

Baumappte zum FA-Synthesizer FA-SY

NORBERT GRAUBNER – DL1SNG

Auf Wirkungsweise und Funktionen des FA-Synthesizer-Bausatzes mit beheiztem Si570 wurde in [1] und [2] tiefgründig eingegangen. Hierauf aufbauend beschreibt die nachfolgende Baumappte Arbeitsmethoden und Handgriffe, die beim Nachbau des Geräts zu beachten sind.

1. Bestückung

Beim Bezug der Platine über den FA-Leserservice ist diese mit allen SMD-Bauteilen fertig bestückt (Bild 1). Für die Bestückung der noch fehlenden bedrahteten Bauteile benötigt man ganz normales Elektronik-Werkzeug, z. B. eine temperaturgeregelte Lötstation und einen Satz

Schneide, die zwar die Schneide robust macht, die aber die Schnittqualität verschlechtert.

Bevor die bedrahteten Bauteile bestückt werden, muss die Oberfläche des Si570, mit 600er Schleifpapier angeraut werden. Erst danach werden die beiden Stiftleisten von der Masseseite aus bestückt und von

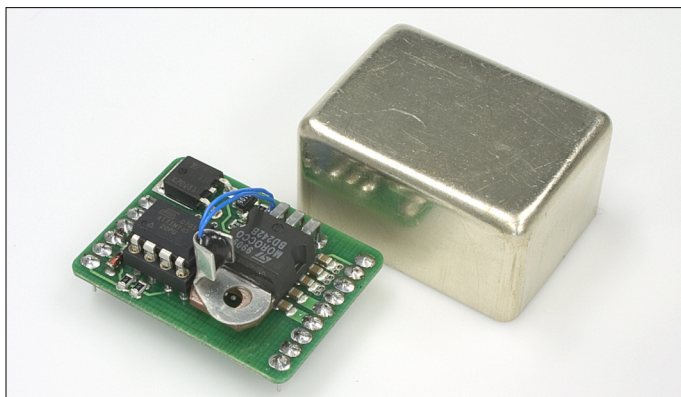


Bild 1:
Die mit allen SMD-Bauteilen fertig bestückte Platine

Fotos, Screenshots:
DL1SNG (4),
Red. FA (2)

Lötpitzen in unterschiedlicher Breite, dazu blei- und flussmittelhaltiges Lötzinn in 0,8 oder 1 mm Stärke, einen scharfen Elektronik-Seitenschneider ohne (!) Wate, eine Flachzange mit schlanken, glatten Backen und eine präzise, aber kräftige, spitze Pinzette und außerdem etwas 600er Schleifpapier und dünnflüssigen, schnellreagierenden Sekundenkleber. Die Wate ist eine feine Abschrägung parallel zur

der SMD-Seite aus festgelötet. Dabei ist unbedingt auf einen rechtwinkligen Sitz zur Platine zu achten.

Nach dem Einbau der achtpoligen IC-Fassung und dem Einsetzen des Mikrocontrollers sollte man unbedingt die Funktion der Schaltung prüfen, denn nach dem Einbau der übrigen Teile kommt man bei einer Fehlersuche nicht mehr an den Si570 heran. Für die Prüfung ist provisorisch eine

Technische Daten des FA-Synthesizers

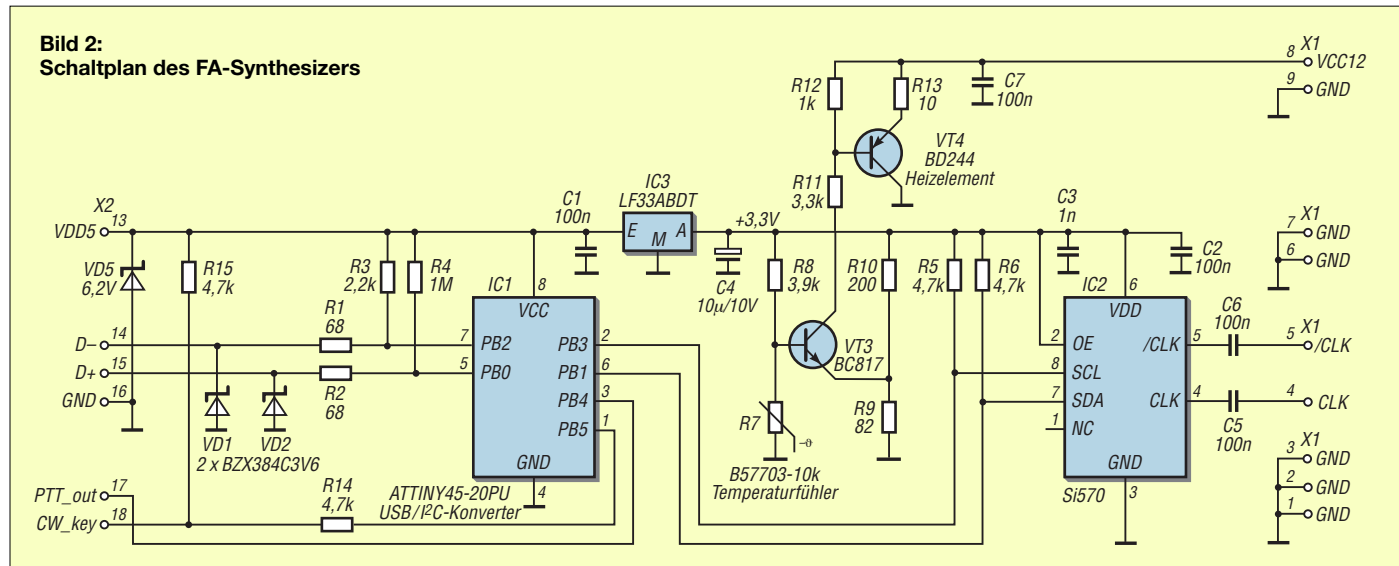
Ausgangsfrequenz	10...160 MHz ¹⁾
Toleranz	±20 ppm von -40...+85 °C im ungeheizten und unkalibrierten Zustand
Frequenzauflösung	1 Hz
Betriebsspannung	5 V, 12 V (Heizung)
Ausgangsspannung	CMOS-Pegel ¹⁾
Abmessungen	35,6 × 19,1 × 26,7 mm ³ , (B × H × T) ohne Steckerleisten

¹⁾ Das Si570-Modul kann über den FA-Leserservice auch mit einem LVDS-Typen bestückt geliefert werden, der bis 215 MHz einstellbar ist und dessen Gegentaktenstufe $U_{SS} = 0,7$ V abgibt.

Buchsenleiste auf X2 aufzustecken und an diese eine USB-Gerätebuchse anzuschließen. Die Pinbelegung ist in Bild 4 angegeben. Alternativ kann der ebenfalls vom FA-Leserservice erhältliche FA-SY-Adapter [3] eingesetzt werden. Es genügt, die Baugruppe per USB-Kabel mit dem PC zu verbinden, d. h., man braucht keine extra Stromversorgung. Der PC erkennt sofort die neue Hardware (er merkt das an den Pull-up-Widerständen R3 und R4) und verlangt das Einspielen der zugehörigen USB-Treibersoftware. Diese ist auf der dem Bausatz beiliegenden CD-ROM enthalten; der Vorgang selbst wird in Kapitel 3 genauer beschrieben.

Nach dem Start der ebenfalls aufzuspielenden PC-Software *USB_Synth.exe* von [2] bzw. von der CD-ROM des Bausatzes wird das angeschlossene Modul selbstständig erkannt und die Verbindung durch einen grünen Punkt im Fenster signalisiert. Nun kann man z. B. ein Oszilloskop an den HF-Ausgang (X1/Pin 4) anschließen. Nach Eingabe einer Frequenz von z. B. 10 MHz in das Fenster der Software müsste am Ausgang die Rechteckschwingung erkennbar sein. Für das Anzeigen oder Messen höherer Frequenzen muss das Messkabel geräteseitig mit 50 Ω abgeschlossen sein. Dies gilt insbesondere für

Bild 2:
Schaltplan des FA-Synthesizers



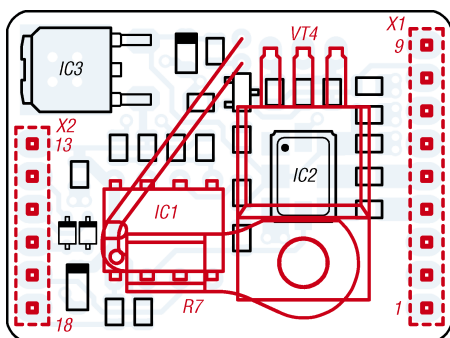


Bild 3: Bestückungsplan der Synthesizer-Platine; nur die rot markierten Bauteile sind noch einzulöten, die schwarz dargestellten SMD-Bauteile sind im Bausatz schon aufgelötet. Abmessung 34,5 mm × 25,7 mm, nicht maßstäblich. Die beiden Stiftleisten haben das Rastermaß 2,54 mm, ihr Abstand beträgt 30,48 mm.

den Anschluss eines Frequenzzählers. Wenn diese Vorprüfung zur Zufriedenheit abgeschlossen ist, werden die USB-Verbindung wieder getrennt und dann die Oberflächen der zu klebenden Bauteile vorbereitet. Ebenso wie beim Si570 müssen auch die Kühlfläche und die Oberseite der Transistorkühlfahne mit 600er Schleifpapier fein aufgeraut werden. Keinesfalls dürfen auf den Oberflächen irgendwelche Grate oder Erhebungen herausragen; bei genauem Hinsehen erkennt man dies am Schliffbild. Staub und Schleifkörner sind zu entfernen. Durch diese Vorbehandlung verbessert sich die Festigkeit der Klebestellen entscheidend. Die Beinchen des Heiztransistors VT4 werden kurz und mit einem scharfen Knick nach unten abgewinkelt; nach dem Einstecken in die Bohrungen soll die Kühlfläche mittig auf dem Si570 liegen. Den VT4 aber noch nicht einlöten!

Zum Verkleben elektronischer Bauteile mit Kühlkörpern nimmt man normalerweise Wärmeleitkleber. Leider habe ich mit dem Produkt WK-709 keine guten Erfahrungen gesammelt; die Festigkeit der Verklebung war trotz der empfohlenen Aushärtung bei 80 °C nicht ausreichend. Ich habe schließlich ganz normalen dünnflüssigen, schnell härtenden Sekundenkleber verwendet, den man in jedem Baumarkt oder Schreibwarengeschäft bekommt. Bei sorgfältig geschliffenen Oberflächen ist der Klebespalt derart gering, dass auch hiermit ein guter Wärmekontakt gewährleistet ist.

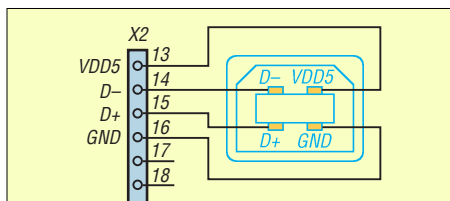


Bild 4: Standardmäßige Belegung einer USB-Buchse, von vorne in die Buchse gesehen

Zum Verkleben des Heiztransistors wird ein winziger Tropfen Sekundenkleber auf den Si570 aufgetragen, ggf. mit einem hölzernen Zahnstocher auf der geschliffenen Oberfläche verteilt, der Transistor ohne Hast in die Löcher gesteckt und mit sicheren, ruhigen Händen in rechtwinkliger Stellung einige Sekunden gefühlvoll auf den Si570 aufgedrückt.

Da die Kontaktfläche des Heißeiters für die Oberseite der Kühlfahne des Heiztransistors zu breit ist, wird die Ringöse seitlich soweit abgeschnitten, dass das Bauteil – wie in Bild 5 zu sehen – genau mittig auf die Kühlfahne von VT4 passt. Die Schnittkante ist sauber zu entgraten. Da die Kontaktfläche unbedingt plan bleiben muss, wird diese beim Hochbiegen des hinteren Endes mit einer glatten Flachzange festgehalten; die Biegekante muss scharf und rechtwinklig sein, sodass das Bauteil mittig auf den BD244 passt und ohne dass es an den Controller anstößt.

Nun wird auch die Kontaktfläche des Heißeiters mit 600er Schmirgelpapier aufgeraut; eventuelle Stanzgrate, die unten hervorstehen, sind unbedingt abzuschleifen. Dann wird er mit dünnflüssigem, schnell härtenden Sekundenkleber auf die Kühlfahne des BD244 aufgeklebt. Nach mindestens 1 min Aushärtezeit werden die Drähte von Heißeiter und BD244 in der Platine verlötet.

Nach abermaliger Funktionskontrolle kann man die Haube auflöten. Um eine spätere Demontage zu erleichtern, haben die serienmäßigen Platinen an den Rändern vier kleine, blanke Stellen in der Lötstoppsmaske. Nur hier ist die Platine mit der Blechaube zu verlöten.

2. Anschluss

Der dem Bausatz beiliegende Mikrocontroller wurde bereits mit der so genannten Firmware programmiert und kann nach dem Einstecken in die Fassung unmittelbar verwendet werden (ggf. die Beinchen mit der Flachzange genau parallel biegen). Somit erübrigt sich die noch in [1] beschriebene Programmierung.

Die Firmware berechnet und steuert (per I²C-Bus) die im Synthesizer-IC enthaltenen Register, speichert ggf. die zuletzt benutzte Ausgangsfrequenz und emuliert nach außen hin einen USB-Bus, über den die gewünschte Frequenz eingegeben werden kann. Die vier Anschlüsse dieses USB-Busses sind über die Pins 13 bis 16 der Stiftleiste X2 heraus geführt.

Üblicherweise wird das fertige Modul in eine größere Platine eingelötet (z. B. eine SDR-Baugruppe), worin die vier Leitungen zu einer normgemäßen USB-Buchse Typ B geführt werden müssen; Belegung und Verdrahtung sind in Bild 4 angegeben.

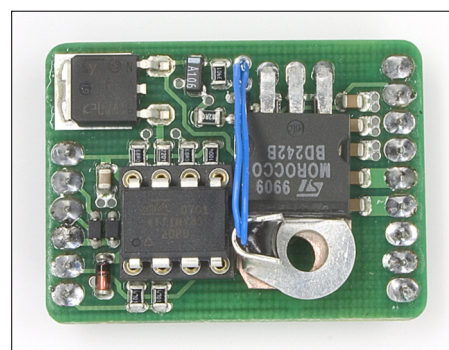


Bild 5: vollständig bestückte Platine; der Si570 ist vor dem Aufkleben des Heiztransistors anzuschleifen. Die Stiftleisten werden von unten bestückt.

Außerdem ist für die Heizung eine Spannung von 12 V an der Stiftleiste X1, Pin 8 zuzuführen. Für diese Verdrahtung hat der Anwender zu sorgen.

Über ein genormtes Kabel ist die USB-Buchse mit einem PC zu verbinden. Sofern nur die Frequenz an den Synthesizer zu senden ist und/oder die durch die Heizung erreichte Frequenztoleranz nicht erforderlich ist, kann der Synthesizer über das USB-Kabel mit Strom versorgt werden. Wenn allerdings die Baugruppe auch losgelöst vom PC (z. B. nach dem einmaligen Eingeben einer Festfrequenz) innerhalb einer größeren Schaltung funktionieren muss, ist es erforderlich, die Synthesizer-Baugruppe aus der übergeordneten Schaltung mit 5 V und mit 12 V zu versorgen.

Beim Einfügen in eine übergeordnete Schaltung ist die Ausführung des internen Si570 zu berücksichtigen. Die CMOS-Version (10 bis 160 MHz) hat nur einen unipolaren Ausgang, Pin 5 der Stiftleiste X1 ist nicht verbunden. Im Gegensatz dazu

Tabelle 1: Stückliste

SMD-Bauteil	
C1, C2, C5, C6	100 nF
C3	1 nF
C4	10 µF/10 V
IC2	Si570
IC3	LF33ABDT
R1, R2	68 Ω
R3	2,2 kΩ
R4	1 MΩ
R5, R6, R14, R15	4,7 kΩ
R8	3,9 kΩ
R9	82 Ω
R10	200 Ω
R11	3,3 kΩ
R12	1 kΩ
R13	10 Ω
VD1, VD2	BTX384C3V6, SMD
VD5	6,2 V
VT3	BC817, SMD
bedrahtete Bauteile, Sonstiges	
IC1	ATTiny45-20PU, Sockel
R7	B57703-10k
VT4	BD244
X1, X2	Stiftleisten
	Platine, SMD-bestückt
	Gehäuse

verfügt die ebenfalls beim FA-Leserservice erhältlich LVDS-Version (10 bis 215 MHz) über einen Gegentaktanschluss. Im Interesse eines guten Ausgangspegels sollte dort ein Breitbandübertrager [5] verwendet werden.

Nach Möglichkeit sollte die Baugruppe unmittelbar in die übergeordnete Schaltung eingelötet werden. Die Verwendung von Buchsenleisten kann, insbesondere bei höheren Ausgangsfrequenzen, zu Fehlanpassung und schlechtem Amplitudengang führen.

3. Installation der Software

Beim erstmaligen Verbinden der Baugruppe mit dem PC erkennt dieser eine neue Hardware und zeigt nacheinander kurz die Meldungen *Neue Hardware gefunden – DG8SAQ – I2C → AVR USB Device*. Danach erscheint die Maske nach Bild 6, worin gefragt wird, ob eine Internet-Ver-

software. Auch diese ist auf der Installations-CD-ROM enthalten; sie heißt *USB_Synth.exe* und wird zusammen mit der Datei *libusb0.dll* manuell in ein geeignetes Verzeichnis, z. B. *D:\Amateurfunkprogramme\AVRUSB* kopiert. Wahlweise kann man sich eine Verknüpfung davon auf den Desktop legen. Nach dem Start des Programms, bzw. Doppelklicken der Verknüpfung müsste sich das Hauptfenster (Bild 8) zeigen. Der rechts befindliche Punkt muss nach etwa 1 s von rot nach grün wechseln; dies ist das Zeichen, dass die Kommunikation über den USB-Bus funktioniert.

4. I²C-Adresse und Startfrequenz

Der Si570 wird mittels I²C-Bus angesteuert. Obwohl dies nur die Kommunikation zwischen Si570 und Mikrocontroller betrifft, muss der Anwender doch darüber Bescheid wissen. Beim I²C-Bus hat nämlich jedes

5. Kalibrieren

Der verwendete Si570 hat eine initiale Ungenauigkeit von ± 20 ppm. Zur Information: 1 ppm bedeutet „1 part per million“, bzw. „der einmillionste Teil“. Bei einer Ausgangsfrequenz von 145 MHz und 20 ppm Abweichung kann die Frequenz also um 20 Millionstel von 145 MHz = 2,9 kHz nach oben oder unten abweichen. Für SSB oder gar CW ist das ziemlich viel. Mit Hilfe eines einmalig vorzunehmenden Kalibriervorgangs kann diese Abweichung aber vollständig kompensiert werden und dank der eingebauten geregelten Heizung hält sich auch die Temperaturdrift sehr in Grenzen.

Man kann das Modul nach zwei verschiedenen Methoden kalibrieren. Die erste Methode funktioniert nur auf der vom Hersteller vorgegebenen Startfrequenz. Nach Abwarten einer Aufwärmzeit von mindestens 10 min (Stromversorgung +12 V an X1, Pin 8 für die geregelte Heizung nicht vergessen!) gibt man diese Frequenz (z. B. 15 MHz) im Hauptfenster ein und

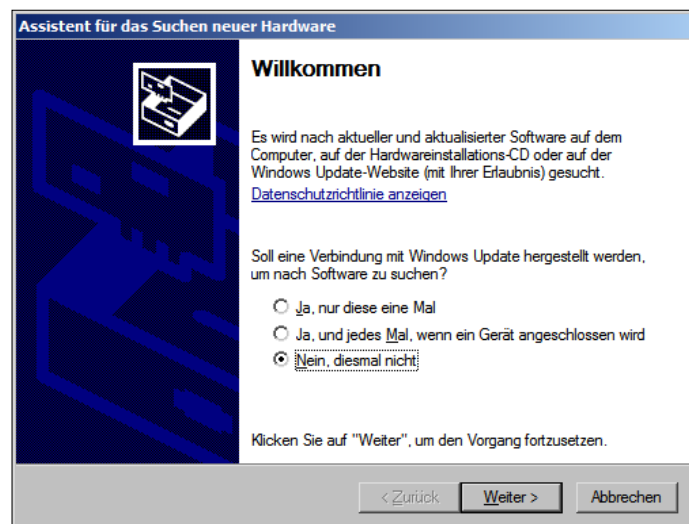


Bild 6:
Erste Maske der
Treiberinstallation

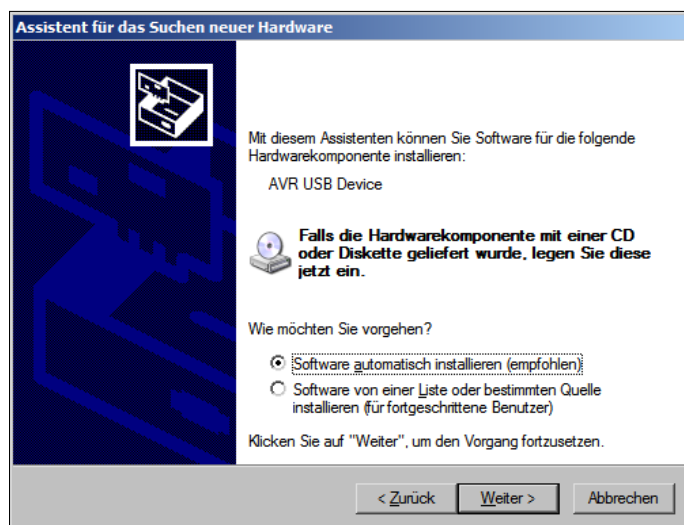


Bild 7:
Zweite Maske der
Treiberinstallation

bindung mit *Windows Update* hergestellt werden soll. Da die gesuchte Software auf dem Server von Microsoft sicher nicht zu finden ist, verneinen wir dies durch Markieren des untersten Auswahlknopfes und klicken auf *Weiter*. Daraufhin öffnet sich die zweite Maske (Bild 7) und wir legen – wie hier verlangt wird – die dem Bausatz beiliegende Installations-CD-ROM ein, belassen es bei der Voreinstellung *Software automatisch installieren* und klicken auf *Weiter*. Nach einigen Sekunden erscheint die Meldung *Neue Hardware gefunden – Die neue Hardware wurde installiert und kann jetzt verwendet werden*. Wer sich dafür interessiert, wo der Treiber gelandet ist: Man findet ihn unter *Start → Einstellung → Systemsteuerung → System → Gerätemanager → LibUSB-Win32 Devices → AVR USB Device*. Von hier aus lässt er sich auch wieder deinstallieren. Damit ist nun zwar der so genannte Treiber für das Modul im PC installiert, aber noch nicht die eigentliche Anwendungs-

Gerät eine herstellerseitig fest zugewiesene Adresse. Auf Botschaften mit abweichender Adresse reagiert er nicht. Im Fall des Si570 ist die Adresse herstellerseitig beliebig programmierbar, bzw. der gewünschte Wert kann (und muss) bei der Bestellung vom Kunden angegeben werden. Wegen dieser Variabilität muss in der Software eine Eingabemöglichkeit vorhanden sein. Die Adresse ist als erster Eintrag in der Setup-Maske (Bild 9) angegeben. Die Adresse für die ICs in den aktuell vertriebenen Bausätzen lautet 55h. Vergleichbares gilt auch für die initiale Startfrequenz. Dies ist diejenige Frequenz, mit welcher der Si570 nach dem Anlegen der Betriebsspannung zuerst arbeitet. Der FA-Leserservice hat sich für eine Startfrequenz von 15 MHz entschieden. Dieser Wert muss jedoch nicht zwangsläufig beim Kalibrieren benutzt werden.

misst mit Hilfe eines möglichst genauen Frequenzzählers anschließend die tatsächlich ausgegebene Frequenz. Nach dem Öffnen des Setup-Fensters (Bild 9) gibt man diesen Messwert (z. B. 15,000 087 MHz) im Fenster *Factory Startup Frequency* ein und klickt auf den Button *calibrate to factory startup frequency*. Danach sollte die angezeigte Frequenz genau 15,000 000 MHz betragen, eventuell flackert die Anzeige um ein Inkrement. Dieses Verfahren funktioniert nur in der Nähe der initialen Startfrequenz. Sobald man einen Abgleich weitab von dieser Frequenz versucht, springt die tatsächliche Frequenz auf die initiale Startfrequenz zurück und in der Statuszeile an der Unterseite der Setup-Maske erscheint die Fehlermeldung *Warning: found crystal not in 110...120 MHz*. Außerdem hat dieses einfache Ver-

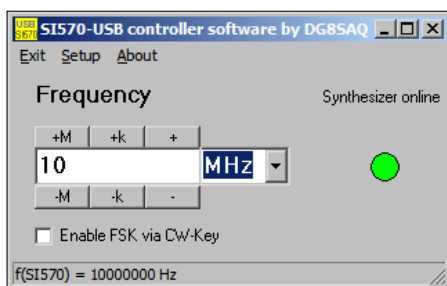


Bild 8: Bedienoberfläche der Anwendungssoftware **USB_Synth.exe**

fahren den großen Nachteil, dass die Ungenauigkeit des verwendeten Frequenzzählers unberücksichtigt bleibt.

Die zweite Methode ist wesentlich genauer, denn sie stützt sich auf die Aussendungen des kommerziellen Zeitzeichensenders WWV, die unter günstigen Bedingungen mit dem Stationsempfänger auf 10 oder 15 MHz zu empfangen sind; diese Methode wurde in [2] bereits erwähnt. Dazu muss man wissen, dass die Sekundenimpulse dieser Zeitzeichensignale, nicht wie in Europa z.B. bei DCF77 üblich, den Träger selbst austasten, sondern nur in Form eines 1-kHz-Bursts in Doppelseitenband-AM aufmoduliert sind. Unter schmalbandiger Betrachtung bleibt also der Träger von den Sekundenimpulsen verschont.

Für den Kalibriervorgang schließt man an den Taktausgang des Synthesizers (X1, Pin 4) ein kurzes Stück Draht an, sodass dessen Signal ungefähr gleich stark über die Stationsantenne herein kommt wie der Träger des Zeitzeichensignals. Je nach Größe der Frequenzabweichung zwischen beiden Signalen hört man entweder im SSB-Modus zwei unterschiedlich hohe Töne oder im CW-Modus einen Ton, dessen Stärke einer regelmäßigen Schwebung unterliegt. Wir gleichen das Modul also übers Gehör ab, wobei wir uns schrittweise an das Schwebungsnull herantasten. Angenommen, wir hören auf 10 MHz im SSB-Modus zwei Signale mit einer Frequenzdifferenz von ungefähr 100 Hz. Da der Stationsempfänger möglicherweise ungenau und nicht schmalbandig genug ist, wissen wir die Abgleichrichtung zunächst nicht. Wir können das aber ausprobieren. Dazu wählen wir in der Setup-Maske im Feld *shift calibration by* einen Wert, der weniger als die Hälfte der geschätzten Frequenzdifferenz beträgt. Bei

10 MHz ist das ± 1 ppm; die zugehörige Schrittweite in Hertz (10 Hz) wird darunter angezeigt. Nun klicken wir ein- oder mehrmals auf den Button *shift calibration up*. Daraufhin wird sich die Frequenzdifferenz hörbar ändern. Wenn sie sich vergrößert, war es die falsche Richtung – dann klicken wir fortan nur noch auf den Button *shift calibration down*.

Mit jedem erneuten Klick auf den richtigen Button nähern wir uns der Frequenz des Zeitzeichensenders schrittweise an und werden irgendwann nur noch einen einzelnen Ton hören, der zunächst noch rauh klingt. Spätestens jetzt sollten wir den Stationsempfänger auf CW-Empfang umschalten um dank geringerer Bandbreite das schwache Signal besser zu hören. Da schon die nächste Korrektur wegen zu großer Schrittweite übers Ziel hinauschießen könnte, wählen wir nun im Feld *shift calibration by* den nächstkleineren Eintrag (z.B. ± 0.1 ppm) und klicken anschließend weiterhin auf denselben Richtungsbutton wie zuvor. Mit jedem Klick wird die gehörte Schwebung ein wenig langsamer und bleibt irgendwann stehen. Dabei ist es wichtig, die regelmäßige Schwebung sicher vom (unregelmäßigen) Schwund des Zeitzeichenträgers zu unterscheiden. Mit etwas Geduld und Übung schafft man eine Genauigkeit von weniger als 1 Hz.

Zum Schluss vergewissert man sich noch, dass das Feld *Si570 remembers last frequency after power up* markiert ist, stellt evtl. noch die FSK-shift auf den gewünschten Wert und schließt anschließend die Setup-Maske (X-Symbol ganz rechts oben).

6. Chip-Reset

Mit den beiden Eingaben für *Frequency* und *Factory Startup Frequency* kann man sich schnell vertun. Bei Kalibrier-Eingaben, die zu nicht erlaubten internen Oszillatorfrequenzen führen würden, wird der Si570 in seinen Urzustand zurückgesetzt. In der Statuszeile der Setup-Maske erscheint dann die Meldung *Warning: found crystal not in 110...120 MHz*; das Modul scheint dann keine Eingaben mehr zu akzeptieren. Um hier wieder heraus zu kommen, stellt man sowohl in der Hauptmaske als auch im Setup-Fenster die hersteller-

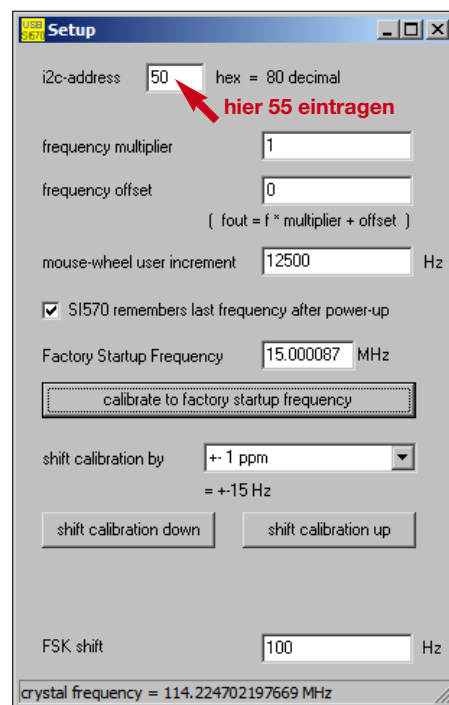


Bild 9: Setup-Maske

seitig programmierte Startfrequenz ein (siehe Punkt 4. – Startfrequenz) und klickt anschließend auf *calibrate to factory startup frequency*. Danach muss erneut kalibriert werden, wie unter Punkt 5. beschrieben.

Abschließender Hinweis: Für Einsatz des FA-Synthesizers in einem kanalbasiert arbeitenden FM-Transceiver-/Sender ist zu beachten, dass der Si570 nicht für Frequenzmodulation geeignet ist. Hierfür wäre der pinkompatible Si571 geeignet. Ein spezielles Informationsblatt für den Austausch kann vom FA-Leserservice abgefordert werden.

Ich wünsche nun allen bestes Gelingen und viel Freude mit dem Bausatz.

Literatur

- [1] Baier, T., DG8SAQ: Minimalistischer hochwertiger Synthesizer mit USB-Steuerung. FUNK-AMATEUR 57 (2008) H. 6, S. 622–624
- [2] Graubner, N., DL1SNG: FA-Synthesizer-Bausatz mit beiztem Si570. FUNKAMATEUR 57 (2008) H. 9, S. 953–956
- [3] FA-SY-Adapter: Bezug FA-Leserservice, [BX-029](#)
- [4] FA-Synthesizer: Bezug FA-Leserservice, Berliner Str. 69, 13189 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72, Fax –69: FA-SY No. 1 (CMOS-Typ) [BX-026](#), FA-SY Nr. 2, (LVDS-Typ) [BX-027](#)
- [5] T-622-X65: Bezug FA-Leserservice, [T-622-X65](#)

Versionsgeschichte zur Baumappte

Die aktuelle Fassung dieser Baumappte wird jeweils im Online-Shop des FUNK-AMATEUR als ergänzende Information zu den Produkten FA-SY No 1, Artikel-Nr. [BX-026](#), und FA-SY No 2, Artikel-Nr. [BX-027](#) zum Herunterladen bereitgestellt.

Damit Leser, die die vorigen Textversionen bereits kennen, nicht alles neu lesen müssen, führen wir an dieser Stelle auf, was sich von Version zu Version geändert hat. Die jüngste Version steht dabei als oberste.

Version 080905

– Ursprungsversion

Version 090619

– Angaben zu Rastermaß und Abstand der Stiftleisten ergänzt (Bild 3, Seite 2)