Teil 2

# 30-MHz-DDS-Funktionsgenerator-Board

**Das 30-MHz-DDS-Board ist ein programmierbarer Funktionsgenerator, der nach dem DDS-Prinzip arbeitet. Das Board ergänzt die erfolgreiche ELV-DDS-Generator-Reihe um ein kompaktes, universelles und PC-unabhängiges Gerät, das sowohl als eigenständiger Frequenzgenerator als auch als frequenzbestimmende PLL-Baugruppe in digitalen Empfängerkonzepten einsetzbar ist.**
**Im abschließenden zweiten Teil beschreiben wir den Nachbau, den Abgleich und die Inbetriebnahme des DDS30.**

## Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Um unnötige Probleme zu vermeiden, sollten die SMD-Bauteile vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos liefern hilfreiche Zusatzinformationen. Abgesehen von der Hohlsteckerbuchse BU 4 und den beiden BNC-Buchsen BU 5 und BU 6 befinden sich die restlichen bedrahteten Bauteile auf der Bestückungsseite.

Zunächst sollten die Elektrolyt-Kondensatoren C 56, C 67, C 70, C 74, C 77, C 82 eingebaut werden. Bein Einsetzen der Elektrolyt-Kondensatoren ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet. Im nächsten Schritt folgt das Verlöten der Taster TA 1 und TA 2 sowie der Stiftleiste ST 2 und des Potentiometers R 62. Dann sind der Schalter S 1 und die beiden Drehimpulsgeber DR 1 und DR 2 einzusetzen und anzulöten.

Zu guter Letzt sind noch die Hohlsteckerbuchse BU 4 sowie die beiden BNC-Buchsen BU 5 und BU 6 einzubauen. Hierbei ist darauf zu achten, dass diese Bauteile von der Lötseite her bestückt werden und somit auf der Bestückungsseite zu verlöten sind. Bei den beiden BNC-Buchsen sollte reichlich Lötzinn verwendet werden. Bild 1 zeigt die montierten BNC-Buchsen im Detail. Nachdem nun alle bedrahteten Bauteile auf dem DDS-Board verlötet sind, fehlt nur noch die 16-polige Stiftleiste am Display, die zusammen mit der vormontierten SMD-Buchsenleiste die Verbindung zum

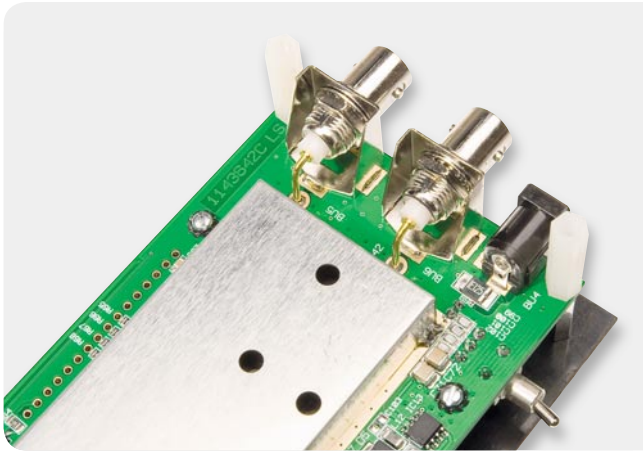


*Bild 1: Die montierten BNC-Buchsen im Detail*

DDS-Board realisiert. Die Stiftleiste wird, wie in Bild 2 dargestellt, entsprechend eingesetzt und angelötet.

Als Nächstes folgt die Montage des Displays. Hierzu werden zunächst die vier 10-mm-Abstandsbolzen mit den Zylinderkopfschrauben (M2,5 x 5 mm) und den Fächerscheiben auf das DDS-Board geschraubt. Anschließend kann das Display samt Stiftleiste in die entsprechende Buchsenleiste gesteckt werden und mit weiteren Zylinderkopfschrauben und Fächerscheiben an den vier 10-mm-Abstandsbolzen befestigt werden. Um für die Inbetriebnahme und Kalibrierung des DDS-Boards einen sicheren Stand zu gewährleisten, werden nun die vier 15-mm-Metall-Abstandsbolzen mit den vier 20-mm-Kunststoff-Abstandsbolzen am DDS-Board verschraubt. Dazu sind die Außengewinde der Kunststoffbolzen von der Lötseite her durch die in den Ecken des DDS-Boards befindlichen Öffnungen zu stecken und von der anderen Seite mit den Metallbolzen zu verschrauben. Bild 3 zeigt den Aufbau des DDS-Boards von der Seite gesehen. Ab jetzt steht das DDS-Board sicher auf den vier Kunststoffbolzen. Für die im Anschluss anstehende Kalibrierung des DDS30 bietet es sich an, die beiden Tasterstößel jetzt schon auf die Taster TA 1 und TA 2 aufzupressen. Das DDS30 kann nun in Betrieb genommen werden.

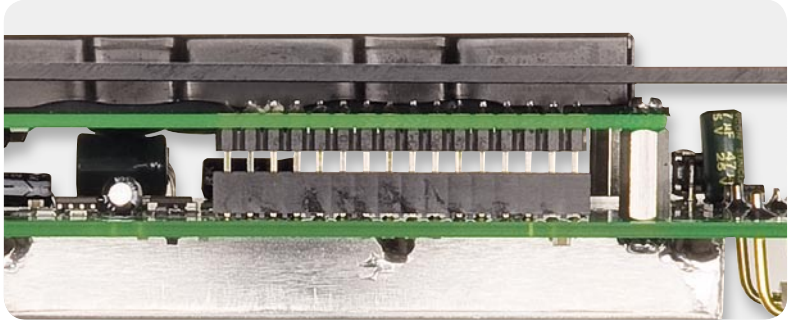
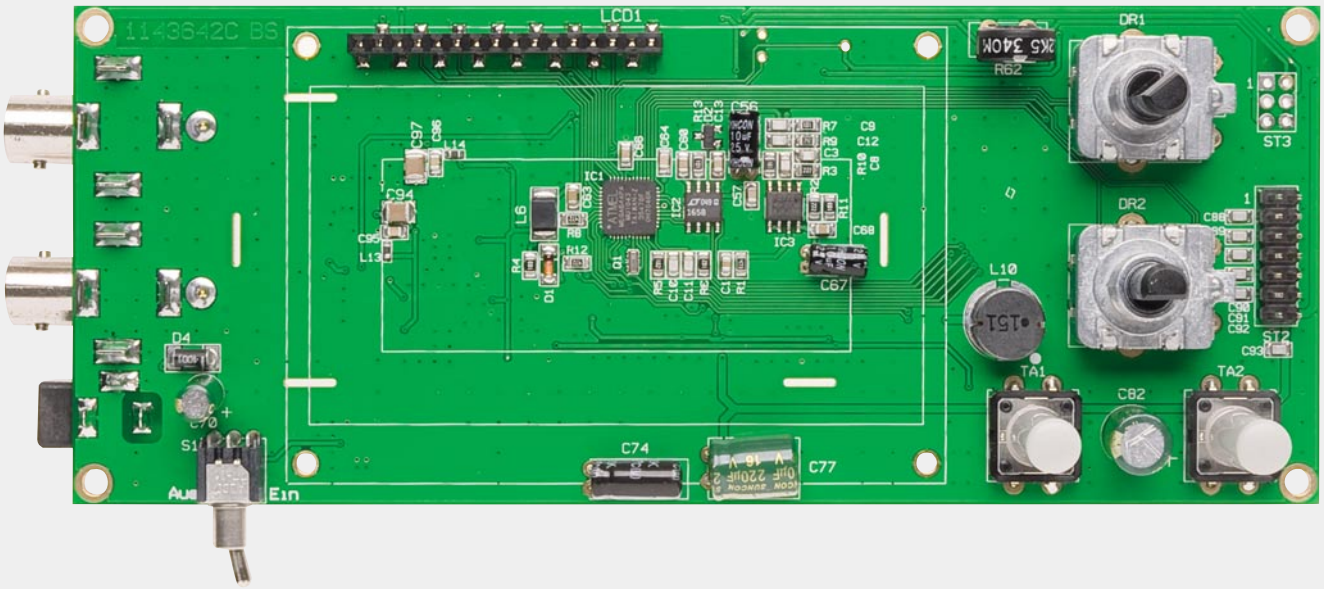
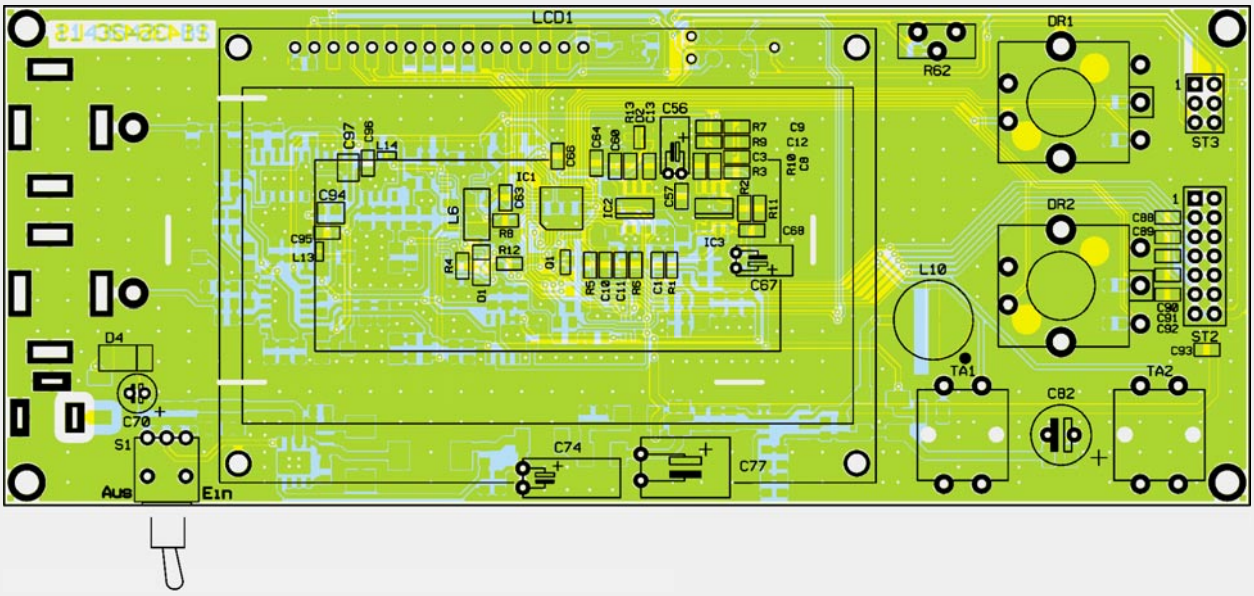


*Bild 2: Hier ist die Stiftleiste, die Display und Board verbindet, gut zu sehen.*




*Platinenfoto der komplett bestückten Platine mit dem zugehörigen Bestückungsplan von der Bestückungsseite*

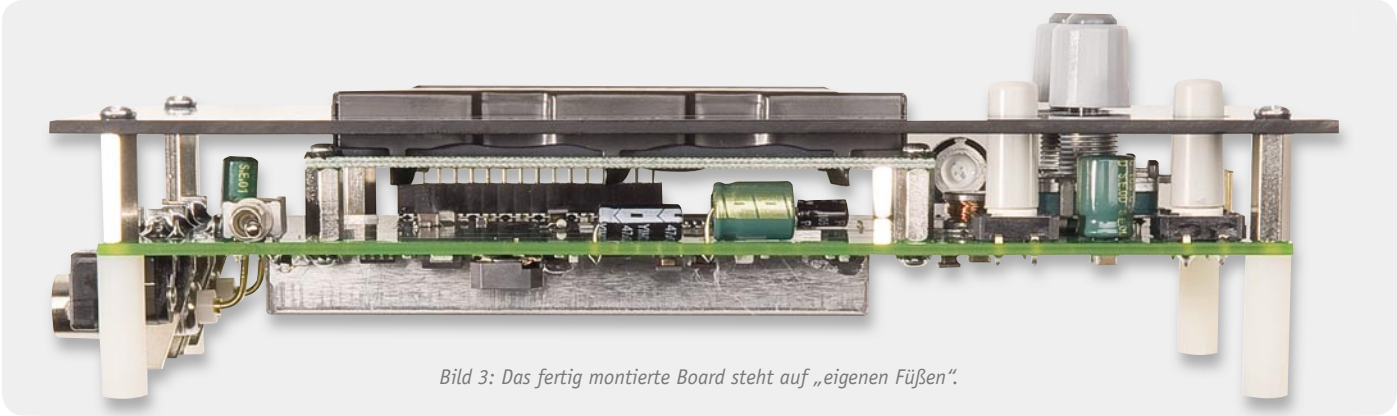
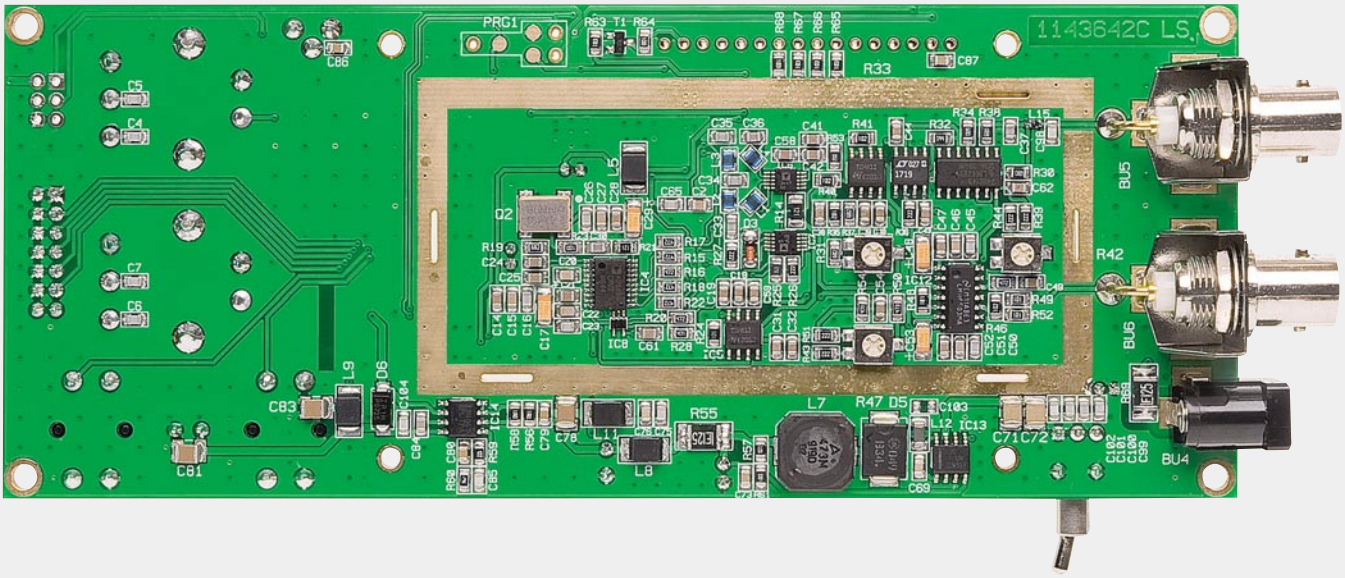
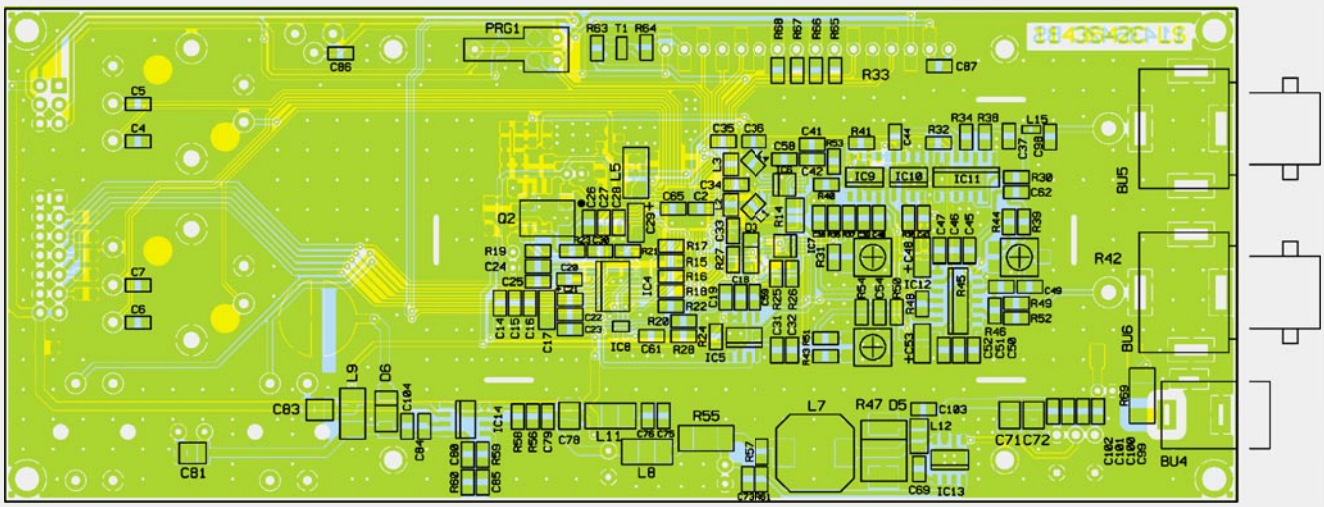


*Bild 3: Das fertig montierte Board steht auf „eigenen Füßen".*

## Inbetriebnahme und Kalibrierung

Zur ersten Inbetriebnahme wird das Board über die Hohlsteckerbuchse BU 4 mit einer Spannung von 10 bis 15 VDC versorgt und der Schalter S 1 auf die Position „Ein" gestellt. Zunächst ist der gewünschte Displaykontrast mit dem Potentiometer R 62 einzustellen. Das Hintergrundraster des Displays sollte möglichst wenig erkennbar sein.





*Platinenfoto der komplett bestückten Platine mit dem zugehörigen Bestückungsplan von der Lötseite*

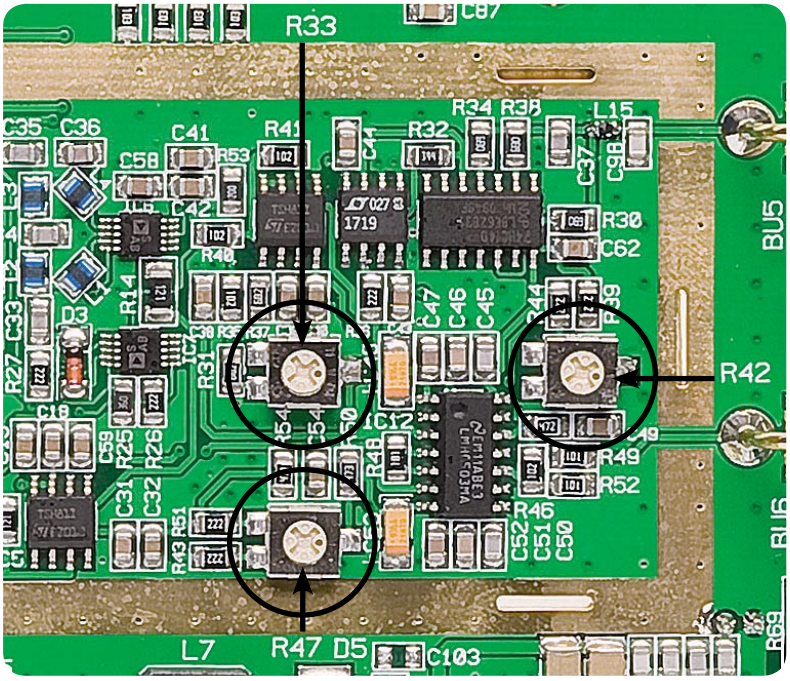



*Bild 4: Die Lage der Abgleichelemente auf der DDS30-Platine. Die Bezeichnung der Abgleichelemente steht außen, um diese auch bei aufgesetztem Abschirmgehäuse schnell identifizieren zu können.*

Als Nächstes sind alle notwendigen Kalibrierungen und Einstellungen durchzuführen, dabei sollte sich das DDS30 im betriebswarmen Zustand befinden, welcher nach ca. 5 Minuten erreicht ist. Zur Kalibrierung werden ein Multimeter und ein Oszilloskop benötigt, für die Kalibrierung der Frequenz zusätzlich ein Frequenzzähler.

Zunächst sollte eine Kompensation der Offset-Spannungen erfolgen. Dazu ist im Konfigurationsmenü der Punkt „Kalibrierung" zu wählen und dort der Unterpunkt „Offset". Es folgt eine Sicherheitsabfrage, die mit „ja" zu bestätigen ist.

**Offset-Kalibrierung**

Nach dem Aufruf des Menüpunkts „Offset" wird als Erstes der vom DDS-Chip erzeugte Gleichspannungsanteil kompensiert.

*1. Tastgrad von 50 % einstellen*

Für diesen Kalibrierungsschritt ist an dem Signalausgang „Digital out" ein Oszilloskop anzuschließen, dessen Ablenkwerte folgendermaßen einzustellen sind:

Horizontal: 500 µs/DIV
Vertikal: 2 V/DIV
Ankopplung: DC

Mit Hilfe des Einstellreglers R 33 (Lage siehe Bild 4) wird das Ausgangssignal nun so eingestellt, dass auf dem Oszilloskop ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %, also 500 µs High und 500 µs Low zu sehen ist (Bild 5). Ist die Einstellung anhand der Oszilloskop-Ausgabe erfolgt, ist sie mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz) zu bestätigen.

*2. Signal per R 42 auf 0 $V_{DC}$ stellen*

Für diese Einstellung ist ein Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an dem Signalausgang „Signal out" anzuschließen (Messart DCV). Mit dem Einstellregler R 42 (Lage siehe Bild 4) ist dann eine Spannung von 0 V einzustellen. Ist die Spannung eingestellt, erfolgt die Betätigung mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz).

*3. Signal per R 47 auf 0 $V_{DC}$ stellen*

Für diese Einstellung bleibt das Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an dem Signalausgang „Signal out" (Messart DCV). Mit dem Einstellregler R 47 (Lage siehe Bild 4) ist dann eine Spannung von 0 V einzustellen. Ist die Spannung eingestellt, erfolgt die Bestätigung mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz). Das DDS30 kehrt in die Menüanzeige zurück.

**Amplituden-Kalibrierung**

Zum Starten dieses Kalibriervorgangs ist im Konfigurationsmenü der Punkt „Kalibrierung" zu wählen und dort der Unterpunkt „Amplitude". Auch hier ist die folgende Sicherheitsabfrage mit „ja" zu bestätigen. Zuerst erfolgt der Abgleich für die Dreieck-/Sinus-Signalerzeugung.

*1. Signal auf 0,1 $V_{SS}$ einstellen*

Für diese Kalibrierung ist ein Oszilloskop an dem Signalausgang „Signal out" anzuschließen, dessen Ablenkwerte folgendermaßen einzustellen sind:

Horizontal: 500 µs/DIV
Vertikal: 20 mV/DIV
Ankopplung: AC

Anhand der Oszilloskop-Ausgabe (verfügt dieses über eine direkte Messwertanzeige – Measure-Funktion, Ampl. –, kann man diese heranziehen) ist nun mit dem Drehgeber DR 1 (Amplitude) ein Signalpegel des Sinussignals von 0,1 $V_{SS}$ einzustellen. Der einzustellende Wert kann im Bereich von 0 bis 16.383 liegen. Man kann sowohl mit dem Drehgeber durchgehend einstellen als auch mit den Pfeiltasten links/rechts direkt die Einer- bis Zehntausender-Stelle anwählen und von dort aus dann mit dem Drehgeber einstellen. Ist die Einstellung anhand der Oszilloskop-Ausgabe erfolgt, ist sie mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz) zu bestätigen.

*2. Signal auf 0,5 $V_{SS}$ einstellen*

Das Oszilloskop bleibt angeschlossen, die Ablenkwerte sind jetzt folgendermaßen einzustellen:

Horizontal: 500 µs/DIV
Vertikal: 100 mV/DIV
Ankopplung: AC

Danach erfolgt mit dem Drehgeber DR 1 (Amplitude) die Einstellung eines Signalpegels von 0,5 $V_{SS}$. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz).

*3. Signal auf 1 $V_{SS}$ einstellen*

Das Oszilloskop bleibt angeschlossen, die Ablenkwerte sind jetzt folgendermaßen einzustellen:

Horizontal: 500 µs/DIV
Vertikal: 200 mV/DIV
Ankopplung: AC

Danach erfolgt mit dem Drehgeber DR 1 (Amplitude) die Einstellung eines Signalpegels von 1 $V_{SS}$. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz).

**Amplitudeneinstellung Rechtecksignal**

Der anschließende Abgleich der Amplitudeneinstellung des Rechtecksignals anhand der Oszilloskop-Anzeige (hier Rechtecksignal) erfolgt in gleicher Weise, wie eben bei der Einstellung für das Sinus-/Dreiecksignal beschrieben. Nach der letzten Bestätigung mit

einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz) kehrt das DDS30 in die Menüanzeige zurück.

**Frequenz-Kalibrierung**

Als Letztes erfolgt die Kalibrierung der Ausgangsfrequenz. Falls jedoch die von Quarzoszillator Q 2 gegebene Genauigkeit von 50 ppm ausreicht, kann der folgende Kalibrierschritt übersprungen werden.

Zum Starten dieses Kalibriervorgangs ist im Konfigurationsmenü der Punkt „Kalibrierung" zu wählen und dort der Unterpunkt „Frequenz". Auch hier ist die folgende Sicherheitsabfrage mit „ja" zu bestätigen.

An dem Signalausgang „Signal out" ist jetzt ein Frequenzzähler mit einem Messbereich von mindestens 30 MHz anzuschließen. Seine Genauigkeit sollte besser als 50 ppm sein, da ansonsten keine Verbesserung der Frequenzgenauigkeit zu erwarten ist. Der Erfolg der Kalibrierung steht und fällt mit der Genauigkeit des Frequenzzählers.

Die jetzt gemessene Frequenz sollte bei 25 MHz liegen, sie ist mittels des Drehgebers DR 1 (Amplitude) und den Pfeiltasten möglichst genau einzugeben. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit einem kurzen Tastendruck auf DR 2 (Frequenz). Danach kehrt das Gerät zur Menüanzeige zurück.

## Endmontage

Nach der Kalibrierung des DDS30 und einer abschließenden Kontrolle aller Funktionen widmen wir uns nun der Endmontage des DDS-Boards. Als Erstes sollte das Abschirmgehäuse so in die vorgesehenen Schlitze der Platine positioniert werden, dass es komplett plan aufliegt. Durch die Schlitze wird sichergestellt, dass das Abschirmgehäuse nicht seitenverkehrt eingesetzt werden kann. Jetzt ist das Gehäuse rundum sorgfältig mit einigen Lötpunkten auf der freigelegten Kupferbahn an die Platine anzulöten. Bild 6 zeigt exemplarisch das so bestückte Gehäuse.

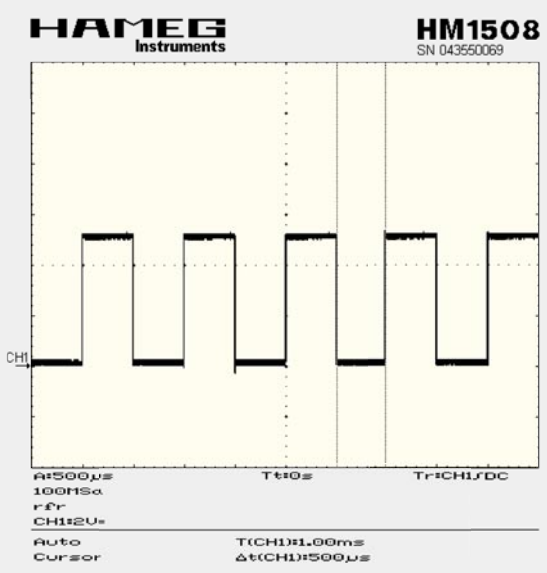



*Abbildung 5: Das Oszilloskop-Schirmbild bei der Tastgrad-Einstellung*

Im nächsten Schritt wird die Frontplatte so aufgesetzt, dass das LC-Display durch die Öffnung in der Frontplatte ragt und anschließend mit den vier Zylinderkopfschrauben M3 x 8 mm befestigt werden kann. Danach sind die Drehknöpfe auf die Achsen der Drehimpulsgeber DR 1 und DR 2 zu stecken und mit den Gewindestiften (Madenschrauben) zu fixieren. Zum Abschluss sind noch die Knopfkappen auf die Drehknöpfe zu pressen.

Nachdem alle notwendigen Kalibrierungen und Montagearbeiten umgesetzt worden sind, können nun alle Funktionen, wie im Abschnitt Bedienung beschrieben, ausprobiert werden.

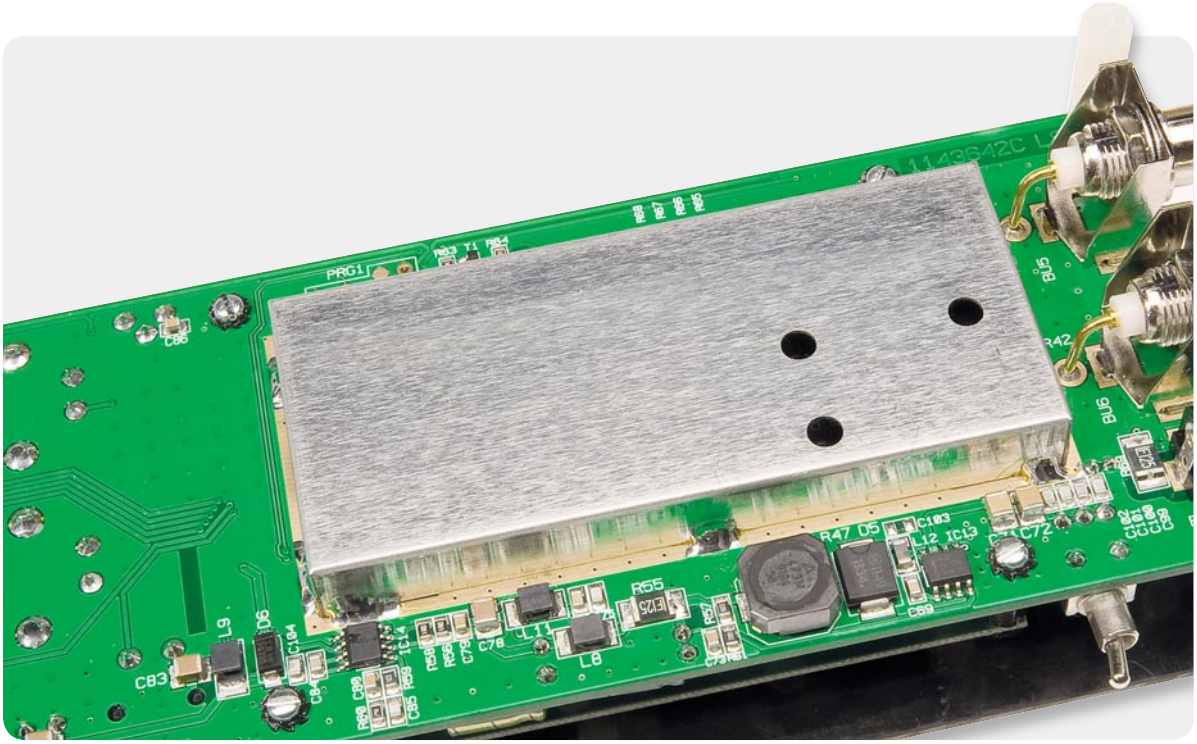


*Bild 6: Das fertig montierte und verlötete Abschirmgehäuse*

Stückliste

**Widerstände:**

| | |
|---|---|
| 1 Ω/SMD/0805 | R56, R58 |
| 10 Ω/SMD/0805 | R23, R64 |
| 36 Ω/SMD/0805 | R25 |
| 68 Ω/SMD/0805 | R30, R34, R38 |
| 100 Ω/SMD/0805 | R7, R13, R49, R52 |
| 120 Ω/1 %/SMD/0805 | R21, R24, R53 |
| 120Ω/SMD/1206 | R14 |
| 180 Ω/SMD/0805 | R48 |
| 470 Ω/SMD/0805 | R28, R54 |
| 1 kΩ/SMD/0805 | R5, R6, R35, R40, R41, R46 |
| 1,2 kΩ/SMD/0805 | R59 |
| 2,2 kΩ/SMD/0805 | R2, R3, R26, R27, R36, R39, R43, R44, R51 |
| 2,4 kΩ/SMD/0805 | R9 |
| 3,3 kΩ/1 %/SMD/0805 | R61 |
| 3,6 kΩ/SMD/0805 | R60 |
| 4,7 kΩ/SMD/0805 | R8, R12, R15–R18, R20, R22, R45 |
| 6,8 kΩ/SMD/0805 | R19, R31, R37 |
| 10 kΩ/SMD/0805 | R4, R11, R63, R65–R68 |
| 10,7 kΩ/1 %/SMD/0805 | R57 |
| 18 kΩ/SMD/0805 | R10 |
| 47 kΩ/SMD/0805 | R1, R50 |
| 390 kΩ/SMD/0805 | R32 |
| SMD-Cermet-Trimmer, 5 kΩ | R33 |
| SMD-Cermet-Trimmer, 10 kΩ | R42, R47 |
| PT10, stehend, 2,5 kΩ | R62 |
| Polyswitch, 15 V, 1,25 A, SMD, 1812 | R55, R69 |

**Kondensatoren:**

| | |
|---|---|
| 10 pF/SMD/0805 | C30 |
| 15 pF/SMD/0805 | C36 |
| 22 pF/SMD | C98 |
| 47 pF/SMD/0805 | C10, C11, C101 |
| 82 pF/SMD/0805 | C33–C35, C37 |
| 100 pF/SMD/0805 | C3, C8, C9, C12, C85, C102 |
| 680 pF/SMD/0805 | C84 |
| 820 pF/SMD/0805 | C16, C23, C26, C45, C50, C65, C75 |
| 1 nF/SMD | C88–C93, C99, C104 |
| 3,3 nF/SMD/0805 | C15, C22, C27, C46, C51, C64, C76 |
| 4,7 nF/2 %/SMD/0805 | C4–C7, C100 |
| 10 nF/SMD/0805 | C2, C20, C69, C95, C96 |
| 100 nF/SMD/0805 | C13, C14, C19, C21, C24, C25, C28, C31, C38, C39, C41, C43, C44, C47, C49, C52, C54, C57–C63, C66, C68, C73, C79, C80, C86, C87 |
| 470 nF/SMD/0805 | C1 |
| 1 µF/SMD/0805 | C18, C32, C40, C42 |
| 2,2 µF/50 V/SMD/1210 | C71, C72 |
| 10 µF/SMD/1210 | C78, C81, C83, C94, C97 |
| 10 µF/6,3 V/Tantal/SMD | C17, C29, C48, C53 |
| 10 µF/16 V | C56, C67 |
| 47 µF/16 V | C74 |
| 100 µF/25 V (lange Lebensdauer) | C70 |
| 220 µF/16 V/105 °C | C77, C82 |

**Halbleiter:**

| | |
|---|---|
| ELV111029/SMD | IC1 |
| LTC1658/SMD | IC2 |
| TLC277C/SMD | IC3 |
| AD9834CRUZ/SMD | IC4 |
| TSH81ID/SMD | IC5, IC9 |
| ADG736BRMZ/SMD | IC6, IC7 |
| 74LVC1G14/SMD | IC8 |
| LT1719-CS8/SMD | IC10 |
| 74HC14/SMD | IC11 |
| LMH6503MA/SMD | IC12 |
| TPS5430DDA/SMD/TI | IC13 |
| MC34063AD/SMD | IC14 |
| BCW65C/SMD | T1 |
| LL4148 | D1, D3 |
| LM385-2,5V/SMD | D2 |
| SM4001/SMD | D4 |
| MBRS340/SMD | D5 |
| 10MQ060N/SMD | D6 |

**Sonstiges:**

| | |
|---|---|
| SMD-Induktivitäten, 820 nH/0805 | L1–L4 |
| SMD-Induktivitäten, 10 µH, gewickelt | L5, L6, L8, L9, L11 |
| Speicherdrossel, SMD, 47 µH/1,55 A | L7 |
| SMD-Induktivität, 150 µH/0,78 A | L10 |
| Chip-Ferrit, 1206, 80 Ω bei 100 MHz | L12 |
| Chip-Ferrit, 0603, 60 Ω bei 100 MHz | L13–L15 |
| Keramikschwinger, 16 MHz, SMD | Q1 |
| Quarzoszillator, 67,109 MHz, SMD | Q2 |
| Inkrementalgeber mit Taster, 12 Impulse/360° | DR1, DR2 |
| LCD MBCF16419B, 4x 16 Zeichen | LCD1 |
| Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print | BU4 |
| BNC-Einbaubuchsen, print | BU5, BU6 |
| Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein | TA1, TA2 |
| Tastknöpfe, 18 mm | TA1, TA2 |
| Stiftleiste, 2x 7-polig, gerade, print | ST2 |
| Mini-Kippschalter, 1x um, winkelprint | S1 |
| Stiftleiste, 1x 16-polig, gerade, print | |
| Buchsenleiste, 1x 16-polig, SMD, 5 mm | |
| 4 Abstandsbolzen, 20 mm, 1x Innen- und 1x Außengewinde, M3 | |
| 4 Abstandsbolzen mit M3-Innengewinde, 15 mm | |
| 4 Abstandsbolzen mit M2,5-Innengewinde, 10 mm | |
| 8 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 5 mm | |
| 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm | |
| 8 Fächerscheiben, M2,5 | |
| 2 Drehknöpfe, 12 mm, Hellgrau | |
| 2 Knopfkappen, 12 mm, Dunkelgrau | |
| 2 Gewindestifte mit Spitze, M3 x 4 mm | |
| 1 Abschirmgehäuse, bearbeitet | |
| 1 Frontplatte, bearbeitet, lackiert und bedruckt | |