

# Baumappte zum DCF77-gesteuerten 10-MHz-Frequenznormal

## FA-LESERSERVICE

Das mit dem vorliegenden Bausatz gelieferte DCF77-Frequenznormal arbeitet nach dem Superhet-Prinzip und liefert 10,0 MHz mit einer Genauigkeit von  $10^{-9}$ . Datum und genaue Uhrzeit werden zusätzlich angezeigt (technische Daten siehe Kasten). Es ist als Referenz sowohl für präzise Zeit- und Frequenzmessungen als auch für die Synthese stabiler und hochgenauer Signale (DDS) geeignet. Für die Stromversorgung werden 12 V Gleichspannung benötigt. Die Antenne kann räumlich abgesetzt betrieben werden. Zum Lieferumfang gehört ein modernes Designgehäuse.

Konzept und Schaltung des Frequenznormals haben Norbert Graubner, DL1SNG, und Wulf-Gerd Traving, DL1FAC, in einer FA-Beitragsfolge ausführlich beschrieben [1]. Einzelheiten können dort nachgelesen werden. Blockschaltbild und

### 1. Bestückung der bedrahteten Bauteile

Da es sich bei den meisten Bauelementen um solche in SMD-Ausführung handelt und diese bereits komplett vorbestückt sind, bleiben hier nur noch wenige Hand-

tion, blei- und flussmittelhaltiges Lötzinn in 0,8 mm bis 1 mm Stärke, einen scharfen Elektronik-Seitenschneider ohne Wate (das ist eine feine Abschrägung parallel zur Schneide, die zwar die Schneide robust macht, z.B. um unbeschadet einen Eisennagel abzwicken zu können, aber die Schnittqualität verschlechtert), eine Flachzange mit schlanken, glatten Backen und eine präzise, aber kräftige, spitze Pinzette. Wer den Widerstandsfarbcode noch nicht im Kopf hat, sollte sich eine entsprechende Tabelle in Reichweite legen.

Die bedrahteten Bauteile befinden sich auf der gleichen Platinenseite wie die SMD-Bauelemente. Bei der Bestückung ist es sinnvoll, zuerst die flachen Bauelemente und erst zum Schluss Buchsen und Stecker aufzulöten.

Es ist eine weit verbreitete Unsitte, die Drähte nach dem Bestücken eines Bauteils auf der anderen Seite umzuknicken. Das kann zu Kurzschlüssen führen und erschwert spätere Reparaturen oder Änderungen. Stattdessen stecken wir die Bauteile einzeln dorthin, wo sie hingehören, drehen die Platine unter Festhalten des noch losen Bauteils um und legen sie flach hin.

Dann löten wir nur das erste der Beinchen provisorisch mit ganz wenig Zinn an und fixieren so das betreffende Bauteil. Nun prüfen wir nochmals dessen korrekten Sitz, korrigieren gegebenenfalls und schneiden anschließend beide (bzw. alle) Drähte des Bauteils mit einem Elektronik-seitenschneider etwa 1,5 mm bis 2 mm über der Platinenoberfläche ab. Alle bisher nicht gelöteten Drähte werden nun sauber festgelötet.

Zuletzt löten wir noch das anfangs fixierte Beinchen sauber nach. Wer unbedingt erst löten und dann abzwacken will, muss anschließend nachlöten, denn beim Abzwacken können feine Haarrisse in der



Bild 1: DCF-Frequenznormal im Gehäuse

Detailschaltung sind in den Bildern 2 bis 6 zu sehen. Die nachstehenden Erläuterungen geben Hinweise zu Platinenbestückung, Abgleich und Einbau in das mitgelieferte Gehäuse.

griffe zu tun. Wir überzeugen uns zunächst davon, dass alle in der Stückliste (Tabelle 1 auf Seite 3) aufgeführten Bauelemente vorhanden sind. Für die Lötarbeiten benötigen wir eine temperaturgeregeltere Lötsta-

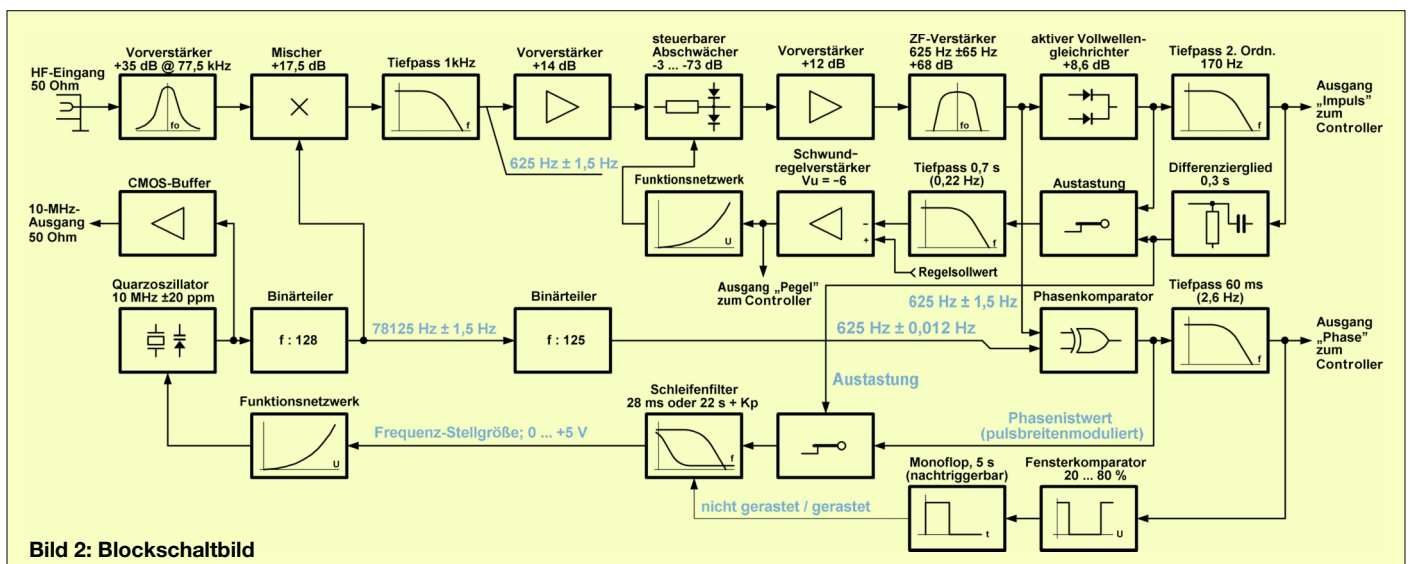


Bild 2: Blockschaltbild

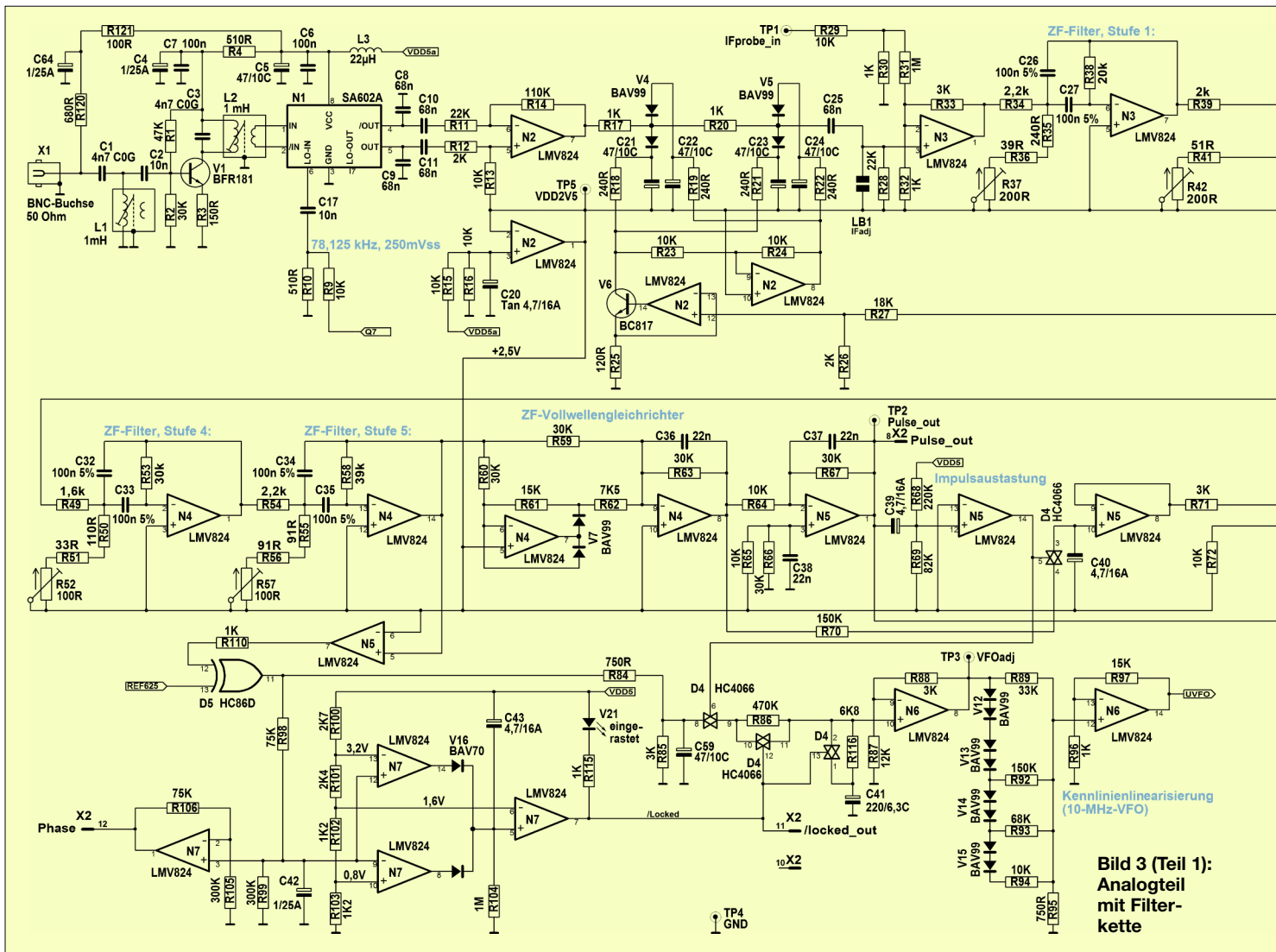


Bild 3 (Teil 1):  
Analogteil  
mit Filter-  
kette

Lötung entstehen, die zu sehr unangenehmen und schwer zu lokalisierenden Spätausfällen führen.

Gute Lötstellen haben übrigens Hohlkehlen zwischen den zu lötenden Flächen (siehe Beispiel in Bild 11). Dazu braucht man nur wenig Lot. Wer mehr aufräut, unternimmt den zwecklosen Versuch, kal-

te Lötstellen zu kaschieren. Kugelige Lötstellen sind fast immer ein Hinweis auf ungenügende Oberflächenhaftung, deren Grund beseitigt werden muss.

Wir beginnen mit der Empfängerplatine (Bild 8). Bitte beachten Sie beim Einbau die Polung der Elektrolytkondensatoren und der Dioden (Die Anode, also der lange

Anschluss, zeigt zum Platinenrand). X2 ist der weibliche Teil des Steckverbinders für die spätere Verbindung mit der Rechnerplatine. Zum Löten der Metallkörper der beiden BNC-Buchsen benötigt man eine heiße, relativ breite Lötspitze. In Bild 10 sehen wir die fertig aufgebaute Empfängerplatine.

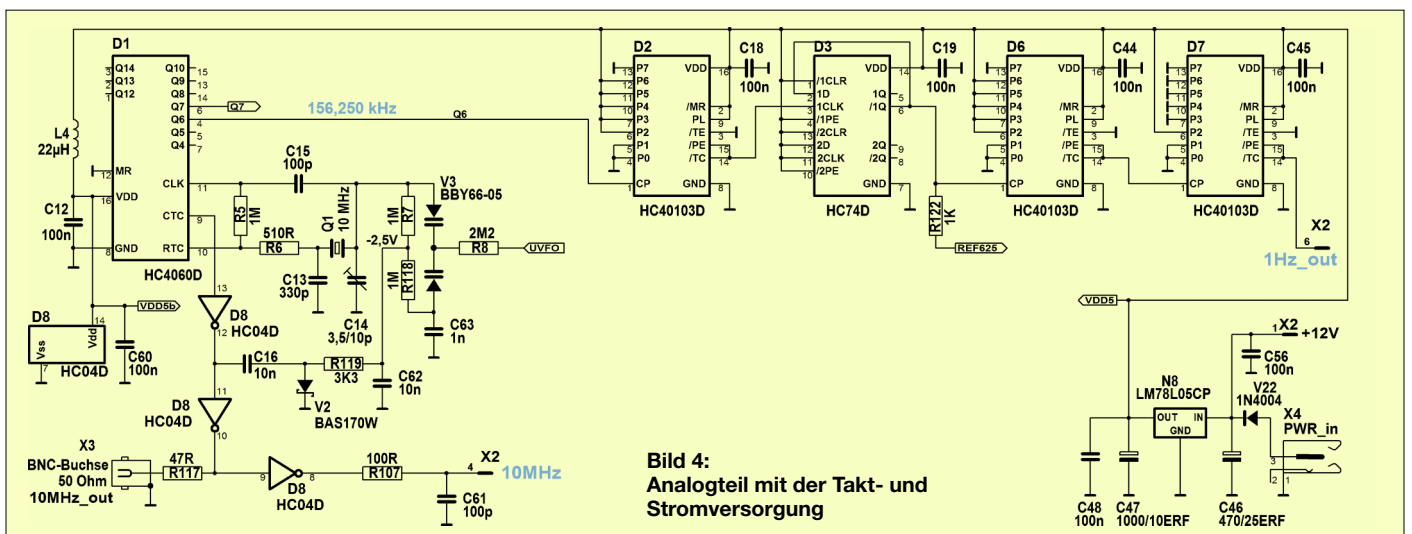
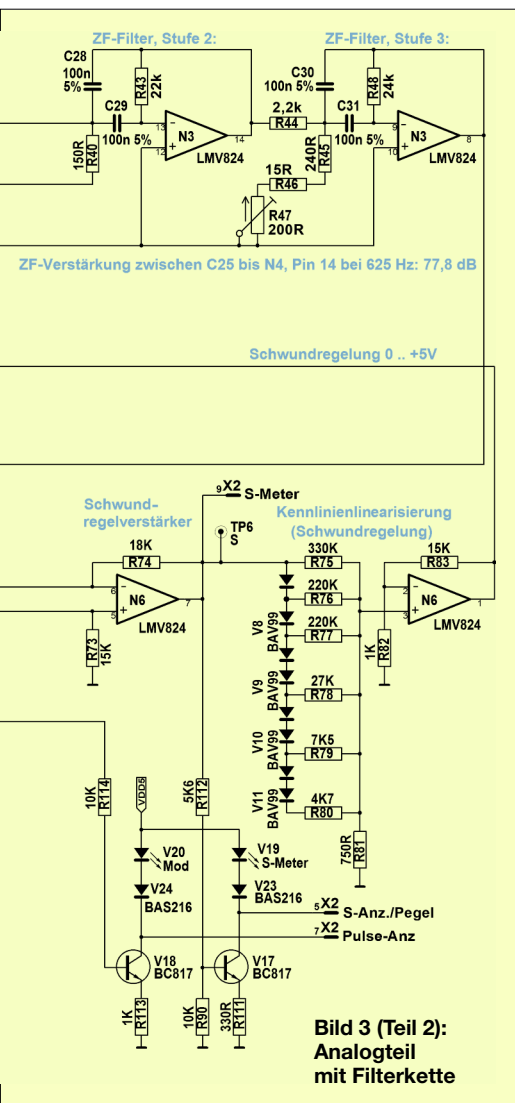


Bild 4:  
Analogteil mit der Takt- und  
Stromversorgung



Als Nächstes bestücken wir die wenigen noch fehlenden Bauelemente der Rechnerplatine (Bild 9). X102 ist das Gegenstück zu X2, also der männliche Teil des Steckverbinders. Die gewinkelte Steckerleiste X101 löten wir zunächst noch nicht ein. Die Befestigung des 5-V-Spannungsreglers N102 geschieht mit einer Zylinderschraube M3 × 6 mm und der passenden Zahnscheibe auf der Bestückungsseite sowie der mitgelieferten Aluminiumscheibe auf der Leiterseite. Letztere besitzt dazu in der Mitte ein Loch mit Innengewinde M3 und hat die Aufgabe, die Verlustwärme des Reglers nach dem Einbau der Platine auf das Gehäuse zu übertragen.

Im Interesse eines guten Wärmeübergangs ziehen Sie die Befestigungsschraube bitte ausreichend fest an, allerdings ohne dabei das Gewinde der Aluminiumscheibe zu zerstören.

Um die Lötstelle keinen mechanischen Spannungen auszusetzen, verlöten wir die Anschlüsse des Reglers N102 erst, nachdem er befestigt wurde. Bild 11 zeigt die Lage der Aluminiumscheibe im eingebauten Zustand, Bild 12 bestückte Rechner-

platine. Beim Einlöten der 40poligen Fassung ist unbedingt auf die korrekte Einbaulage zu achten (Pin 1 bzw. Kerbe zeigt in Richtung Anzeigeplatine). Abschließend setzen wir den Mikrocontroller vorsichtig und ohne die Anschlüsse abzuknicken in die Fassung. Mit gleichmäßigem Druck sorgen wir für festen Sitz und gute Kontaktgabe.

Es folgt die Bestückung der Anzeigeplatine (Bild 13). Diese trägt keinen Bestückungsaufdruck, bitte achten Sie deshalb darauf, dass Sie die Bauelemente nicht versehentlich auf die falsche Seite löten. Die Siebensegment-Anzeigebausteine sind zunächst mit Ihren Anschlüssen durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zu stecken und mit je einem Anschluss provisorisch anzulöten. Die mitgelieferte

Frontplatte benutzen wir als Lehre und richten die Anzeigebausteine damit so aus, dass sie später problemlos durch die Aussparungen passen. Erst dann werden sie fest eingelötet.

Der Einbau der sechs roten Leuchtdioden erfolgt danach unter Beachtung ihrer Polung (Anode, also langer Anschlussdraht, von vorn gesehen links) mit einem gleichmäßigen Abstand von ungefähr 3,5 mm zwischen Platine und Unterkante des LED-Körpers. Die LEDs müssen dabei senkrecht stehen und ebenso wie die Siebensegment-Anzeigebausteine durch die vorgesehenen Löcher in der Frontplatte passen.

Auch hier ist die Frontplatte als Lehre gut geeignet. Ebenso verfahren wir beim Einlöten des Tasters S1.

Tabelle 1: Stückliste der im Bausatz enthaltenen Teile

Bezeichnung	Typ/ Wert	Anzahl	Bemerkung
C46	470 $\mu$ /25 V	1	Empfängerplatine
C47, C54, C57	1000 $\mu$ /10 V	3	Empfängerplatine
L1, L2	Fi23	2	Empfängerplatine
Q1	Quarz 10 MHz, HC-49/US	1	Empfängerplatine
V22	1N4007	1	Empfängerplatine
D104	ATmega16-16PU programmiert	1	Rechnerplatine
N102	LM 7805	1	Rechnerplatine
N8	LM 78L05	1	Empfängerplatine
V1-V6, V19-V21	LED, 3 mm, klar (rot)	9	Anzeige-/Empfängerplatine
H1-H6	Siebensegmentanzeige SA39-11, rot	6	Anzeigeplatine
X4	Buchse für Hohlstecker 2,1 mm	1	Empfängerplatine
X1, X3	IC-Fassung, 40-polig	1	Rechnerplatine
	BNC-Buchse, Printausführung mit Mutter und Zahnscheibe	2	Empfängerplatine
S1	Taster	1	Anzeigeplatine
Alu-Scheibe	mit M3-Loch	1	Rechnerplatine
Sicherungshalter	für Kabel	1	
Hohlstecker	2,1 mm	1	
X101	2 × 25-polige Stiftleiste, gewinkelt	1	Rechner-/Anzeigeplatine
X2	2 × 6-polige Buchsenleiste	1	Empfängerplatine
X102	2 × 6-polige Stiftleiste	1	Rechnerplatine
Linsensenkkopfschraube	M2,5 × 10	2	Verbindung Anzeigeplatine - Frontplatte
Nylon-Unterlegscheibe		2	Verbindung Anzeigeplatine - Frontplatte
Distanzhülse	5 mm	2	Verbindung Anzeigeplatine - Frontplatte
Mutter	M2,5	2	Verbindung Anzeigeplatine - Frontplatte
Schraube	M3 × 6	1	Rechnerplatine
Zahnscheibe	M3	1	Rechnerplatine
W1	DCF-Antenne (Ferritstab mit Kondensator)	1	Aktivantenne
R123	15 k $\Omega$	1	Aktivantenne
R125	33 $\Omega$	1	Aktivantenne
V25, V26	BF450	2	Aktivantenne
Installationsrohr	≈ 160 mm lang, Durchmesser 25 mm	1	Aktivantenne
Abschlusskappe	25 mm × 24 mm	2	Aktivantenne
Kabelbinder	075-2,5	1	Aktivantenne
Klebesockel	19 mm × 9 mm	1	Aktivantenne
X9	BNC-Buchse (weiß), Printausführung mit Mutter und Zahnscheibe	1	Aktivantenne
Empfängerplatine		1	SMD-bestückt
Rechnerplatine		1	SMD-bestückt
Anzeigeplatine		1	unbestückt
Antennenplatine		1	unbestückt
earbeitetes Gehäuse		1	Korpus, Front- u. Rückplatte, Montageset



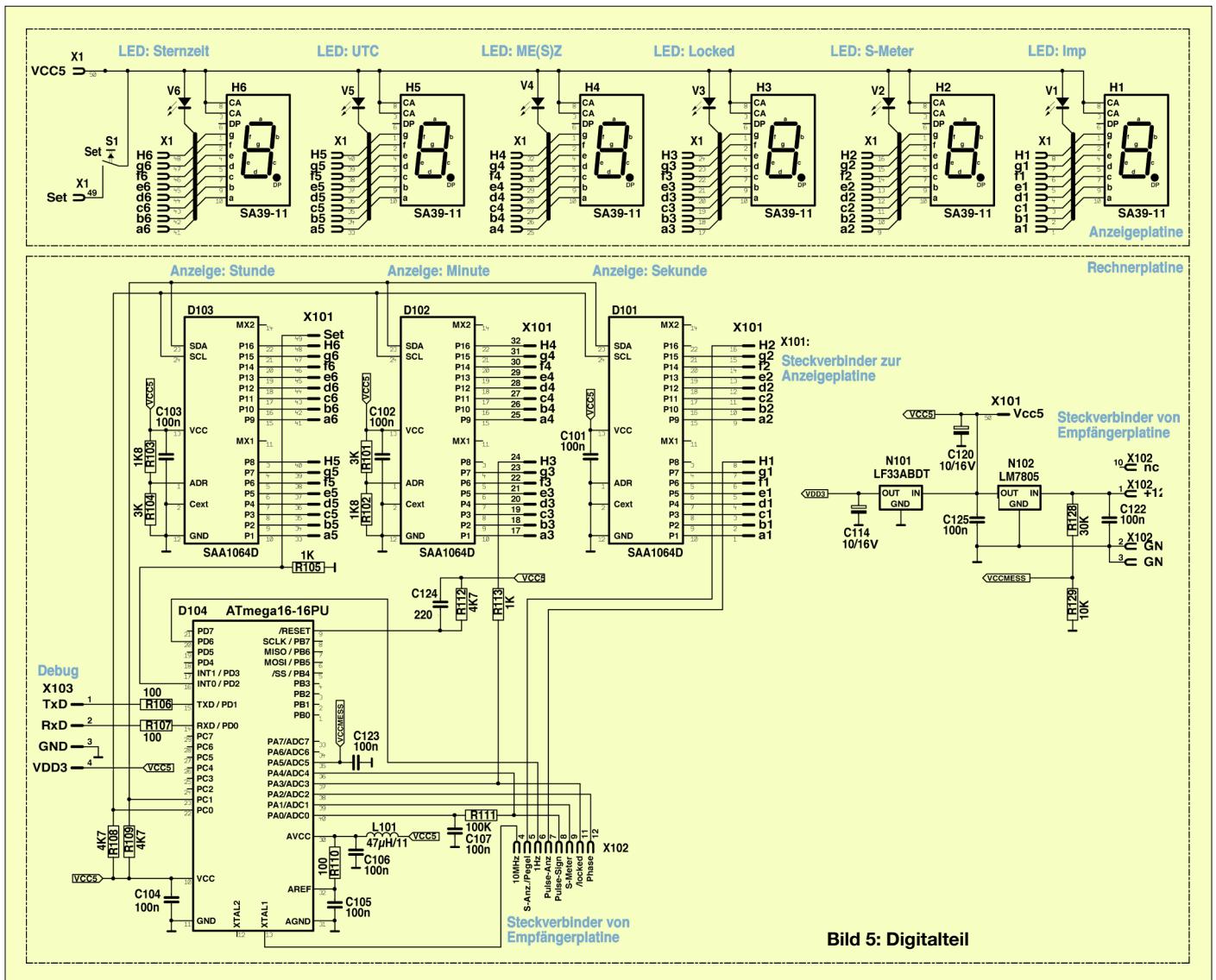


Bild 5: Digitalteil

## 2. Zusammenbau von Anzeige- und Rechnerplatine

Die zweireihige gewinkelte Stiftleiste dient zur Verbindung von Anzeige- und Rechnerplatine. Zunächst fädeln wir die

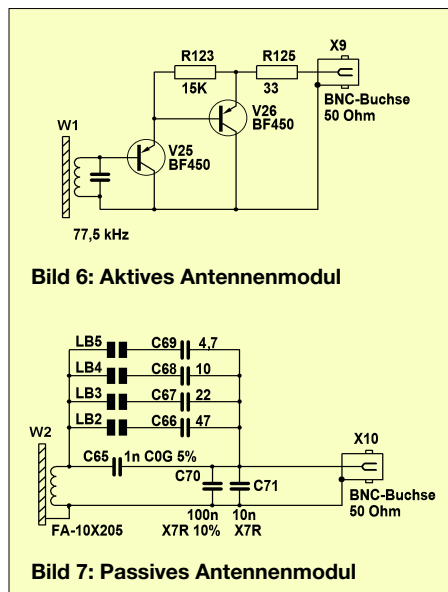


Bild 6: Aktives Antennenmodul

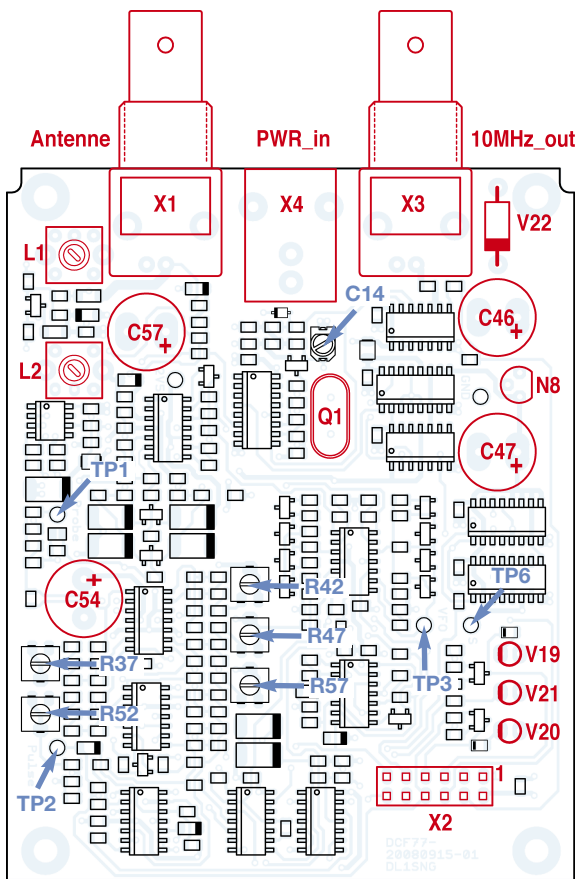
Bild 7: Passives Antennenmodul

Stifte des abgewinkelten Teils des Steckers in die entsprechenden Bohrungen der Rechnerplatine. Die nun waagrecht nach vorn stehenden Stifte stecken wir von der Lötseite aus durch die passenden Bohrungen der Anzeigeplatine. Jetzt richten wir beide Platinen so aus, dass die Vorderkante der Rechnerplatine an die Rückseite der Anzeigeplatine stößt und beide Platinen im Winkel von 90° zueinander stehen. Durch provisorisches Anlöten von je einem oder zwei der außenliegenden Stifte auf beiden Platinen fixieren wir diese Anordnung und korrigieren bei Bedarf noch einmal. Die nach vorn aus der Anzeigeplatine herausragenden Stifte kürzen wir so, dass sie noch etwa 0,5 mm bis 1 mm herausstehen und sich auf jeden Fall von vorn noch gut verlöten lassen. Nun testen wir, ob der Aufbau wirklich exakt in das Gehäuse passt. Dazu schieben wir die Rechnerplatine auf der untersten Führungsnut so weit in den Gehäusekörper, bis sie am anderen Ende wieder etwa 2 mm herausragt. Die Aluminiumkühlscheibe des Span-

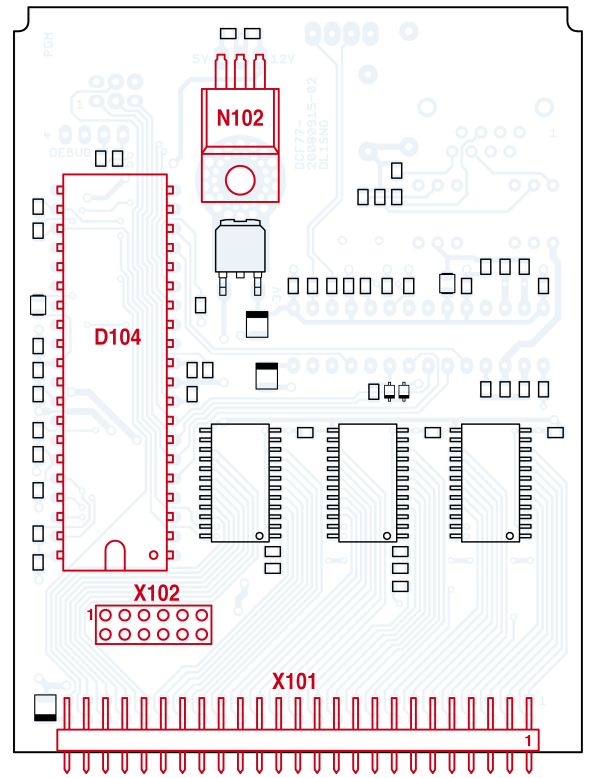
nungsreglers sollte sich dabei passgenau zwischen Platine und Gehäuseboden bewegen. Die Lage der Siebensegment-Anzeigebausteine, der Leuchtdioden und der Taster müsste exakt zu den Durchbrüchen in der jetzt noch vorübergehend aufgesetzten Frontplatte passen. Wenn das nicht ganz der Fall sein sollte, können wir die Stellung der Anzeigeplatine nochmals vorsichtig korrigieren. Ist alles so, wie es sein sollte, ziehen wir die Rechnerplatine wieder vorsichtig aus dem Gehäuse und löten alle Stifte des Winkelsteckverbinders fest. Bild 14 zeigt das Ergebnis.

## 3. Aufbau der aktiven Antenne

Die im Bausatz enthaltene längliche Platine ist so ausgelegt, dass sowohl die mitgelieferten Teile der Aktivantenne bestückt werden können als auch eine individuelle passive Antennenvariante realisierbar ist (siehe Punkt 4.4). Als Gehäuse dient das 25-mm-Kunststoffrohr mit den beiden schwarzen Verschlusskappen. Bevor wir mit der Bestückung der wenigen Bauteile beginnen, ist noch etwas Vor-



**Bild 8:** Bestückungsplan der Empfängerplatine; die für den Abgleich wichtigen Bauelemente und Testpunkte sind blau markiert.



**Bild 9:** Bestückungsplan der Rechnerplatine

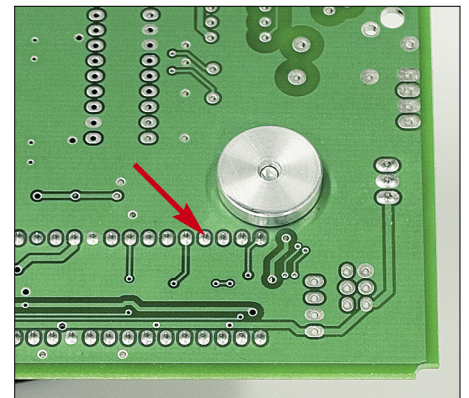
arbeit nötig. Die beiden Platinenecken links und rechts neben der Stelle, an der später die BNC-Buchse aufgelötet wird, müssen von der Leiterseite her (also von unten) mit einer Schlichtfeile im Winkel von etwa 45° angeschrägt werden. Dieses ist notwendig, da die Abschlusskappen des Antennengehäuses innen eine schmale Randverstärkung haben, welche sonst dazu führen würde, dass die Kappe nach der Montage schief sitzt. Nach dem Bestücken der beiden Widerstände und Transistoren löten wir die BNC-Buchse auf (Bild 17). Sie besitzt einen weißen Kunststoffkörper und sollte nicht mit den beiden anderen BNC-Buchsen verwechselt werden. Dann bringen wir den Klebesockel auf der Bestückungsseite der Platine an, ziehen den Kabelbinder durch die beiden Laschen und befestigen mit seiner Hilfe die mitte-

gelieferte Ferritantenne. Ihre beiden Anschlussdrähte fädeln wir durch die zwei dafür vorgesehenen Bohrungen in der Platine und verlöten sie dort. Im Bild 15 sehen wir das Ergebnis. Ferritstabwicklung und angeklebter Kondensator sind bereits auf 77,5 kHz abgestimmt, so dass wir keine weiteren Abgleicharbeiten vornehmen müssen.

Zum Schluss bohren wir in die Mitte einer der beiden Verschlusskappen ein Loch mit 12,5 mm Durchmesser. Diese Kappe stülpen wir samt Mutter und Zahnscheibe über die auf der Platine befindliche BNC-Buchse und ziehen die Mutter dann handfest an. Dieses Gebilde schieben wir dann vorsichtig in das Kunststoffrohr und verschließen das noch offene Ende mit der zweiten Kappe. Bild 16 zeigt die fertige Aktivantenne.

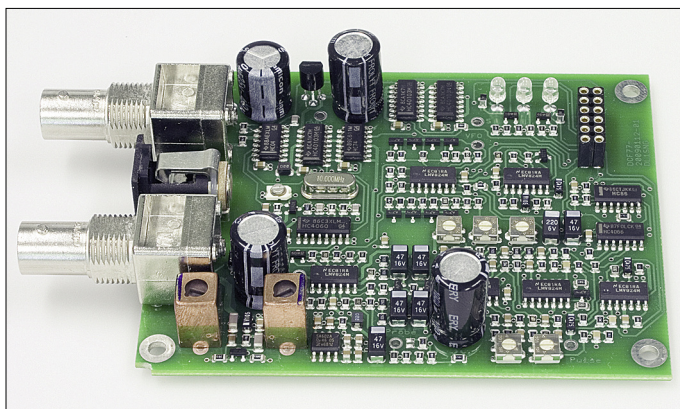
#### 4. Abgleich

Abgleicharbeiten sind nur an der Empfängerplatine erforderlich. Diese ist so konzipiert, dass sie unabhängig von Rechner- und Anzeigeplatine betrieben werden kann. Sie verfügt über eine 12-V-Stromversorgungsbuchse und durch die Dupli-



**Bild 11:** Aluminiumscheibe zur Wärmeabführung, beim Einbau bitte darauf achten, dass kein Kurzschluss zu den benachbarten Pins entsteht! Der Pfeil zeigt auf eine sauber ausgeführte Lötstelle.

zierung der entsprechenden Leuchtdioden sogar über die Signalisierung von *Lock*, *Pegel* und *Pulse*. Für die nachstehend beschriebenen Abgleicharbeiten schließen wir ein 12-V-Labornetzteil mit einer bei 200 mA eingestellten Strombegrenzung an und platzieren die Platine so, dass keine versehentlichen Kurzschlüsse auf der Unterseite möglich sind.



**Bild 10:** Komplette bestückte Empfängerplatine



Tabelle 2: ZF-Verstärkerabgleich

ZF-Verstärkerstufe	Resonanzfrequenz	Potenzio- meter
Stufe 1	626,6 Hz	R37
Stufe 2	663,4 Hz	R42
Stufe 3	587,6 Hz	R47
Stufe 4	700,2 Hz	R52
Stufe 5	556,2 Hz	R57

#### 4.1 ZF-Verstärker

Aufgrund der Bessel-Filter-Charakteristik und der im Verhältnis zur Trägerfrequenz recht großen Bandbreite des ZF-Verstärkers ist dessen Abgleich unkritisch. Die Bauteile sind so dimensioniert, dass die korrekte Einstellung ohne Einwirkung der Bauteiltoleranzen genau dann vorliegt, wenn die fünf Einstellregler R37, R42, R47, R52 und R57 (in Bild 8 blau markiert) in der mechanischen Mittelstellung stehen. Dank der eng tolerierten Bauteile (Kondensatoren: 5 %; Widerstände: 1 %) genügt das in den meisten Fällen, **ein Abgleich ist daher nicht unbedingt notwendig**. Sorgen Sie im einfachsten Fall le-

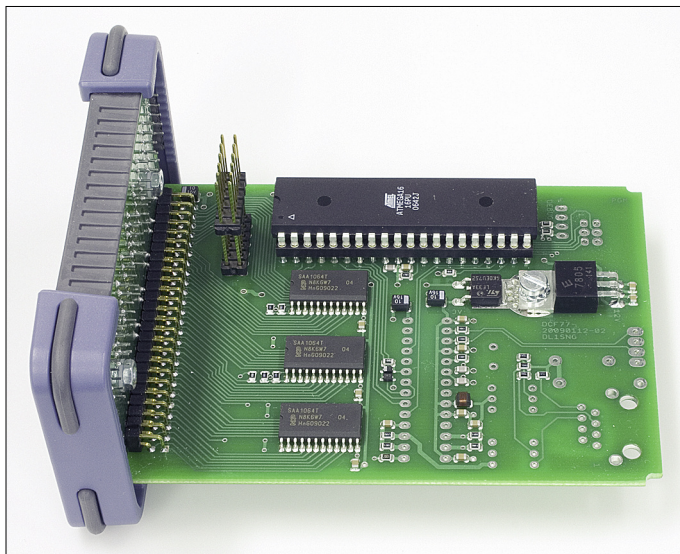


Bild 12:  
Rechnerplatine,  
komplett bestückt

diglich dafür, dass alle fünf SMD-Einstellregler auf der Empfängerplatine wirklich in Mittelstellung stehen. Wer es trotzdem genauer haben möchte, benötigt einen NF-Signalgenerator mit präzise einstellbarer Amplitude und Frequenz (auf 0,1 Hz genau) sowie ein Oszilloskop oder Digitalvoltmeter. Der Abgleich ist dann nicht weiter schwierig: Zunächst schließen wir die Lötbrücke LB1 (neben TP1). Hiermit verhindert man störende Rauschsignale aus der Vor- und Mischstufe. Den Signalgenerator schließen wir gegen GND am Testpunkt TP1 (*IFprobe\_in*) und Oszilloskop bzw. Digitalvoltmeter an TP2 (*Pulse\_out*) an. Die Testpunkte sind in Bild 8 blau markiert dargestellt. Tabelle 2 gibt die Frequenzen an, welche nacheinander am Signalgene-

rator eingestellt werden müssen. Dabei regeln wir die Amplitude jeweils so ein, dass wir am Testpunkt TP2 etwa +4 V Gleichspannung messen können. Jeder Frequenz in der Tabelle ist ein Einstellregler zugeordnet, mit dessen Hilfe bei genau dieser (!) Frequenz die Ausgangsspannung an TP2 auf Maximum einzustellen ist. Wenn beim Verstellen der Regler die gemessene Spannung in die Begrenzung gehen sollte (bei etwa +4,9 V), muss die Amplitude des Signalgenerators entsprechend zurückgenommen werden bis wieder ungefähr +4 V anliegen. Danach sollte eine saubere Bessel-Durchlasskurve mit einer 3-dB-Bandbreite von 100 Hz entstanden sein. Zum Schluss klemmen wir Signalgenerator und Oszilloskop bzw. Digitalvoltmeter wieder ab und öffnen die Lötbrücke LB1.

#### 4.2 Abgleich des Oszillators

Wir schließen die Antenne an den Empfangereingang an und warten bei vorhandenem Empfangssignal zunächst auf das Einrasten der Phasenregelschleife. Dieses

stellen diese im eingerasteten Zustand mit C14 auf etwa +2,5 V ein.

#### 4.3 Abgleich des Vorverstärkers

Wir benötigen dazu ein Abgleichbesteck mit genau passender Messingklinge. Bei angeschlossener Antenne gleichen wir die Spulen L1 und L2 auf das Maximum der Spannung am Testpunkt TP6 ab.

#### 4.4 Ferritantenne

Wie bereits erwähnt, ist die im Bausatz enthaltene Ferritantenne bereits fertig abgeglichen, sodass hier keine weiteren Tätigkeiten erforderlich sind.

Der Einsatz einer anderen Ferritantenne ist selbstverständlich möglich und kann in bestimmten Empfangssituationen sogar sinnvoll sein (siehe [1], Teil 3). In diesem Fall können Sie die alternativen Bestückungs- und Anschlussmöglichkeiten der Platine nutzen. Im Bild 7 sehen Sie eine mögliche Variante (Bestückungsplan siehe Bild 18). Selbstredend sind hier auch andere Ferritstäbe einsetzbar. Die Windungszahl der Spule ist dann allerdings so anzupassen, dass wieder eine Induktivität von etwa 3,9 mH erreicht wird. Allgemein gilt: Die Resonanzfrequenz von Eingangskreisen mit größeren und damit auch empfindlicheren, jedoch selbst zu bewickeln den Ferritantennen kann durch Verschieben des Spulenkörpers verändert werden. Im Interesse optimaler Empfindlichkeit sollte eine Resonanz bei 77,5 kHz angestrebt werden, bei welcher der Spulenkörper möglichst in der Mitte des Ferritstabes sitzt. Gegebenenfalls sind Windungszahl oder Parallelkapazität (C70, C71) anzupassen. Da der Abgleich durch Verschieben des Spulenkörpers vor allem in den äußeren Bereichen des Ferritstabes noch sehr grob ist, bietet uns die Platine zusätzlich die Möglichkeit eines Feinabgleiches. Mit Hilfe von vier Kondensatoren in 1-2-4-8-Wichtung (C66 bis C69 in Bild 7), die wahlweise mittels Lötbrücken (LB 1 bis LB5) parallelgeschaltet werden können, ist dieser relativ einfach möglich. Abgleichkriterium ist wieder die Spannung am Testpunkt TP6 *S-Meter*.

Selbstverständlich sind auch andere geeignete Antennenformen einsetzbar. Dem experimentierfreudigen Amateur bietet sich hier ein weites Feld. Teil 3 der Beitrags-

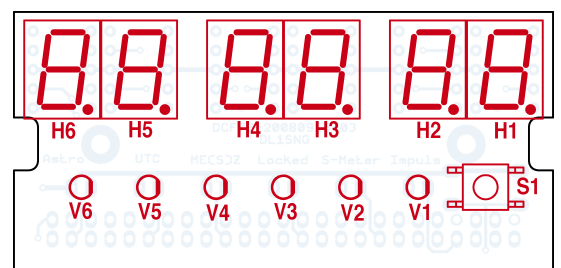
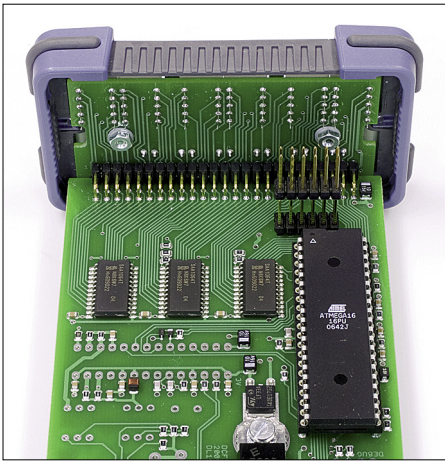


Bild 13:  
Bestückungsplan  
der Anzeigeplatine

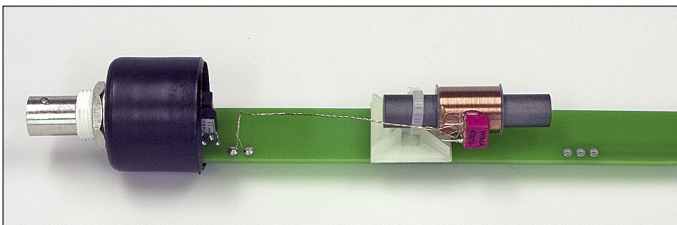


**Bild 14: Miteinander verbundene Rechner- und Anzeigeplatine**

folge in [1] liefert dazu wertvolle Hinweise. Nun steht dem Einbau in das mitgelieferte Gehäuse nichts mehr entgegen.

## 5. Gehäuseeinbau

Bitte führen Sie die Montage in der im Folgenden beschriebenen Reihenfolge aus. Zuerst müssen Frontplatte und Anzeigeplatine verbunden werden. Dazu stecken wir die beiden M2,5-Linsensenkkopfschrauben von vorn durch die entsprechenden Bohrungen in der Frontplatte (mittig unterhalb des linken und rechten Ausschnitts für die Siebensegmentanzeigen). Dann fädeln wir von der Innenseite



**Bild 15: Bestückte Platine der Aktivantenne**

der Frontplatte aus je eine schwarze Abstandshülse über die Schrauben und setzen das Ganze samt Kunststoff-Einfassung von vorn auf die Anzeigeplatine. Vorsicht, damit die Schrauben nicht wieder herausfallen oder die Hülsen von den Schrauben rutschen! Da wir die Frontplatte beim Löten der Anzeigebausteine und LEDs schon als Lehre verwendet hatten, sollte auf Anhieb alles gut zusammenpassen. Die Enden der Schrauben müssen etwa 2 mm aus den Bohrungen der Leiterplatte heraus-schauen. Die Vorderseiten der Anzeige-bausteine schließen nun plan mit der Frontplatte ab, LEDs und Taster ragen etwa 1 mm bzw. 2 mm heraus. Nachdem wir je eine Nylon-Unterlegscheibe und eine M2,5-Mutter auf die beiden Schrauben gesetzt haben, können wir diese vorsichtig festziehen.

Im nächsten Arbeitsgang stecken wir beide Platinen so zusammen, wie in Bild 14 zu sehen. Danach wird die komplette Bau-

gruppe mit den BNC-Buchsen voran vorsichtig in den Gehäusekörper hineingeschoben bis die bereits vormontierte Frontplatte an diesen anstößt. Dabei benutzen wir für die Platinen jeweils die oberste bzw. unterste Führungsnut. Die Aluminiumscheibe zur Wärmeableitung für den 5-V-Spannungsregler sollten passgenau zwischen Platine und Gehäuseboden sitzen und so eine gute Wärmeleitung ermöglichen. Wir setzen nun noch die Rückplatte mitsamt der Kunststoff-Einfassung auf und verschrauben sie ebenso wie die Frontplatte mit dem Gehäuse. Zu diesem Zweck sind dem Bausatz spezielle Torx-Schrauben des Gehäuseherstellers beigelegt. Bitte verwenden Sie nach Möglichkeit einen passenden Schraubendreher, da anderenfalls die Gefahr besteht, die Schraubenköpfe zu beschädigen und da-

mit beidseitigen BNC-Steckern an das DCF-Frequenznormal an (ein solches Kabel gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes). Die abgesetzte Antenne ermöglicht es uns, durch weitgehend freie Standortwahl, lokalen Störungen wirkungsvoll aus dem Weg zu gehen. Da die Länge des Verbindungskabels keine große Rolle spielt, sollten Sie von dieser Freiheit Gebrauch machen.

Zur Stromversorgung benötigen wir eine 12-V-Gleichspannungsquelle, die mit 1 A belastbar sein sollte und die wir mittels Hohlstecker an der Rückseite des Gerätes anschließen. Dabei achten Sie bitte darauf, dass die maximale Betriebsspannung von 14 V nicht überschritten wird. Die Stromaufnahme liegt in der Größenordnung von 300 mA bis 400 mA, je nach Helligkeit der Anzeige. Das Frequenznormal besitzt kei-



**Bild 16: Ansicht der fertig montierten Aktivantenne**

durch unbrauchbar zu machen. Die beiden rückseitigen BNC-Buchsen fixieren wir zum Schluss mit Überwurfmuttern und untergelegten Zahnscheiben.

ne integrierte Sicherung im Stromversorgungsteil. Wer ganz sicher gehen will, schleift den beigelegten Sicherungshalter in die Zuleitung ein. Eine 630-mA-Feinsicherung (nicht im Lieferumfang) bewahrt dann z. B. bei einem Kurzschluss vor größeren Schäden.

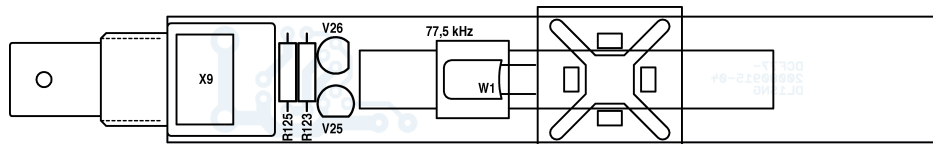
Da das Gerät keinen Einschalter hat, beginnt mit dem Anlegen der Versorgungsspannung sofort der permanente Empfang des DCF77-Signals. Durch mehrmaliges Drücken auf den Taster an der Frontplatte schalten wir das DCF-Frequenznormal in den Modus *Empfangspegelanzeige*. Links erscheint dann ein *P* und rechts der Signalpegel in *dBm*. Ohne Antenne würden wir jetzt nur den Pegel des Eingangsrauschens von etwa  $-147$  dBm sehen. Nun richten wir die Antenne so aus, dass das DCF77-Signal mit maximalem Pegel und möglichst störungsarm empfangen wird. Die numerische Pegelanzeige ist dabei

Bitte beachten Sie, dass Sie eine spätere Demontage in genau umgekehrter Reihenfolge vornehmen sollten.

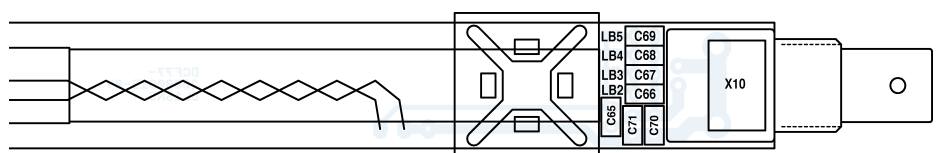
In Bild 1 sehen wir das fertig aufgebaute DCF-Frequenznormal im Gehäuse.

## 6. Inbetriebnahme und Bedienung

Zur Inbetriebnahme schließen wir die Aktivantenne über ein 50- $\Omega$ -Koaxialkabel



**Bild 17: Bestückungsplan der Aktivantenne**



**Bild 18: Bestückungsplan der Passivantenne**



sehr hilfreich. Eine hell leuchtende LED *Pegel* und das gleichmäßige Blinken der LED *Pulse* im Sekundentakt deuten ebenfalls auf ein Empfangssignal guter Qualität hin. Die LED *Lock* leuchtet bereits nach kurzer Zeit, wenn der 10-MHz-Oszillator auf den Träger von DCF77 eingearbeitet ist. Die erzeugte Normalfrequenz steht dann an der Ausgangsbuchse mit CMOS-Pegel und einer Genauigkeit von  $10^{-9}$  zur Verfügung (hinsichtlich der Kurzzeitstabilität siehe [1]).

Mit dem Taster ist die Umschaltung auf die gewünschte Zeitdarstellung möglich. Welche davon aktiv ist, zeigen die LEDs *LMST*, *UTC* und *MEZ*. Außerdem können wir uns das Datum (*Date*) anzeigen lassen. Dieses ist das des letzten gültigen Empfangs, also zumeist das aktuelle Datum.

Bevor aber die Anzeige der Uhrzeit möglich ist, müssen zunächst mehrere vollständige, gültige Zeittelegramme empfangen werden. Das kann einige Minuten dauern, in denen die Sekunden der Uhrzeit hochgezählt werden und sonst nur Striche im Display zu sehen sind.

Damit die Sternzeit (LMST für *Local Mean Siderial Time*) richtig angezeigt werden kann, muss der Längengrad des eigenen Standortes eingespeichert werden. Dieses ist in Grad, Minuten und Sekunden möglich, wenn man den Taster im Augenblick des Einschaltens der Stromversorgung gedrückt hält. Weiteres kurzes Drücken zählt die aktuell angezeigte Ziffer hoch, langes Drücken führt zum Speichern

**Tabelle 3: Technische Daten des DCF-Frequenznormal:**

Ausgangsfrequenz: 10,0 MHz
Erreichbare Frequenzstabilität: $10^{-9}$
Ausgangspegel: CMOS, 5 V
Referenz: DCF77-Signal des Zeitzeichensenders Mainflingen auf 77,5 kHz
Empfängerprinzip: Superhet, Zwischenfrequenz 625 Hz
Antenne: Räumlich abgesetzte, abgestimmte Aktivantenne (Ferritstab)
Auswählbare Anzeigemöglichkeiten:
– Zeit (Stunden, Minuten, Sekunden), umschaltbar in ME(S)Z, UTC oder LMST,
– Datum (Tag, Monat, Jahr)
– Eingangspegel in dBm
Betriebsspannung: 12 V Gleichspannung
Stromaufnahme: max. 300 mA, abhängig von der Anzeigehelligkeit
Gehäuse: Aluminium-Designgehäuse,
Abmessungen (B × H × T): 80 mm × 42 mm × 100 mm
Masse: etwa 350 g (ohne Antenne)

des Wertes und zum Sprung auf die nächste Eingabestelle.

Ein langer Tastendruck schaltet die Helligkeit der Anzeige um.

## 7. Wichtige Hinweise zum Betrieb

Sollte das Sendesignal ausfallen, ist weiterhin die interne Uhrzeit ablesbar, allerdings ohne DCF-Synchronisation. Zur Signalisierung dieser Störung fängt die Uhrzeit-LED nach kurzer Zeit an, hektisch zu blinken. Auch die LEDs *Pegel* und *Pulse* verlöschen dann meistens oder flackern unregelmäßig. Damit ist gleichzeitig die Warnung vor dem Gebrauch des Normalfrequenzausgangs verbunden. Diesem fehlt dann ebenfalls die Synchronisation mit dem DCF77-Trägersignal. Seine Frequenzgenauigkeit entspricht jetzt nur noch der des internen Quarzoszillators. Das Gehäuse des Frequenznormal erwärmt

sich während des Betriebes. Das ist normal, da vom eingebauten Spannungsregler je nach Höhe der angelegten Betriebsspannung und Helligkeit der Anzeige bis zu 3 W Verlustleistung als Wärme nach außen abgeführt werden muss. Aus diesem Grund sorgen Sie bitte für einen Standort mit ausreichender Luftzirkulation und decken Sie das Gerät keinesfalls mit wärmedämmendem Material ab.

Viel Spaß und Erfolg beim Nachbau!

[support@funkamateurl.de](mailto:support@funkamateurl.de)

## Literatur und Bezugsquelle

- [1] Graubner, N., DL1NSG; Traving, W.-G., DL1FAC: DCF77-gesteuertes Frequenznormal mit Funkuhr und Sternzeit. FUNKAMATEUR 57 (2008) H. 12, S. 1286–1290; FUNKAMATEUR 58 (2009) H. 1, S. 44–47; H. 2, S. 153–155
- [2] FUNKAMATEUR-Leserservice: Berliner Str. 69, 13189 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax –69, E-mail: [shop@funkamateurl.de](mailto:shop@funkamateurl.de); Online-Shop: [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → Online-Shop

# Versionsgeschichte zur Baumappte

Die aktuelle Fassung dieser Baumappte wird jeweils im Online-Shop des FUNKAMATEUR als ergänzende Information zum Produkt *DCF-gesteuertes Frequenznormal mit Uhrzeitanzeige*, Artikel-Nr. *BX-176*, 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.

## Version 090529

– Bauteilwerte ZF-Filter korrigiert

## Version 090508

– Ursprungsversion