzmessung erfolgt wird hardwaremäßig auf Board 4 festgelegt. Dazu wird der Schalter „Rechts Center“ abgefragt. Diese Information wird auch dem Mikrocontroller mitgeteilt da-

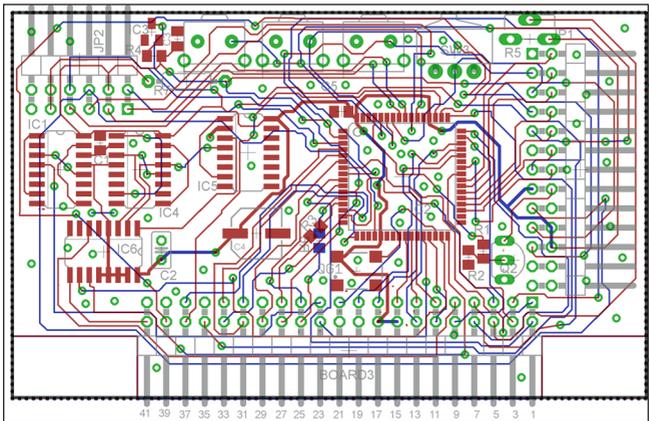


Bild 22:
Layout der Microcontroller Baugruppe 3

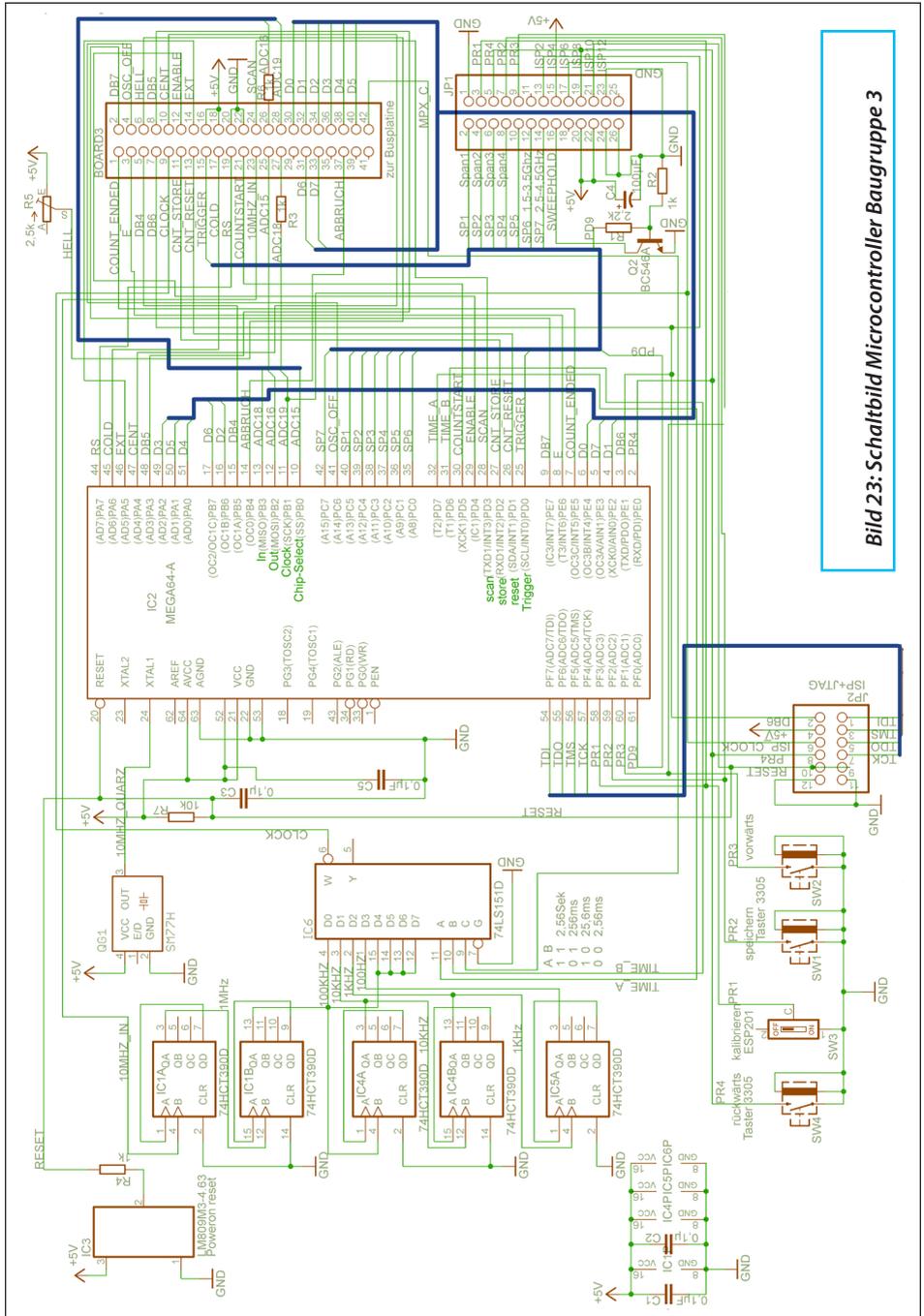


Bild 23: Schaltbild Microcontroller Baugruppe 3

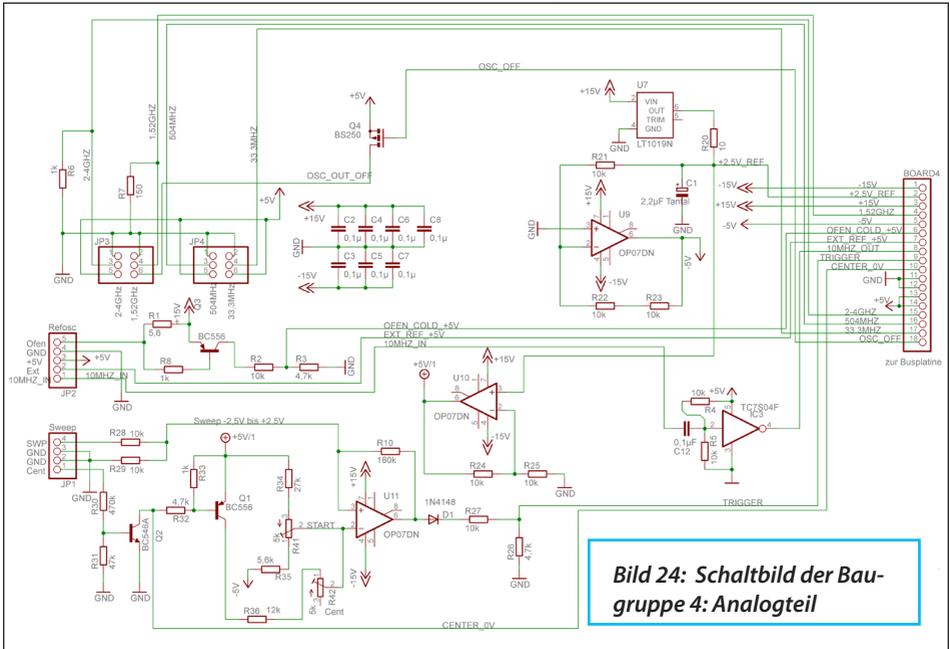


Bild 24: Schaltbild der Baugruppe 4: Analogteil

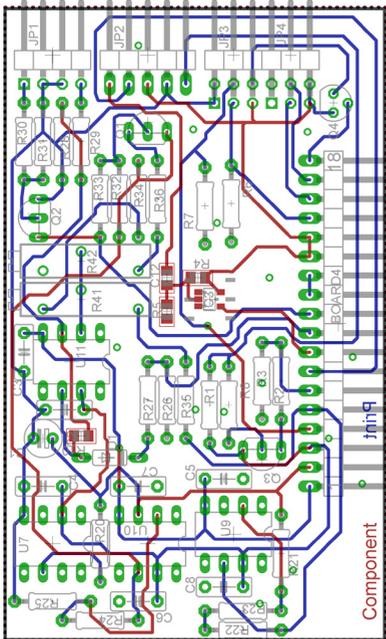


Bild 25: Das Layout der Baugruppe 4

mit sie im Display erscheinen kann. Wenn der Ablenksägezahn die Spannung welche durch den „Links-Center“-Schalter vorgegeben ist, erreicht hat, wird der Interrupt 0 am Prozessor ausgelöst.

Danach wird zuerst der Ablenksägezahn angehalten und dann der Ablaufzähler auf Board 2 gestartet. Dieser öffnet das Tor des Zählers für die vorgegebene Zeit. Danach wird der Ablaufzähler auf 2,56 ms geschaltet und in der Zeit wird nacheinander das gezählte Ergebnis in der LS760-Zählkette gespeichert und die Zählerkette danach zurückgesetzt. Anschließend wird Interrupt5 ausgelöst, der den Zähler wieder anhält und den Ablenksägezahn frei gibt. Aus der Interrupt5-Routine wird dann das Auslesen der vier Zähler veranlasst und die Ergebnisse in den Variablen „Osz1“ bis „Osz4“ abgespei-

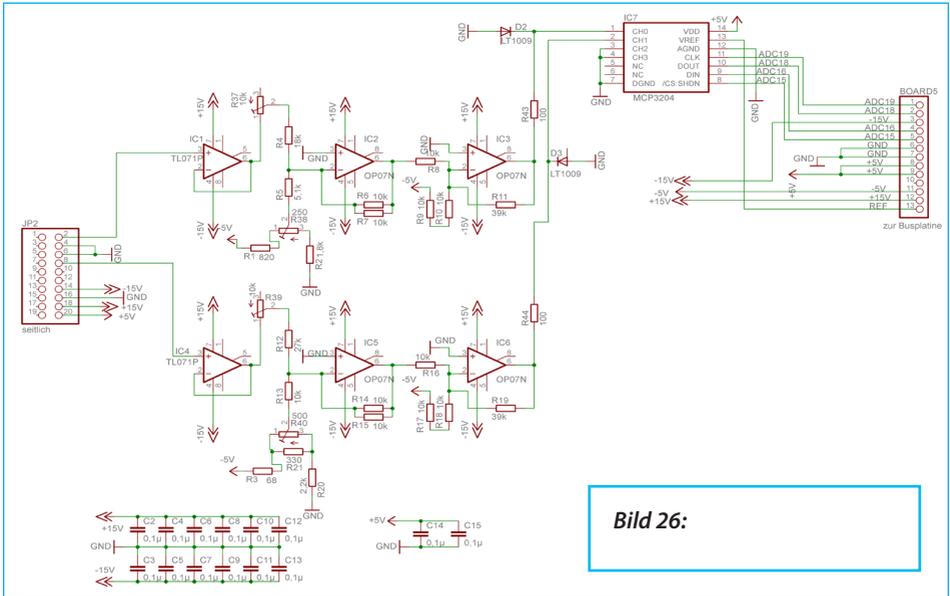


Bild 26:

chert. Als nächstes werden in der Subroutine „Addition“ die Ergebnisse der 4 Oszillatoren miteinander verrechnet und in der Subroutine „MHZ“ so formatiert, dass in der Anzeige das Ergebnis in MHz angezeigt wird.

Das Programm ist vollständig in „Atmelbasic“ geschrieben und kann bei Interesse bei uns angefordert werden. In dem Programm ist weiterhin noch eine Routine implementiert, welche die beiden Potentiometer „Frequenz grob“ und „Frequenz fein“ abfragt. Der AD-Wandler ist ein 12 Bit-ADC, welcher über einen SPI-Bus an den Prozessor angebunden ist; er sitzt auf Platine 5. Das Programm stellt fest, ob sich der Wert von einem der beiden AD-Wandler um mehr als 2 Digit geändert hat. In diesen Falle wird, ausgehend von der letzten gemessenen Frequenz, abgeschätzt, wie hoch bei gege-

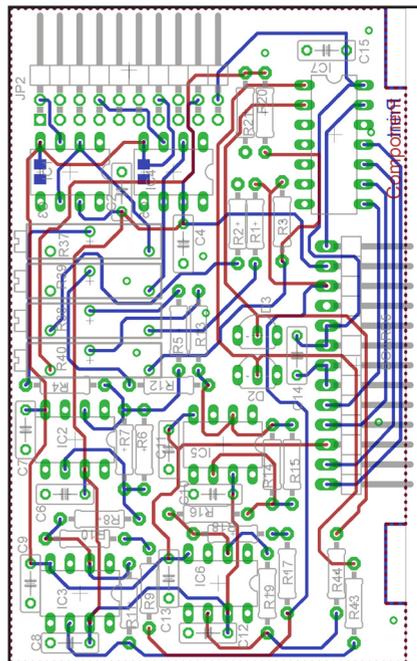


Bild 27: Das Layout der AD-Wandler- Baugruppe 5

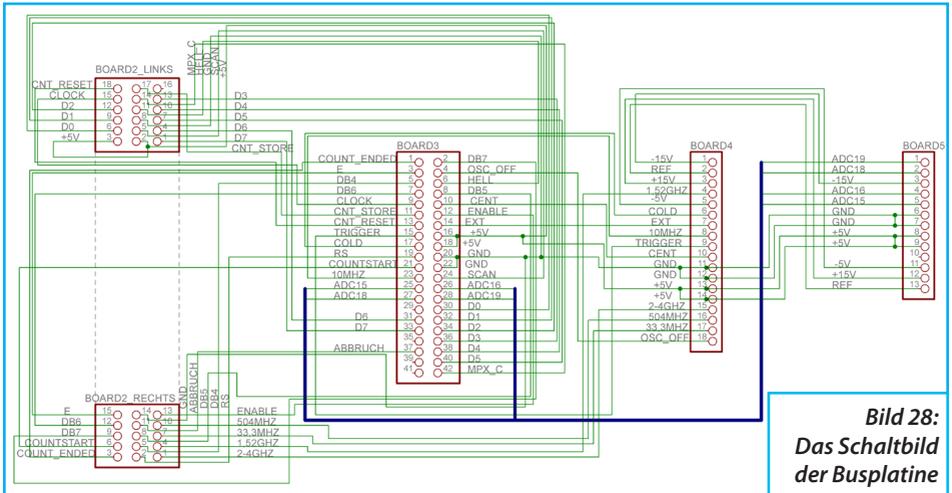


Bild 28:
Das Schaltbild der Busplatine

bener ADC-Wert-Änderung die geschätzte Frequenz sein wird und im Display mit einem Fragezeichen am Ende versehen angezeigt. Dies passiert in quasi Echtzeit. Bei einer neuen Frequenzmessung wird diese durch den tatsächlichen Wert überschrieben. Der Vorteil ist, dass man auch bei langen Spanzeiten sieht, wohin sich die Frequenz im etwa bewegt, wenn man an den Frequenzeinstellern dreht. Ansonsten würde man immer warten müssen bis eine Messung erfolgt ist und bis

dahin einen „Blindflug“ machen.

In dem Programm ist auch eine Kalibrieroutine implementiert **Bild 32**. Dieses Unterprogramm ist Menü-geführt und bietet folgende Möglichkeiten:

ZF-Cal

Feststellen und Berücksichtigen einer von dem Sollwert abweichenden ZF. Dieser Korrekturwert wird ins EEprom gespeichert und in der Additionsroutine bei der die vier Oszillatorfrequenzen verrechnet

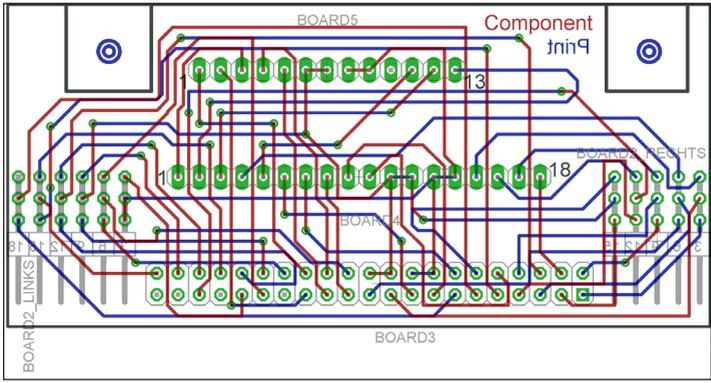


Bild 29:
Das Layout der Busplatine

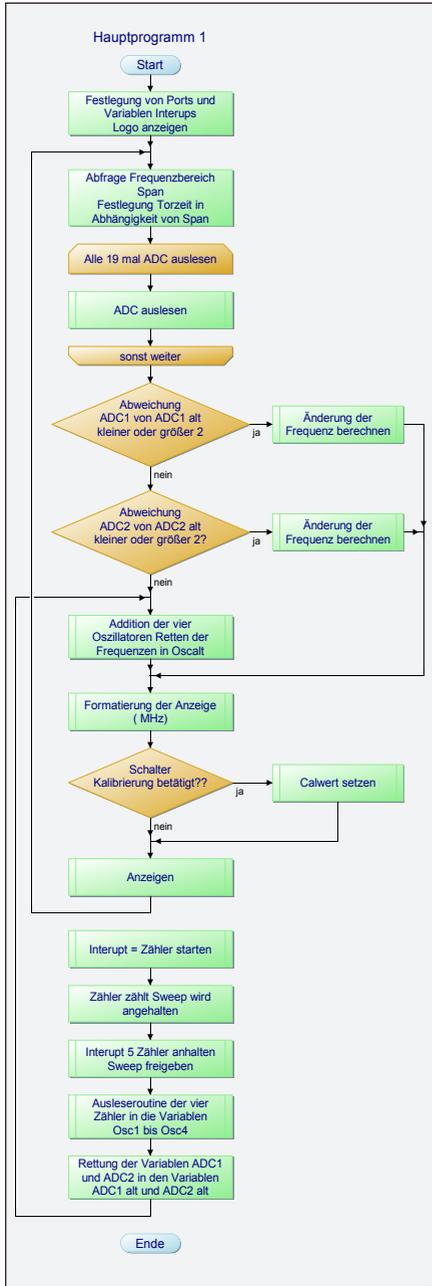


Bild 30: Ablaufdiagramm des Hauptprogrammes

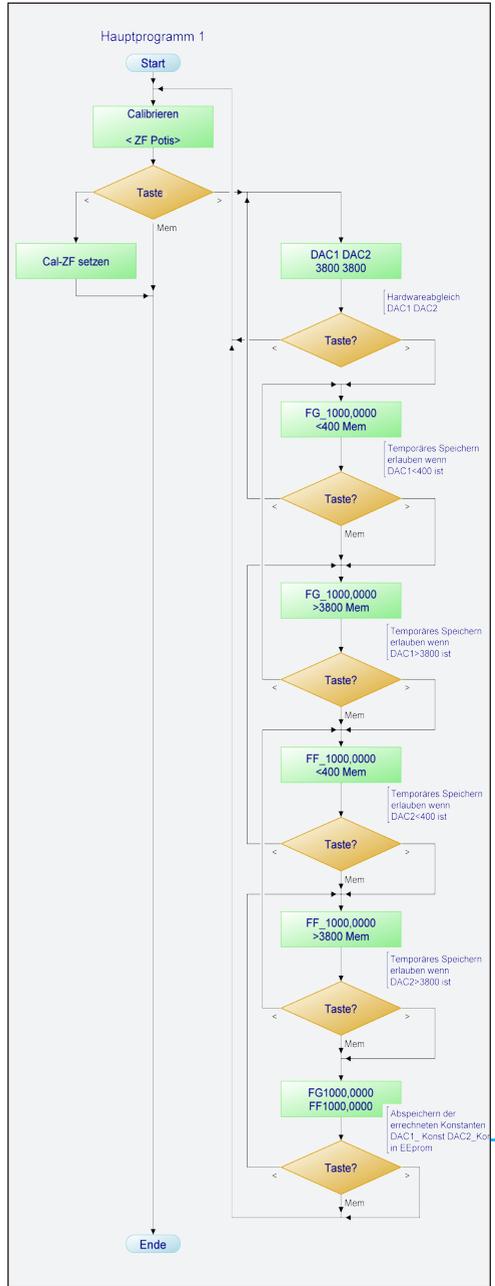


Bild 31: Ablaufdiagramm des Kalibrierprogrammes



Bild 33:
Spektrumanalysator
von Vorne
mit neuem
Display

ren Zeile die Frequenz angezeigt, deren Auflösung direkt von der Torzeit abhängt (100 kHz bis 100 Hz). In der unteren Zeile steht links, ob der interne Quarzofen warm ist oder heizt. In der Mitte der unteren Zeile steht, ob sich der Messpunkt in der Mitte des Bildschirms oder links am Bildschirm befindet. Rechts in der unteren Zeile wird angezeigt, ob der interne Oszillator oder ein externer Oszillator als Referenzfrequenz verwendet wird.

Die genauen Positionen für die Messung auf der horizontalen Achse lassen sich mit zwei Spindeltrimmern auf Board 4 einstellen.

Auf Board 4 wird durch die Messung des

Stromes die Information gewonnen, ob der Quarzofen kalt (ca. 400 mA) oder warm (etwa 120 mA) ist und dem Prozessor mitgeteilt.

6. Einbau ins Gerät

Zum Einbau des Frequenzzählers muss die komplette Fronteinheit des TAKE-TA Riken 4113 ausgebaut werden (**Bild 33**).

Die Vorteiler wurden an den Stellen platziert, an denen die Frequenzen greifbar sind. Sie sind entsprechend mit SMA- bzw. SMB-Steckverbindern ausgestattet und können somit direkt an den entsprechenden Baugruppen angeschlossen werden. Der Quarzofen befindet sich aus Platzgründen an der Rückseite des Gerätes.

Eine zusätzliche Bedien- und Progammierschnittstelle befindet sich gut zugänglich an der Seite des Gerätes (**Bilder 36 und 37**).



Bild 34:
504 MHz-
Teiler
eingebaut

7. Anpassung an einen anderen Spektrumanalysator

Wer diesen Frequenzzähler für ei-

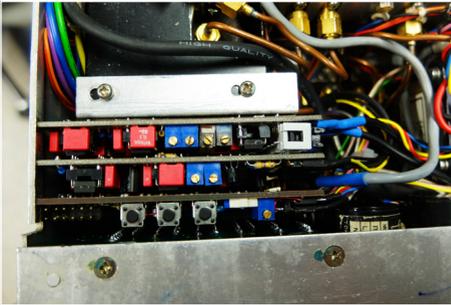


Bild 35: In den Spektrumanalysators ein-
gebautes neues Frequenzzähler-Modul

nen anderen Spektrumanalysator verwenden will, muss ein paar Dinge beachten, auch wenn die Frequenzkonzepte anderer Spektrumanalysator ähnlich sein dürften.

Grundsätzlich ist dieses Konzept für alle Spektrumanalysatoren verwendbar, die die erste ZF in der Gegend von 2 GHz benutzen, also erster LO 2 bis 4 GHz. Der erste Teiler kann keine wesentlich höheren Frequenzen als 4,5 GHz teilen. Da alle vier Frequenzen gemessen werden, sollten zumindest im Basisband 0 bis 2 GHz keine Schwierigkeiten zu erwarten sein.

Der Spektrumanalysator muss die Information, welchen Span man gewählt hat als Binärcode zur Verfügung stellen. Siehe Exceltabelle Bereichswahl Bild 35. Die Zuordnung Span zu Ablaufgeschwindigkeit muss gegebenenfalls im BASIC-Programm angepasst werden.

Die Ablaufgeschwindigkeit bestimmt direkt eine der vier Torzeiten. Weiterhin wird eine Möglichkeit gefordert, den Ablenksägezahn anhalten zu können. Der entsprechende Anschluss wird vom Controller für diesen Zeitpunkt nach Masse gezogen.

Die Ablenksägezahnspannung kann man gegebenenfalls auf Board 4 anpassen. Die Potentiometerspannungen von den Einstellern „Frequenz grob“ und „fein“ werden hochohmig abgenommen. Hier müssen auf Board 5 vermutlich diverse Widerstände geändert werden, damit der volle Einstellbereich der Potis den ADC-Werten 40 bis 4040 entspricht.

Das BASIC-Programm hat einen Umfang von 19 Seiten und kann bei [5] bezogen werden. Bei Interesse an Leiterplattensätzen bitte ebenfalls bei [5] anfragen.

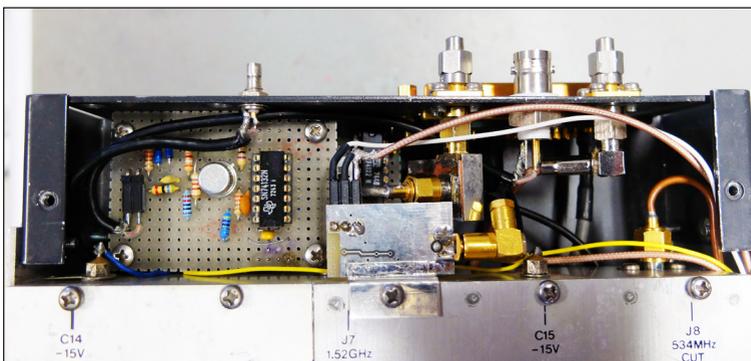


Bild 36:
An der Rückwand sieht man den 10 MHz-Referenzoszillator und den 33,3 MHz-Teiler

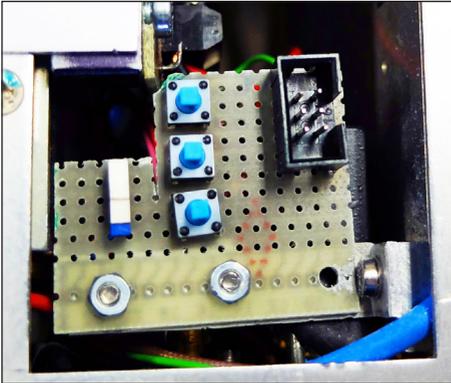


Bild 37: Programmieranschluss und Taster für Kalibrierung seitlich im Spektrumanalyzer

[2] <https://4donline.ihs.com/images/VipMaster/IC/NECE/NECES00376/NECES00376-1.pdf?hkey=EF798316E3902B6ED9A73243A3159BB0> upb1505

[3] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21298c.pdf> MCP3204

[4] http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/208/440356_DS.pdf SDA4212

[5] Kontakt zum Autor Ralph Berres:

hier eine kurze Email-Adresse z.B. DF6WU@gmx.de

8. Literatur

[1] <http://www.datasheetspdf.com/datasheet/search.php5?p?sWord=LS7060>