

Arduino-Projektplattform mit Lötbausatz für Selbstbauprojekte – Teil 3

Reinhard Noll, DF1RN

In den Teilen 1 und 2 (CQ DL 4/2022, x/2022) hatten wir Ziele, Konzept und Aufbau der Arduino-Projektplattform vorgestellt sowie zwei dafür entwickelte Lötbausätze. Im dritten Teil soll ein weiterer Lötbausatz beschrieben werden, der zwei Teilprojekte umfasst: blinkende LEDs und ein UKW-Radio mit LCD-Anzeige, NF-Verstärker, VU-Meter und Lautsprecher.

Lötbausatz mit blinkenden LEDs und UKW-Radio

Mit dem dritten Lötbausatz haben wir die Idee verfolgt einerseits einfache Funktionen mit blinkenden LEDs umzusetzen, die neuen Teilnehmern einen Einstieg ermöglichen und andererseits auch eine hohe Funktionalität mit einem UKW-Radio zu realisieren, das vom Arduino-Uno angesteuert wird. Die Software dazu ist sicher nur etwas für Fortgeschrittene und kann im Zuge des Selbstbautags nicht im Einzelnen erläutert werden. Wir wollten mit dem UKW-Radio in erster Linie einen hohen praktischen Nutzen bieten und die Freude der Teilnehmer am erstellten Werk bei der alltäglichen Nutzung in den Vordergrund stellen.

Bild 24 zeigt die Schaltung des dritten Lötbausatzes mit den Teilprojekten: P3.1 – blinkende LEDs und P3.2 – UKW-Radio. Die Funktionseinheiten sind als punkt-strichlierte Blöcke markiert.

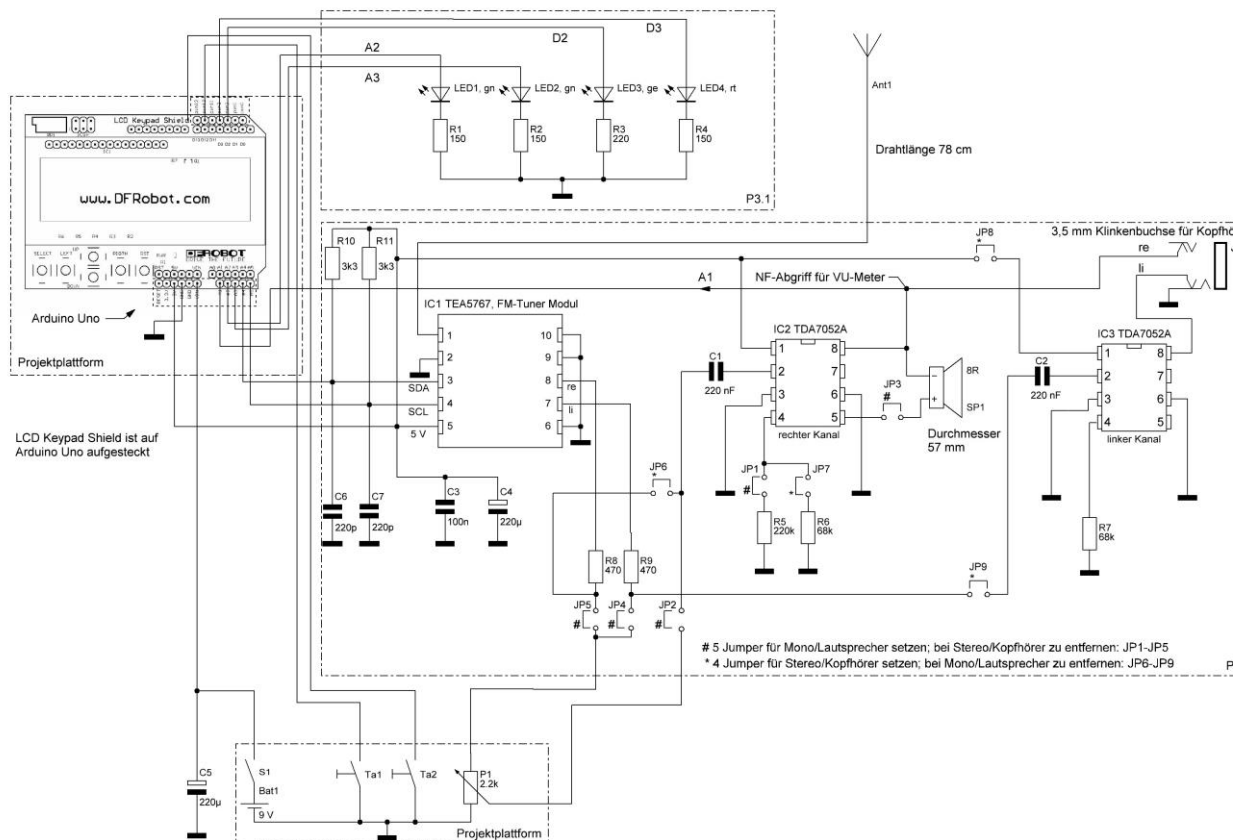


Bild 24: Schaltbild für die Lötplatine des dritten Bausatzes zur Arduino-Projektplattform mit den Teilprojekten P3.1 und P3.2. Das LCD Keypad Shield ist für diese Teilprojekte auf dem Arduino Uno Board aufgesteckt. Auf dem Keypad Shield sind insgesamt drei Buchsenleisten aufzulöten mit sieben, sechs und fünf Polen. Die steckbaren Leitungsverbindungen sind hier für P3.2 dargestellt.

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der jeweiligen Funktionen. Im Teilprojekt P3.1 werden vier LEDs – zwei grüne, eine gelbe und eine rote (Farbwahl für die Nutzung als VU-Meter in P3.2 abgestimmt) – auf der Platine angesteuert. Die zugehörigen Digitalwerte werden in vier Intervalle eingeteilt. Je nach Intervall leuchtet die LED1 (grün), LED2 (grün), LED3 (gelb) oder LED4 (rot). Auf der LCD-Anzeige wird in der ersten Zeile der jeweils erzeugte Digitalwert (ADC Level) im Wertebereich von 0 bis 1023 angezeigt.

Tab. 3: Übersicht der Teilprojekte P3.1 und P3.2 des dritten Lötbausatzes für die Arduino-Projektplattform. Das KeyPad Shield ist immer auf dem Arduino Uno aufgesteckt. Pz Programmzeilen (ohne Kommentarzeilen, einfachste Version; ohne Multiprogramm-Umgebung; mit Multiprogramm-Umgebung: 600 Pz für P3.1 und P3.2)

Teilprojekt	Bezeichnung	Funktionen	Bemerkung
P3.1	blinkende LEDs	Digitalisierung einer mit dem Potentiometer einstellbaren Analog-spannung; je nach Spannungsintervall leuchtet eine der vier LEDs auf; Anzeige des Digitalwerts und Angabe der angesteuerten LED auf LCD; bei Druck auf Taster Ta1 leuchten alle LEDs; bei Ta2 zeigen die LEDs ein Lauflicht und auf der LCD wird "LED Lauflicht" angezeigt	einfachste Schaltung, vier Ausgänge für die LEDs, ein analoger Eingang für den Abgriff des Potentiometers; Programmcode als Einstieg; 126 Pz
P3.2	UKW-Radio	Mit den Tasten auf dem KeyPad Shield können verschiedene Funktionen ausgewählt werden: FM Scan, FM Manual, Stereo/Mono, Senderspeicher (Preset), Empfindlichkeitsstufe; Anzeige der Frequenz, der Empfangsstärke auf dem LCD; VU-Meter mit vier LEDs; Stereoausgang auf 3,5 mm Stereoklinkenbuchse; Monobetrieb mit Lautsprecher.	Ansteuerung des TEA5767 über I ² C-Bus; Einlesen des Ausgangssignals des rechten Kanals für VU-Meter-Ansteuerung; Stereo-signal an 3,5 mm Buchse (für Kopfhörer mit Lautstärkeregler); Monobetrieb mit Lautstärkeeinstellung über Potentiometer und einen Lautsprecher; Auswahl der Stereo-/Monoschaltung über Jumper; komplexes Programm; 150 Pz

Die zweite Zeile gibt an, ob die LEDs alle ausgeschaltet sind (bei Digitalwerten zwischen 0 und 204) oder welche LED jeweils angeschaltet wird, die dem zugehörigen Wertebereich entspricht. Wird das Potentiometer weit aufgedreht und ist der Digitalwert größer oder gleich 820 so leuchtet schließlich die rote LED. Wird das Potentiometer auf Linksanschlag gedreht und Taster Ta1 (links) gedrückt gehalten, so leuchten alle vier LEDs. Wird Taster Ta2 (rechts) gedrückt gehalten, so zeigen die LEDs ein aufsteigendes Lauflicht und auf dem LCD wird "LED Lauflicht" angezeigt.

Für das UKW-Radio wird der Chip TEA5767 verwendet, der mit einer Aufsetzplatine (Break-out Board) geliefert wird [23]. Bei einer ersten Bestellcharge haben wir die in Bild 25, links, dargestellte Variante erhalten (hier als Typ a bezeichnet). Bei einer späteren Bestellung – obwohl auf der Anbieterseite ein Foto abgebildet war, das so aussah wie das in Bild 25, links – erhielten wir eine Aufsetzplatine mit einer anderen Pinbelegung (Typ b) und anderen Lagen der Pins, siehe Tab. 4. Beide Chips und Aufsetzplatinen funktionieren einwandfrei. Der in Bild 24 gezeigte Schaltplan bezieht sich auf den Typ b.

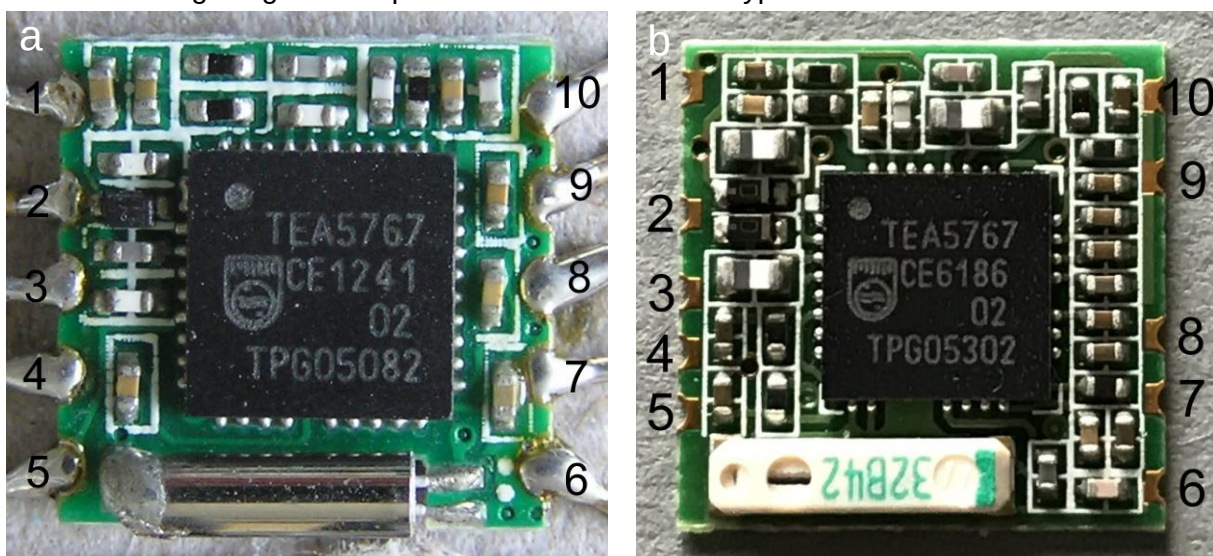


Bild 25: Detailaufnahme der Aufsetzplatine (11 mm x 11 mm) mit dem IC TEA5767 in zwei verschiedenen Varianten der Pinbelegung und -anordnung, vgl. Tab. 4. Links: Typ a, rechts: Typ b.

Tab. 4: Aufsetzplatinen mit dem IC TEA5767 in zwei Varianten (Typ a, b) mit unterschiedlicher Pinbelegung und -anordnung, vgl. Bild 25

Zuordnung	TEA5767, Typ a	TEA5767, Typ b
	Pinnummer	
Antenne	10	1
Masse (GND)	3, 6	2, 6, 9, 10
Data (SDA)	1	3
Clock (SCL)	2	4
Vcc	5	5
Linker Kanal	8	7
Rechter Kanal	7	8
N.C.	4, 9	

Das NF-Signal wird dem Verstärker IC2, TDA7052A, zugeführt [24]. Dieser ist als DC-spannungs-gesteuerter Monoverstärker (im sogenannten bridge-tied-mode, BTL) aufgebaut, der eine Verstärkung von maximal 35,5 dB bietet und an einem Lautsprecher mit 8 Ω eine Leistung von 1,1 W abgeben kann.

Für Monobetrieb sind fünf Jumper zu setzen, vgl. Bild 24. Der rechte und der linke NF-Ausgangskanal des TEA5767 werden über je einen 470 Ω Widerstand zusammengeführt und mit dem oberen Anschluss des Potentiometers verbunden, dessen Abgriff über C1 zum Eingang des IC2 führt. Die Größe des Widerstands R5 bestimmt die Verstärkung von IC2, mit dem Potentiometer P1 kann die Lautstärke im Monobetrieb eingestellt werden. Mit diesem Schaltungsansatz kann das für die Projektplattform bereits gewählte Potentiometer mit 2,2 k Ω (s. Teil 1 und 2) weiter verwendet werden. Für den Monobetrieb fällt am Widerstand R5 = 220 k Ω eine Spannung von 1,05 V ab. Laut Datenblattangabe [24] beträgt die Verstärkung des TDA7052A in diesem Fall ca. 23 dB.

Für den Stereobetrieb kommt aus Kostengründen kein Stereopotentiometer in Frage (Preise liegen im Bereich > 3,50 €), außerdem würde dieses eine zusätzliche Installation an der Frontplatte der Projektplattform bedingen. Daher wird in der Schaltung nach Bild 24 der Stereobetrieb auf eine feste, geringere Verstärkung (über R6, R7 mit jeweils 68 k Ω ; an diesen Widerständen fällt dann 0,93 V ab, sodass lt. [24] die Verstärkung auf 13 dB fällt) eingestellt wird. Das verstärkte Stereosignal wird auf eine 3,5 mm Stereoklinkenbuchse geführt. An dieser kann ein Stereokopfhörer (nicht im Bausatz enthalten) mit einem Lautstärkereger in der Kopfhörerezuleitung angeschlossen werden. Nur im Stereobetrieb wird IC3, der NF-Verstärker für den linken Kanal, mit Strom versorgt (über Jumper JP8 in der Zuleitung zu Pin 1 von IC3).

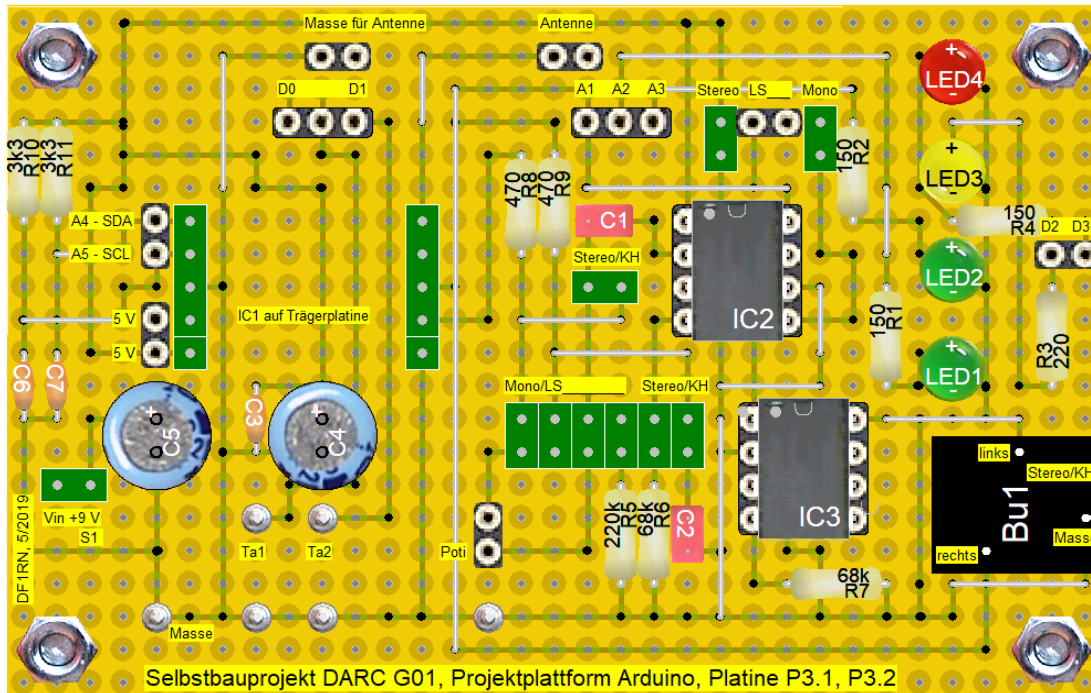
Das verstärkte NF-Signal an Pin 8 des IC2 wird zusätzlich auf den Analogeingang A1 des LCD Keypad Shields zurückgeführt. Dieses Signal wird genutzt, um das VU-Meter mit den LEDs 1 bis 4 anzusteuern. Bei geringen Signalpegeln leuchtet die grüne LED1 oder die beiden grünen LEDs 1 und 2. Bei höheren Pegeln kommt noch die gelbe LED3 dazu. Bei sehr großen Signalen leuchtet schließlich auch noch die rote LED4. Die Vorwiderstände der LEDs sind so gewählt, dass ein in etwa gleicher Helligkeitseindruck entsteht.

Der Stromverbrauch liegt im Monobetrieb bei geringer NF-Lautstärke etwa bei 70 bis 80 mA. Beim Stereobetrieb mit angeschlossenem Kopfhörer und großer Lautstärke, sodass alle vier LEDs leuchten, werden in der Spitze bis zu 240 mA erreicht. Für längeren Betrieb der Plattform mit dem UKW-Radio ist daher ein Steckernetzteil zu empfehlen, dass über die Hohlsteckerbuchse auf der linken Seite des Arduino Uno Boards (s. Bild 3 in Teil 1) angeschlossen werden kann (Schalter S1 ist in diesem Fall auf "aus" zu stellen).

Platine für das Lötprojekt und Musteraufbau

Für die Schaltung wird im nächsten Schritt wieder ein Musteraufbau mit einer Lochrasterplatine erstellt. Dafür werden mit dem Programm *Lochmaster* der Fa. Abacom (vgl. Teil 1, 2) die Bauteilanordnung und die Leitungsverbindungen geplant. Bild 26 zeigt die Bestück-

ungsseite. Der Chip IC1 (hier auf einer eigenen Trägerplatine mit Stiftleisten) ist möglichst weit links angeordnet, um die Zuleitungen zum LCD Keypad Shield kurz zu halten (vgl. Bild 2, Teil 1). Der Antennenanschluss und ein zusätzlicher Masseanschluss als Gegengewicht sind am oberen Platinenrand platziert. Die Stereoklinkenbuchse befindet sich unten rechts (zu beachten: ihre Anschlüsse sind nicht im Rastermaß 2,54 mm angeordnet). Mit dem Musteraufbau wurden die Softwareprogramme für die Teilprojekte P3.1 und 3.2 entwickelt und optimiert.



Am oberen Rand der Platine befindet sich eine zweipolige Buchse (ANT, GND) für den Anschluss der Antenne (Wurfantenne) und der Masse. Zusätzlich haben wir ein Montageloch mit 3 mm Durchmesser vorgesehen (H5) für die alternative Montage einer Teleskopantenne (nicht im Bausatz enthalten). Am oberen Platinenrand befindet sich eine Reihe von sechs Kontaktpunkten für ein Prüffeld (Pf). Diese Kontakte führen zu folgenden Pins des TEA5767: SDA, SCL, GND, +5V, Antenne, left out. Da das Auflöten des Breakout-Boards mit dem TEA5767 doch schon etwas Lötterfahrung benötigt, haben wir uns entschieden, diese schon vorab aufzulöten und über das Prüffeld zu testen. Alle Bausätze haben wir dann mit den schon so vorbestückten Lötplatten bereitgestellt.

Die Verbindungen von den Funktionseinheiten auf der Platine zum Arduino Uno Board, der LCD-Anzeige und der Plattform sind wieder mit Klingeldrahtleitungen steckbar ausgeführt. Bild 28 zeigt einen Plan für die Steckverbindungen zu P3.2, dem UKW-Radio mit VU-Meteranzeige.

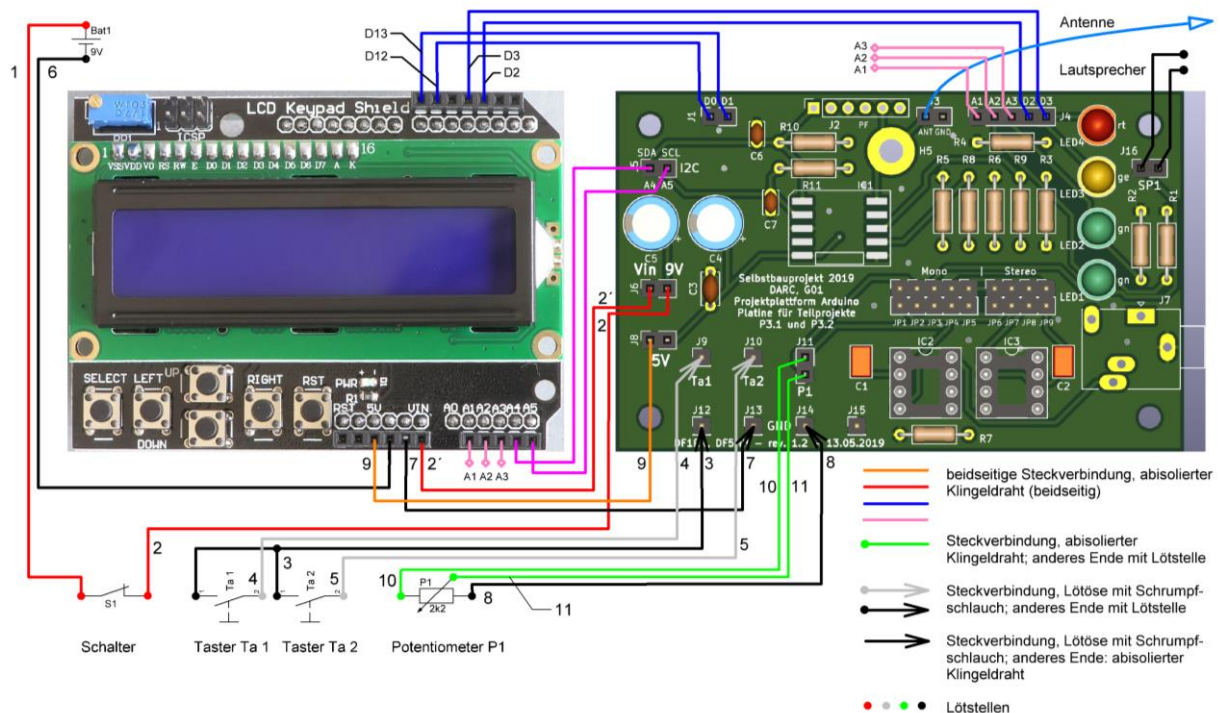


Bild 28: Leitungsverbindungen zwischen der Platine und der Projektplattform für Teilprojekt P3.2, UKW-Radio

Bild 29 zeigt den Musteraufbau mit einer Teleskopantenne.

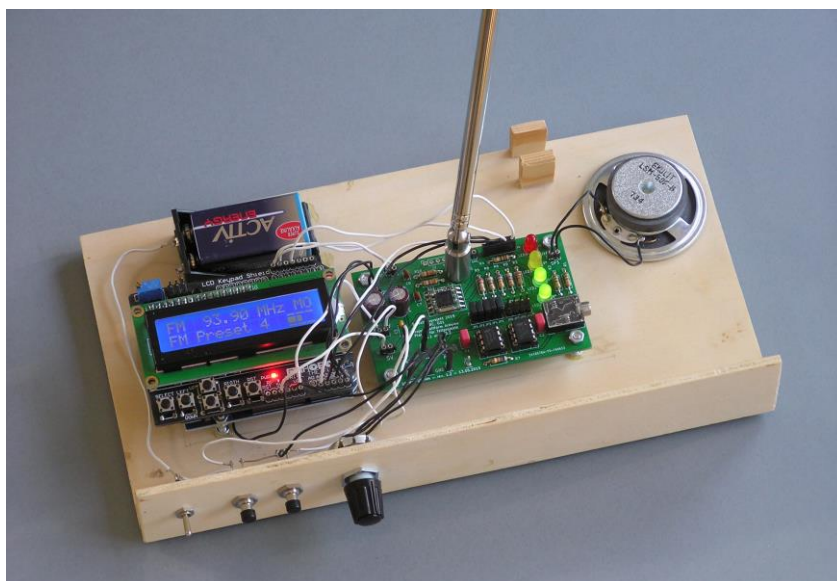


Bild 29: Arduino-Projektplattform mit der Lötplatte des dritten Bausatzes. Hier ist der Betrieb des Teilprojekts P3.2, UKW-Radio mit VU-Meter zu sehen

Der Lautsprecher (8 Ω , $\varnothing$ 50 mm, 0,5 W) wird direkt auf die Grundplatte der Plattform gelegt, siehe Bild 29. Durch die Vermeidung eines akustischen Kurzschlusses wird so ein vollerer Klangeindruck über die Grundplatte der Plattform erreicht.

Mit dem UKW-Radio können dutzende Sender in guter Qualität in Mono und Stereo empfangen werden. Bei Betrieb mit Kopfhörer und einer Stereoaussendung wird ein hervorragender räumlicher Klangeindruck erreicht.

Wie schon in Teil 1 beschrieben, haben wir wieder eine Multiprogramm-Software erstellt, die die Auswahl der Teilprogramme für P3.1 und P3.2 per Tastendruck ermöglicht. Die Auswahl wird im EPROM gespeichert, sodass ein zuvor ausgewähltes Programm beim Wiedereinschalten der Plattform automatisch gestartet wird. Unserem OM Stefan Endemann, DJ2SEA, möchte ich an dieser Stelle besonders für die Entwicklung der Software beider Teilprojekte mit der Multiprogrammauswahl, herzlich danken. Die Software haben wir wieder vor der Selbstbauaktion auf die Arduino Uno Boards übertragen, um den dafür erforderlichen Zeitaufwand während der Veranstaltung einzusparen. Damit kann zusätzlich vorab die einwandfreie Funktion der Arduino Boards mit aufgestecktem LCD geprüft werden.

Werbung für das Selbstbauprojekt

Für das Selbstbauprojekt haben wir wieder im Gebiet unseres OV verschiedene Schulen angesprochen und unser OM Thomas Kern, DG1KTS, hat dazu ein attraktives Aufmacherbild für das Plakat entworfen, siehe Bild 30.

UKW-Radio bauen + hören + sehen



Das geht mit unserem neuen Elektronikprojekt 2021:

Löten und Programmieren mit der Arduino-Projektplattform.

Die Funkamateure des Amateur-Radio-Clubs aus Aachen heißen Euch am Samstag, den 20.11.2021 am Kaiser-Karls-Gymnasium, Augustinerbach 7, Aachen, herzlich willkommen! Um 9:00 Uhr geht's los. Für alle, die Spaß an Experimenten, Technik und Selbstbau haben und in die Programmierung von Mikrokontrollern einsteigen wollen.

Wer mehr wissen will geht auf: www.darc.de/g01 und dort zu "G01 aktuell". Oder scanne einfach den QR-Code unten. Anmeldungen und Fragen nimmt entgegen: noll.reinhard@arcor.de



Für die Veranstaltung gibt es ein Hygienekonzept wegen der Corona-Pandemie. Teilnahme nur nach vorheriger schriftlicher Anmeldung. Teilnehmer verpflichten sich zum Tragen einer Mund-Nase-Bedeckung und zur Einhaltung der AHA-Regeln.



Bild 30: Plakat zur Bewerbung der dritten Selbstbauaktion des OV Aachen, G01, mit der Arduino-Projektplattform

Bausatz, Anleitung und Informationen für Teilnehmer

Das Arbeitsprogramm für den Projekttag ist wieder so gegliedert, wie schon in Teil 1 beschrieben. Für den Projekttag stehen die fertigen Projektplattformen sowie die Bausätze mit den Lötplatinen bereit. Diejenigen Teilnehmer, die schon eine Projektplattform vom vorherigen Projekt haben, werden gebeten, diese mitzubringen.

Jeder Teilnehmer erhält wieder eine bebilderte Anleitung (8 S.) in der die Bestückung der Platine in einzelnen Aufbausritten sowie die Leitungsverbindungen zwischen der Lötplatine

und der Projektplattform beschrieben werden (vgl. Bild 28). Stückliste, Schaltplan und eine den Teilprojekten zugeordnete Liste der jeweiligen Steckverbindungen vervollständigen die Anleitung. Bild 31 zeigt ein Foto aus dieser Anleitung mit den Bauteilen des Bausatzes.

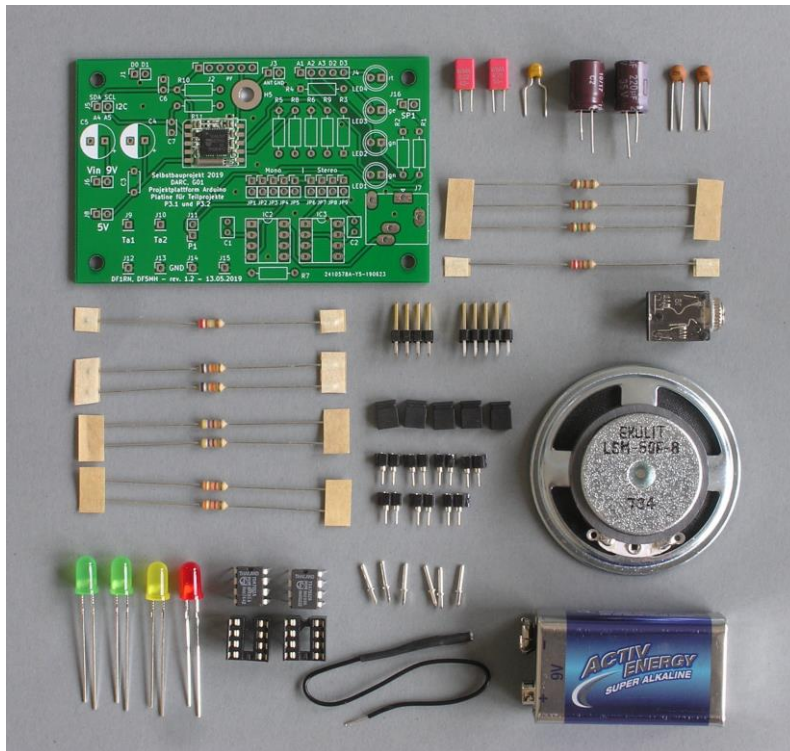


Bild 31: Foto der Bauteile des dritten Bausatzes für die Arduino-Projektplattform mit den Teilprojekten P3.1 und P3.2 aus der Aufbauanleitung

Begleitende Vorträge, Prüffeld für die bestückten Platinen und Projektwebseite mit Quellcode-Dateien wurden wieder in bewährter Weise realisiert (vgl. Teil 1 und 2).

Videos zu den Teilprojekten P3.1, P3.2, die die einzelnen Bedienvorgänge und Funktionen zeigen, haben wir auf YouTube bereitgestellt [25]. Auf einer Projektwebseite finden sich die Programmquellcodes und weitere Informationen zur Arduino-Entwicklungsumgebung sowie Installationshinweise.

Folgetreffen

Um den Teilnehmern am Selbstbauprojekttag noch weitere Informationen zum Thema Amateurfunk zu bieten, insbesondere auch praktische Vorführungen, haben wir ein Folgetreffen an der betreffenden Schule durchgeführt, das nur wenige Tage nach dem Projekttag angesetzt war. Die Inhalte dieser zweistündigen Folgeveranstaltung waren: Nachbesprechung des Selbstbauprojekts; Wie funktioniert ein UKW-Radio?; Beispiele für Selbstbauprojekte des DARC, G01; praktischer Funkbetrieb "hands-on" mit Handfunkgeräten, KW-Transceiver, Funkbetrieb über QO-100, WebSDR/digitale Betriebsarten, Antennen. Bild 32 gibt einen Eindruck von dieser Veranstaltung bei der gerade unser OVV, Uli Hacker, DK2BJ, das Mikrofon den Schülern weiterreicht, um ein spontan zustande gekommenes erstes QSO mit einem Funkamateurler aus den neuen Bundesländern zu führen, der begeistert von seinem Weg als Jugendlicher zum Amateurfunk berichtete.

Im Frühjahr 2022 soll eine AG an der Schule starten, um Schülerinnen und Schüler eine Ausbildung zur Amateurfunklizenz anzubieten, die über ein Schuljahr läuft.

Auch für das hier vorgestellte Projekt gilt mein Dank der engagierten Mitarbeit folgender OMs im Aachener Raum (alphabetisch): Günter Berard, DK6KG; Dirk Brückner, DK4WK; Stefan Endemann, DJ2SEA; Lothar Fenneker, DK1LF; Norbert Graf, DD3KF; Uli Hacker, DK2BJ; Moritz Holtz, DF5MH; Manfred Jost, DH0KAI; Thomas Kern, DG1KTS; Jan Löschner, DB2KC; Johannes Noll, SWL; Norbert Raußen, DK5WO; Hans Jürgen Riehl, DH1KAE; Heinz Ziemann, DJ5GR.

Aachen, 21.3.2022, Reinhard Noll, DF1RN



Bild 32: Praktische Funkvorführung für die Teilnehmer auf einem Folgetreffen an der Schule. OVV Ulrich Hacker reicht das Mikrofon den Schülern

Bezugsdokumente

Teil 3

- [23] TEA5767HN, Low-power FM stereo radio for handheld applications, data sheet, 2007, 40 p.
- [24] TDA7052A/AT, 1 W BTL mono audio amplifier with DC volume control, data sheet, 1994, 14 p.
- [25] P3.1: https://www.youtube.com/watch?v=5ul_MsPe7GQ
P3.2: <https://www.youtube.com/watch?v=EB0x5C9CmzE>