



Teil 2

Funk-Fernauslöser 2.0 – das Profi-Set mit Sender und Empfänger

Als direkte Weiterentwicklung des aktuellen FS20 FA kommt die Pro-Version als perfekt aufeinander abgestimmtes Set, bestehend aus Sender und Empfänger. Auffälligste neue Merkmale sind die große 2-stufige Auslösetaste, die über große Entfernungen gut sichtbare optische Empfangskontrolle und die Klinkenbuchse zum sekundenschnellen Wechseln des Anschlusskabels. Als innere Werte sind die deutlich höhere Auslösegeschwindigkeit und die vielfach längere Batterielebensdauer zu nennen. Optional lässt sich das neue Profi-Set um einen komfortablen FS20-Intervall-Sender erweitern. Der zweite Teil dieses Artikels widmet sich der Technik, von der Beschreibung der Schaltung bis hin zum Zusammenbau der Geräte.

	FS20 FA-Pro-S (Sender)	FS20 FA-Pro-E (Empfänger)
Kompatibel:	zum FS20-FA-Pro-Empfänger	zum FS20 FA-Pro-S, FS20 FA-Pro-TS und zu allen anderen FS20-Sendern
Frequenz:	868,35 MHz	868,35 MHz
Reichweite:	bis zu 100 m (Freifeld)	bis zu 100 m (Freifeld)
Funktionen:	Autofokus, Auslösen, Bulb (Langzeitbelichtung)	Autofokus, Auslösen, Bulb (Langzeitbelichtung), Intervall mit optional erhältlichem FS20 FA-Pro-TS
Batterie/Stromaufnahme:	1x CR2032/max. 12 mA	2x LR03 (Micro/AAA)/max. 20 mA
Abm. (B x H x T):	40 x 18 x 55 mm	45 x 29 x 57,5 mm
Kameraanschluss:	–	2,5-mm-Klinkenbuchse für kameraspezifische Adapterkabel

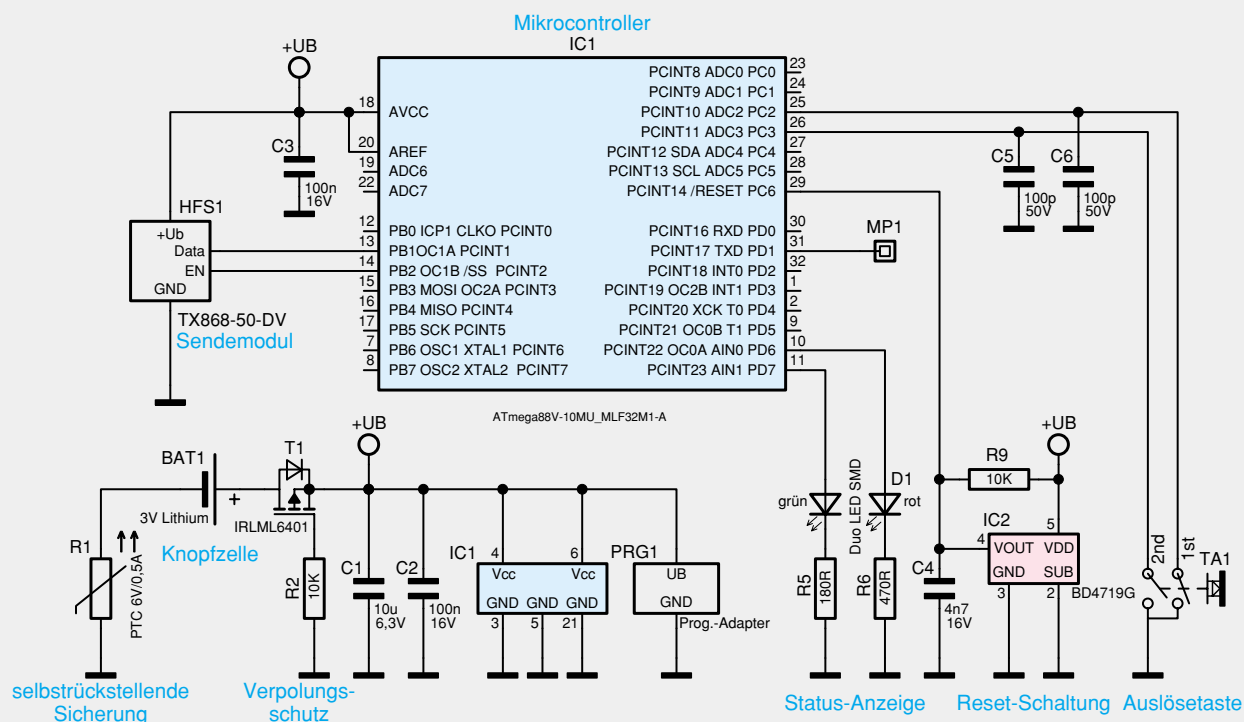


Bild 9: Schaltplan des Handsenders FS20 FA-Pro-S

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltpläne des zum FS20 FA-Pro-Set gehörenden Senders und des Empfängers finden sich in Bild 9 und Bild 10. Beiden Schaltungen gemeinsam ist der steuernde ATmega88-Mikrocontroller IC 1, wobei beim Sender eine etwas kleinere Bauform (MLF32) eingesetzt wird als beim Empfänger. Während der Mikrocontroller im Handsender durch sein internes RC-Netzwerk mit 1 MHz getaktet wird, übernimmt dies beim Empfänger ein externer 4,19-MHz-Resonator.

Sowohl der Sender als auch der Empfänger werden ohne eine Spannungswandlung direkt aus 3-V-Batterien versorgt. Auch bei der Schutzbeschaltung beider Geräte gibt es Gemeinsamkeiten. Als Überstromsicherungen kommen die PTC-Thermistoren R 1 beim Sender und R 3 beim Empfänger zum Einsatz. Zum Schutz der Elektronik gegen ein versehentliches Verpolen der Batterie dient beiden Geräten ein P-Kanal-MOS-Transistor (T 1), der den Stromfluss bei Verpolung sofort unterbricht.

Um den Anwender rechtzeitig vor leeren Batterien warnen zu können, nutzen die Mikrocontroller in beiden Geräten ihren A/D-Wandler zur Bestimmung der Batteriespannung. Die regelmäßig gemessene Versorgungsspannung wird dafür mit der mikrocontroller-internen 1,1-V-Referenzspannung verglichen, weshalb hier keine weitere externe Beschaltung notwendig ist.

Schaltung des Senders FS20 FA-Pro-S

Das übersichtliche Schaltbild des Senders (siehe Bild 9) beinhaltet neben dem steuernden Mikrocontroller IC 1 das Sendemodul HFS 1, die zweifarbige Status-LED D 1, den zweistufigen Taster TA 1 und die Reset-Beschaltung IC 2. Bei leerer Batterie mit weniger als 1,9 V Spannung sorgt IC 2 dafür, dass der Mikrocont-

roller im Resetzustand gehalten wird und nicht unkontrolliert weiterläuft. Würde der Mikrocontroller durch eine zu geringe Betriebsspannung abstürzen, könnte das beispielsweise zu einem Dauersendezustand führen. Der Vorteil von IC 2 gegenüber der im ATmega88 integrierten, ähnlich arbeitenden Brown-out-Detection ist die deutlich geringere Stromaufnahme, was einer längeren Batterielebensdauer zugute kommt. Im Normalzustand befindet sich der Mikrocontroller IC 1 im Schlafmodus, wodurch er nur wenige Mikroampere an Strom aufnimmt. Erst durch das Drücken von TA 1 wacht der Controller auf und weckt seinerseits das Sendemodul HFS 1, über das er dann die Funkbefehle zum Empfänger sendet.

Schaltung des Empfängers FS20 FA-Pro-E

Angeschlossen am Mikrocontroller IC 1 in Bild 10 sind die beiden Konfigurationstaster TA 1 und TA 2, der als Auslöser dienende Doppelhub-Taster TA 3, die superhelle rote Front-LED D 1, die zweifarbige Status-LED D 2, das Empfangsmodul HFE 1 und die zum Auslösen der Kamera dienenden Transistoren T 2 und T 3. Die Schaltstufe ist mit MOS-Transistoren realisiert, deren Drain-Anschluss über die Lötjumper J 1 bis J 9 (siehe „Elektronikwissen“) fest auf die Buchse BU 1 und die Stiftleiste ST 1 geführt sind. Parallel zu den Transistoren T 2 und T 3 ist der Auslösetaster TA 3 angeschlossen, wodurch eine Kamera sogar dann noch ausgelöst werden kann, wenn sich eine leere oder gar keine Batterie im Empfänger befindet oder dieser ausgeschaltet ist. Über den Taster TA 3 kann die Kamera jederzeit angesteuert werden, ähnlich wie bei handelsüblichen Kabelfernauslösern.

Da der Taster TA 3 gleichzeitig auch zum Einschalten, Ausschalten und zum Anlernen eines weiteren Senders genutzt wird, muss der Mikrocontroller dessen Schaltzustand abfragen können. Dies erfolgt über die schützenden Dioden und Widerstände D 3, D 4, R 6 und R 7. Während die Widerstände den Stromfluss noch mal begrenzen, der durch die hochohmigen Pull-up-Widerstände R 2 und R 13 sowieso bereits minimal ist, verhindern die Dioden einen Stromfluss in die Empfängerschaltung hinein, wenn eine Kamera eine Spannung von mehr als 3 V an ihrem Schalteingang aufweist. Durch die Pull-up-Widerstände R 2 und R 13 liegt die relativ geringe Versorgungsspannung des FS20 FA-Pro-E von 3 V zwar

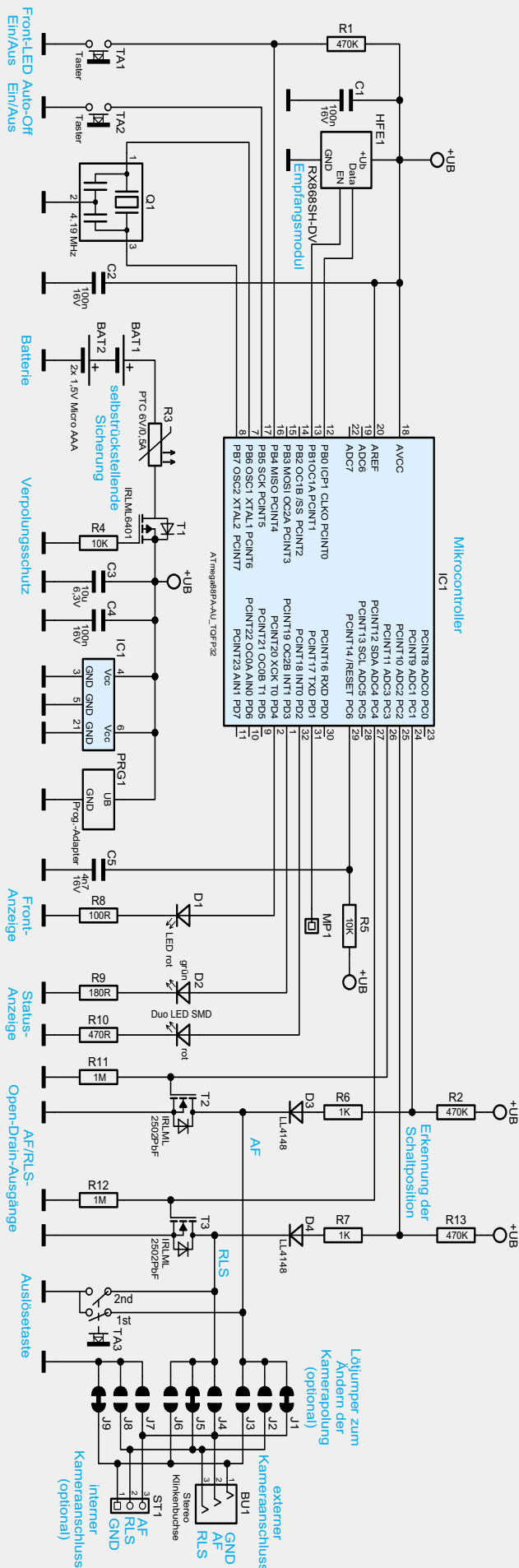


Bild 10: Schaltplan des Empfängers FS20 FA-Pro-E

auch auf den Kameraeingängen, jedoch können hier im Fehlerfall höchstens 7 uA in die Kamera fließen, was so gering ist, dass es nicht zu Problemen führen würde und daher vernachlässigt werden kann. Im Normalfall sind die Kameraeingänge hochohmig und weisen ein geringes Spannungspotential von 2 bis 5 V auf, wodurch es erst gar nicht zu einem Stromfluss kommen kann.

Auch der Taster TA 1 ist über einen separaten 470-k Ω -Pull-up-Widerstand auf die Versorgungsspannung geschaltet und nicht etwa wie Taster TA 2 über einen mikrocontrollerinternen Pull-up-Widerstand. Dies ist darin begründet, dass der Mikrocontroller beim Ausschalten des Empfängers nicht komplett abgeschaltet, sondern nur in einen sehr sparsamen Schlafmodus versetzt wird, in dem er nur noch wenige Mikroampere aufnimmt. Das Wecken des Controllers erfolgt über eine durch den Taster TA 1 oder TA 3 ausgelöste fallende Flanke, weshalb hier stets ein Potential anliegen muss. Für TA 2 wird ein mikrocontrollerinterner Pull-up-Widerstand genutzt, der im Schlafmodus abgeschaltet wird. Dadurch fließt im Schlafzustand nicht einmal dann ein Strom durch TA 2, wenn dieser in der Kameratasche versehentlich dauerhaft gedrückt wird.

Nachbau

Die Fertigstellung des FS20-FA-Pro-Senders und -Empfängers erfolgt am besten abwechselnd in mehreren Teilschritten. Vor dem Einbau der Platinen in ihre Gehäuse sollten kurze Funktionstests durchgeführt werden, um eventuelle Korrekturen sofort vornehmen zu können, ohne dass die Geräte wieder demontiert werden müssen.

Wie bei ELV-Bausätzen üblich, sind alle SMD-Bauteile auf den Platinen bereits fertig bestückt. Hier-von ausgenommen sind lediglich das in SMD-Technik aufzulötende Sendemodul HFS 1, die seitlich am Sen-der sitzende Tasterplatine (TA 1) und die bedrahtete 3-mm-LED D 1 auf der Empfängerplatine.

Dem Bausatz liegen drei miteinander verbundene orange Tastkappen bei. Davon wird für den Sender und den Empfänger jeweils ein Tastkopf benötigt, der wie auf **Bild 11** zuvor mit einem scharfen Messer oder einem Seitenschneider von den Stegen zu befreien ist.

Fertigstellung der Senderplatine

Wie bereits erwähnt, sind bei der Senderplatine nur noch zwei Bauteile aufzulöten, die werkseitig nicht maschinell bestückt wurden. Als Erstes ist das auf dem Platinenfoto des Senders zu sehende, oben abstehende

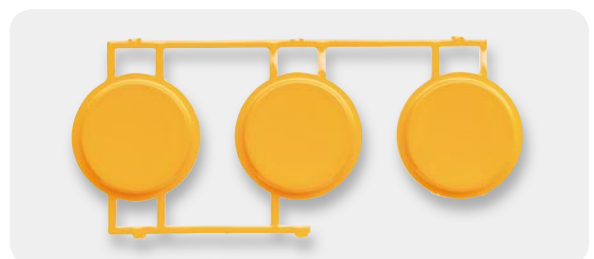


Bild 11: Für den Bausatz werden zwei der drei runden Tastköpfe benötigt. Rechts unten im Bild wurde bereits ein Teil der Stege entfernt.

Platinenstück mit dem Doppelhub-Taster TA 1 vorsichtig abzubrechen. Die Platine besitzt dafür bereits eine beidseitig geschlitzte Sollbruchkante, so dass das Abbrechen leicht vonstatten geht. Das abgetrennte Platinenstückchen ist anschließend wie in **Bild 12** so auf die dafür vorgesehene Markierung zu legen, dass die abgeschrägte Platinecke deckungsgleich auf die Ecke im weißen Bestückungsdruck zu liegen kommt. Nun können beide Platinen über die vier umliegenden Löt pads miteinander verlötet werden.

Im nächsten Schritt ist das Sendemodul HFS 1 auf dessen weiße Kontur zu legen und mit Hilfe der am Modulrand gelegenen vier Lötflächen anzulöten. Das Ergebnis kann wiederum mit **Bild 12** verglichen werden.

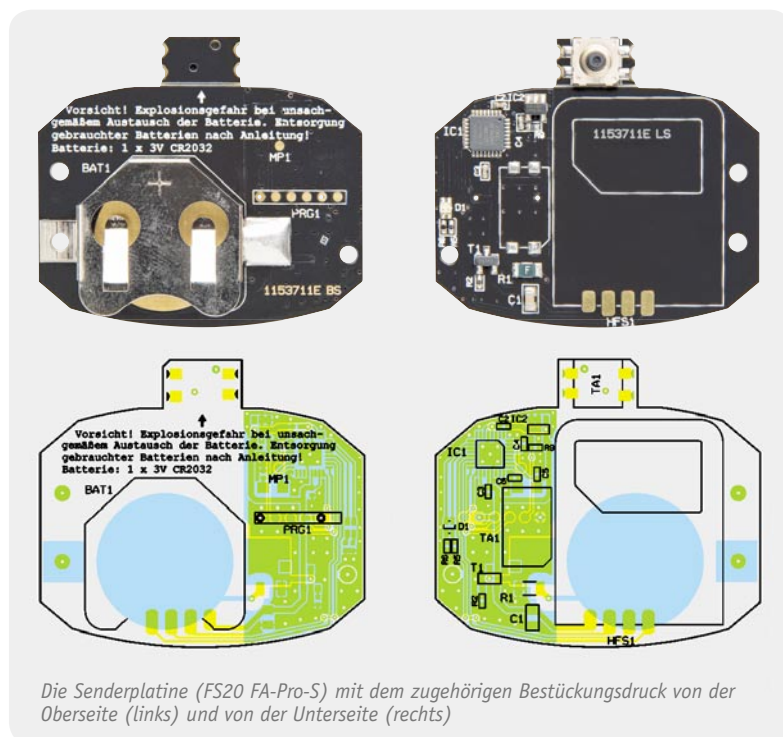
Damit ist die Senderplatine bereits fertiggestellt und kann einem ersten Funktionstest unterzogen werden. Dafür ist eine Knopfzelle vom Typ CR2032 mit dem Pluspol nach außen weisend in den Batteriehalter einzuschieben. Bei der Erstinbetriebnahme sollte die Status-LED sofort so lange rot aufleuchten, bis der Doppelhub-Taster einmal komplett niedergedrückt wird. Anschließend sollte die LED grün leuchten, wenn der Taster halb, und rot, wenn er ganz niedergedrückt wird. Für den zweiten Test, der die korrekte Funkaussendung überprüft, ist zuerst einmal die Empfängerplatine fertigzustellen.



Bild 12: Die fertig bestückte Platine des Handsenders

in **Bild 13** gezeigte 3-polige, abgewinkelte Stiftleiste ST 1 bestücken. Auf diese Stiftleiste lässt sich die flache Buchse der aufgezählten Kabel stecken, wobei die drei seitlichen Öffnungen der Buchse (siehe unten in **Bild 13**) zum Empfangsmodul HFE 1 weisen sollten. Verhält sich beim anschließenden Test die eingeschaltete Kamera ungewöhnlich und löst z. B. dauerhaft aus, so sollte man die Buchse einmal testweise umgedreht aufstecken. Der Zugschutz des Kabels lässt sich beim späteren Einbau der Platine ins Gehäuse in die Gehäuseöffnung stecken, wo sich sonst die Klinkenbuchse BU 1 befinden würde. Die Kombination aus neuem Kabel mit Klinkenstecker und Buchse BU 1 ist jedoch in jedem Fall der Stiftleiste und den älteren Kabeln vorzuziehen.

Als Nächstes sollte die 3-mm-LED D 1 liegend auf die SMD-Seite der Platine aufgelötet werden. Diese LED wird nach dem Einbau der Platine durch einen



Die Senderplatine (FS20 FA-Pro-S) mit dem zugehörigen Bestückungsdruck von der Oberseite (links) und von der Unterseite (rechts)

Fertigstellung der Empfängerplatine

Gestartet wird mit den beiden Batteriehaltern BAT 1 und BAT 2, die dicht auf der Oberseite der Platine aufliegen sollen und von der SMD-Bestückungsseite (Unterseite) her angelötet werden. Hierbei ist unbedingt auf die richtige Polung der Batteriehalter zu achten. Die schwarzen Kunststoffrahmen weisen innen eingeprägte Markierungen für den Plus- und Minuspol auf. Die Anschlussdrähte der Halter sind am besten nach dem Einstecken, aber vor dem Löten mit einem Seitenschneider so weit zu kürzen, dass sie nicht mehr als 1 mm aus der Platine herausragen. Nach dem Anlöten bitte noch mal überprüfen, ob die Halter auch wirklich dicht auf der Platine aufliegen.

Im zweiten Schritt ist die direkt am Platinenrand liegende 2,5-mm-Buchse BU 1 aufzulöten. Der Grund für deren extreme Randlage ist das relativ dickwandige Empfängergehäuse, mit dessen Außenseite die Buchse bündig abschließen muss. Möchte man statt einem Adapterkabel mit Klinkenstecker lieber eines der Kabel verwenden, die mit dem Funkauslöser der 1. Generation (FS20 FA) angeboten wurden (Best.-Nr. JL-085052, JL-085053, JL-085342, JL-092085), sollte man statt der Buchse BU 1 die

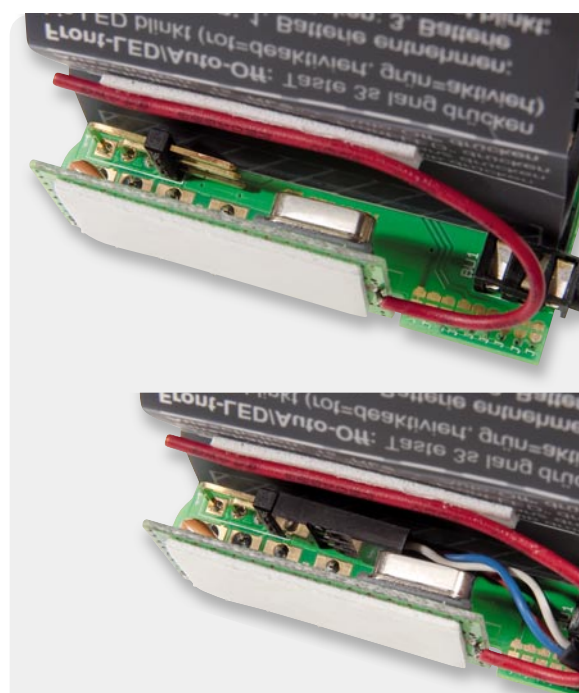


Bild 13: Die im Bild gezeigte Stiftleiste ST 1 wird im Normalfall nicht bestückt. ST 1 kann statt BU 1 optional bestückt werden, wenn eines der Kabel mit den Bestell-Nrn. JL-085052, JL-085053, JL-085342, JL-092085 verwendet werden soll. Deren 3-polige Buchse lässt sich wie im Bild unten auf ST 1 aufstecken.

Lichtleiter seitlich aus dem Empfängergehäuse herausleuchten. Aus diesem Grund ist darauf zu achten, dass die LED exakt deckungsgleich mit dem weißen Platinaufdruck montiert wird. Zudem ist beim Anlöten auf die richtige Polung der LED zu achten, da diese sonst nicht leuchten wird. Der längere Anschlussdraht am Bauteil kennzeichnet die Anode, deren zugehöriges Lötpad auf der Platine mit einem „A“ markiert ist. Der kürzere Draht kennzeichnet die Katode, die auf der Platine mit einem „K“ markiert ist. Am besten achtet man beim Kürzen der Anschlussdrähte darauf, dass auch danach der längere Draht ein wenig länger bleibt als der andere. Rutscht einem die LED beim Anlöten versehentlich von der Platine, weiß man dann auch nachher noch, welche Seite die Anode war.

Nun folgt der kniffligste Teil des Lötens: die Montage des Empfangsmoduls HFE 1 mit Hilfe der vier abgewinkelten 1-poligen Stiftleisten. Zu Beginn sollte man die schwarzen Isolationskörper der Stiftleisten möglichst nah an die 90°-Winkel schieben. Der schwarze Kunststoffkörper hilft einem später dabei, die Stiftleiste mit dem richtigen Abstand zur Platine einzulöten. Nun werden die Stiftleisten erst nacheinander von der SMD-Platinenseite her durch die Bohrungen gesteckt, dann so ausgerichtet, dass sie gleichmäßig gerade zur Seite ragen, und anschließend festgelötet. Das Ergebnis sollte wie auf dem Platinenfoto oben links auf Seite 7

aussehen. Im letzten Schritt wird nun das Empfangsmodul HFE 1, wie in Bild 15 zu sehen, seitlich auf die Stiftleisten gesteckt, ganz an die Basisplatte geschoben und rechtwinklig zur Platine angelötet.

Damit ist die Empfängerplatine so weit fertiggestellt, dass sie getestet werden kann. Dafür sind zuerst einmal zwei Microzellen richtig gepolt in die Batteriehalter einzulegen. Anschließend ist der Empfänger durch gleichzeitiges Drücken der Tasten TA 1 und TA 3 einzuschalten. TA 3 muss dabei ganz niedergedrückt werden. Nach 1 s Drücken sollte die LED D 2 für 1 s grün aufleuchten. Drückt man nun TA 3 halb, leuchtet D 2 grün, und voll durchgedrückt rot. Dasselbe sollte mit der LED D 2 auf der Empfängerplatine passieren, wenn man nun die Taste TA 1 auf der Senderplatine halb und ganz drückt. Das erstmalige Anlernen sollte eigentlich automatisch erfolgen, aber reagiert der Empfänger nicht auf den Sender, so sollte man probieren, den Sender manuell an den Empfänger anzulernen (siehe Kapitel „Empfänger mit Sender verknüpfen“ in

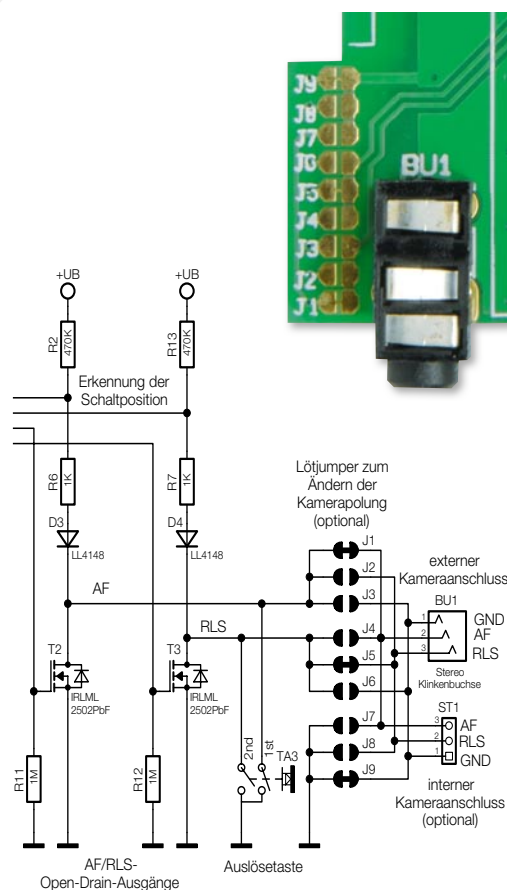
Schaltungsdesign: einfaches Umpolen einer Buchse

Kompatibilität ist beim Verbinden von Geräten immer wieder ein heikles Thema. Gerade wenn es darum geht, unterschiedlichste Geräte verschiedener Hersteller zusammenzuschließen, kommt es immer wieder zu Inkompatibilitäten. Möchte man ein Gerät vom Hersteller X (z. B. den FS20 FA-Pro von ELV) über ein Kabel des Herstellers Y mit einem Gerät vom Hersteller Z (z. B. eine Kamera) verbinden, so ist nicht immer sichergestellt, dass die Kombination auch zusammenpasst.

Zur Absicherung gegen Inkompatibilitäten schreiben viele Hersteller Originalzubehör vor und schließen Kombinationen mit Fremdzubehör von vornherein aus. Hobbyelektroniker passen dennoch häufiger mal Geräte und Adapterkabel aufeinander an, um bestimmte Dinge miteinander zu „verheiraten“ und kompatibel zu machen. Kabel, Stecker, Buchsen oder die Geräte selber werden geöffnet und abgeändert. Meist ist dies ein mühsames Geschäft mit Teppichmesser, Abisolierzange, Schrumpfschlauch, Heißkleber und Lötkolben, das nicht selten mit Kabelbrüchen, Kurzschlüssen oder einfach unschönen Ergebnissen „belohnt“ wird.

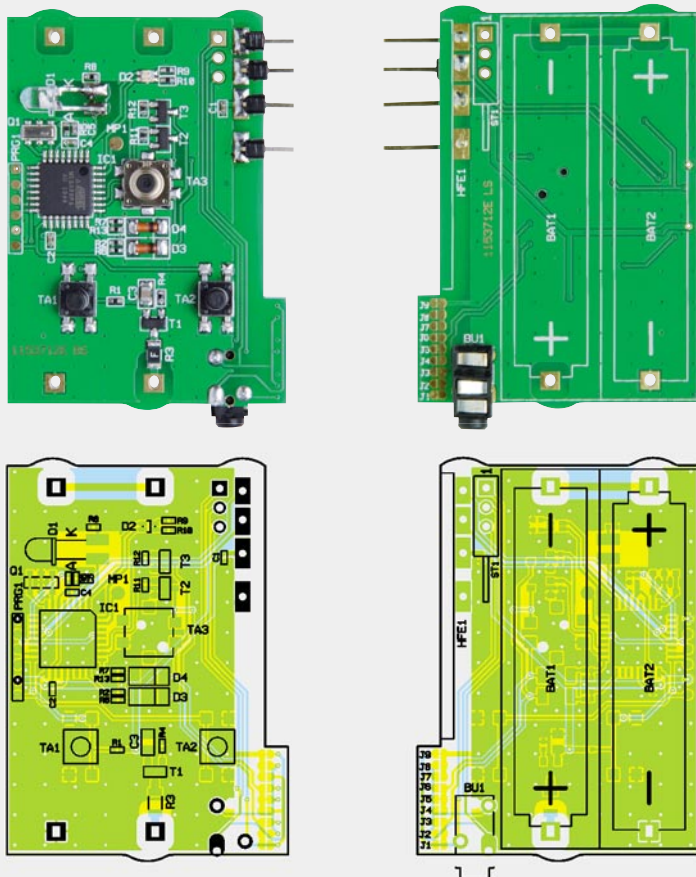
Hat man die Chance, selber eine Schaltung inklusive Leiterplatte entwerfen zu können, so kann man alternativ von Beginn an sicherstellen, dass eine Buchse auch später noch einfach umgepolt werden kann. Dafür sind lediglich so viele Jumper auf der Leiterplatte hinzuzufügen, dass jede zur Buchse gehende Leitung mit jedem Pol der Buchse verbunden werden kann. Bei zwei Leitungen sind das 2 x 2, also insgesamt vier Jumper, bei drei Leitungen 3 x 3, also neun, und bei vier Leitungen 4 x 4, also 16 Jumper. Die Jumper können dabei entweder durch Steckbrücken, DIP-Schalter oder, wie im nebenstehenden Bild gezeigt, durch Lötbrücken (J 1 bis J 9) ausgeführt werden. Im darunter stehenden Schaltplanausschnitt (FS20 FA-Pro-E) ist gut zu erkennen, wie die drei Leitungen AF, RLS und GND über die Jumper J 1 bis J 9 auf die Buchse BU 1 (und ST 1) geführt sind.

Existiert eine bestimmte Polungsvariante, die in den meisten Fällen die richtige ist, so kann diese durch dünne Leiterbahnverbindungen zwischen den Jumperflächen direkt auf der Platine vorbestimmt werden. Möchte man anschließend von dieser Polung wieder abweichen, so können die Verbindungen in Sekundenschnelle mit einem scharfen Messer oder einem Feinbohrschleifer aufge-



trennt und die gewünschten Jumperverbindungen mit etwas Lötzinn neu hergestellt werden.

Auch wenn ein solcher Eingriff relativ leicht möglich ist, so verändert dieser dennoch das ganze Gerät so weit, dass der Anwender selber auf die technisch einwandfreie Funktion und die Einhaltung aller geltenden Richtlinien zur CE-Konformität achten muss und dies gegebenenfalls durch eigene Prüfungen zu bestätigen hat.



Die Empfängerplatine (FS20 FA-Pro-E) mit dem zugehörigen Bestückungsdruck von der Oberseite (links) und von der Unterseite (rechts)

Teil 1). Ist soweit alles in Ordnung, sind die Batterien beim Sender und Empfänger erst einmal wieder zu entfernen, bevor es mit dem nächsten Schritt weiter geht.

Montage des Empfängergehäuses

Zuerst ist die in Bild 14 abgebildete, mit der Kurzanleitung bedruckte Abdeckfolie entlang der drei gestrichelten Linien nach innen zu knicken und entsprechend der nachfolgenden Anleitung aufzukleben. Im ersten Schritt werden vom dünneren der beiden beiliegenden doppelseitigen Klebepads zwei 22 x 5 mm große Streifen abgeschnitten und auf die links in Bild 14 schraffierte Fläche der Abdeckung geklebt. Die obere Schutzfolie sollte jetzt noch nicht abgezogen werden.

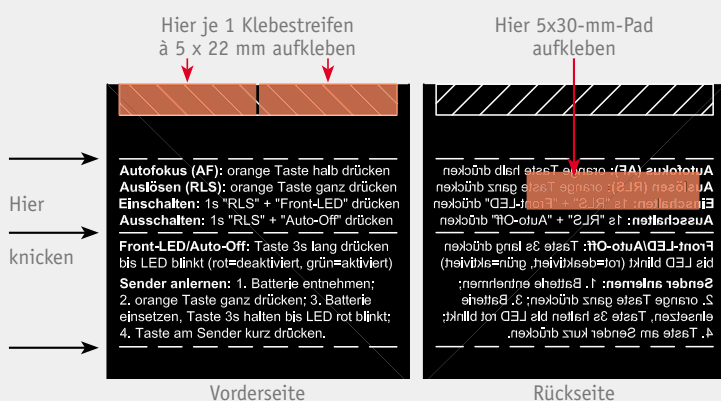


Bild 14: Vorbereitung der Elektronikabdeckung: Erst entlang der 3 gestrichelten Linien nach innen knicken, anschließend die Klebepads auf die markierten Flächen aufbringen.

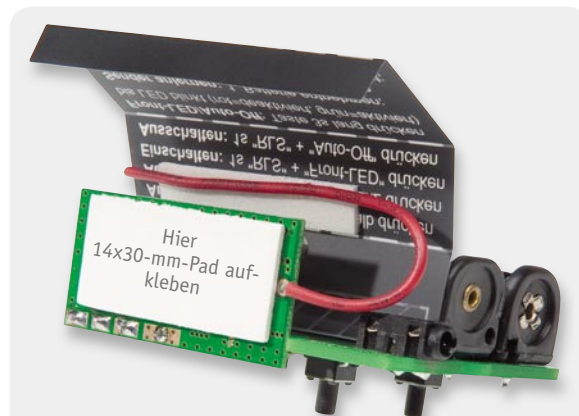


Bild 15: Diese Abbildung zeigt die seitliche rechteckige Anordnung des Empfangsmoduls HFE 1, die beiden doppelseitig klebenden Pads, die bereits am Batteriehalter BAT 1 angeklebte Abdeckfolie und die darunter geklebte rote Drahtantenne.

Als Nächstes ist vom doppelseitig klebenden Schaumstoffpad ein ca. 5 x 30 mm breiter Streifen abzuschneiden und auf die Innenseite der Abdeckung, also sozusagen auf die Rückseite der Texte „Autofokus (AF): orange Taste ...“ und „Auslösen (RLS): orange Taste ...“, zu kleben (siehe Markierung rechts im Bild 14). Das restliche ca. 14 x 30 mm große Schaumstoffpad ist wie in Bild 15 auf die Außenseite des Empfangsmoduls HFE 1 zu kleben.

Im folgenden Schritt sind erst mal nur die Schutzfolien der auf der schraffierten Fläche klebenden Pads abziehen und die Abdeckung seitlich an den Batteriehalter BAT 1 anzukleben. Dafür ist die Abdeckung vorsichtig zwischen die Stiftheiste ST 1, die Buchse BU 1 und den Batteriehalter bis ganz auf die Platine runterzuschieben und am Batteriehalter festzudrücken. Als Nächstes wird die Schutzfolie des auf der Innenseite der Abdeckung klebenden Schaumstoffpads entfernt und die rote Drahtantenne angedrückt. Das Ergebnis ist in Bild 15 zu sehen. Als Letztes wird die Schutzfolie des auf dem Empfangsmodul klebenden Pads abgezogen und die Abdeckung so angeklebt, dass diese genau ober- und unterhalb des Empfangsmoduls abknickt. Insgesamt sollte die Abdeckung wie auf Bild 16 einen rechtwinkligen Block ergeben.



Bild 16: Die fertig aufgeklebte Elektronikabdeckung, die zugleich als Kurzanleitung dient

Das Gehäuse wird für die Endmontage vorbereitet, indem die beiden Lichtleiter von außen in die passgenauen Bohrungen auf der linken Gehäuseseite und der Oberseite zu drücken sind. Sollten die Lichtleiter anschließend nicht fest im Gehäuse sitzen, sind sie von innen mit etwas Kleber zu fixieren. Dabei ist darauf zu achten, dass die Enden der Lichtleiter sauber bleiben, damit hier später die LEDs ihr Licht ordnungsgemäß einstrahlen können.

Nachdem die orangefarbene Tastkappe von innen in die große Öffnung gelegt ist, kann die fertiggestellte und getestete Empfangsplatine vorsichtig in das etwas auseinanderzubiegende Gehäuseoberteil gedrückt werden. Vorsichtig sollte man deswegen vorgehen, weil



Bild 17: Das Oberteil des Sendergehäuses mit den drei Schrauben, drei Abstandsrollchen und der Tastkappe



Bild 18: Die fertig montierte Senderplatine



Bild 19: Nachdem die Senderplatine in die vordere Gehäusehälfte geschraubt wurde, kann die doppelseitig klebende Folie so eingeklebt werden, dass Lichtleiter und Tastknopf frei bleiben.

dabei zum einen die Tastkappe leicht aus ihrer Öffnung herausrutscht und weil zum anderen die Tastknöpfe von TA 1 und TA 2 abbrechen können, wenn diese verkanten und nicht senkrecht von oben durch die zugehörigen Bohrungen geführt werden. Auch auf die passgenaue Führung der Buchse BU 1 sollte man achten. Die Platine wird möglichst gerade abwechselnd auf beiden Seiten ins Gehäuse gedrückt, bis sie in den seitlich ins Gehäuse gefrästen Nuten fest einrastet. Möchte man sie später einmal wieder herauslösen, hilft es, das Gehäuse auseinanderzudrücken und mit einem Schraubendreher innen zwischen Gehäusewand und Batteriehalter etwas hebelnd nachzuhelfen.

Im letzten Schritt ist die M4-Mutter in die Zubehörschuh-Montageplatte zu legen und dieser auf die Unterseite des Gehäusedeckels zu schrauben. Dazu dienen die beiden Senkkopfschrauben 2,2 x 6,5 mm, die von innen durch den Gehäuseboden in die Montageplatte geschraubt werden. Das Ergebnis sollte wie auf Bild 8 (Teil 1) aussehen.

Nach dem Einlegen der Batterien kann der Gehäusedeckel aufgeschoben und ein passendes Adapterkabel in die 2,5-mm-Buchse gesteckt werden, womit der Empfänger einsatzbereit ist.

Montage des Sendergehäuses

Für die Montage der Platine in das Sendergehäuse sind im ersten Schritt die drei Schrauben M2 x 12 mm von außen durch das Gehäuseoberteil zu stecken (Bild 17). Auf der Innenseite des Gehäuses wird nun die orangefarbene Tastkappe eingelegt und dann die drei Abstandshalter M2,5 x 5 mm über die Schrauben gesteckt. Anschließend wird die getestete Empfängerplatine mit nach außen weisender Batterie auf die Schrauben gesteckt, darauf die Zahnscheiben und zuletzt die M2-Muttern, die man zuerst lose aufdreht und dann fest verschraubt. Auch hier ist darauf zu achten, dass die Tastkappe nicht herausrutscht. Zudem sollte man beachten, dass die Platine wie in Bild 18 nach links und rechts gleich viel Abstand zum Gehäuseerand behält.

Von außen wird nun der Lichtleiter in die kleine mittige Bohrung auf der Frontseite gesteckt und eines der zwei beiliegenden identischen Klebepads auf die Gehäuseoberseite aufgeklebt. Ist das Loch für den Auslöseknopf nicht bereits komplett aus der Klebefolie ausgestanzt, so sollte das runde Stück erst entfernt werden. Anschließend ist die Schutzfolie des Klebepads auf einer Seite abzulösen und das Pad, wie auf Bild 19 zu sehen, so aufzukleben, dass der Auslöseknopf und der Lichtleiter frei bleiben. Nach dem Andrücken kann auch die zweite Schutzfolie entfernt und die Gehäusefrontscheibe aufgeklebt werden.

Die mit dem Typenschild bedruckte Gehäuserückscheibe ist auf gleiche Art und Weise mit Hilfe der zweiten Klebefolie auf das Gehäuserückteil zu kleben, wobei hier auf die richtige Ausrichtung zu achten ist. Innen im Gehäuserückteil befindet sich ein eingepprägter Pfeil (Bild 20). Auf dem Typenschild befindet sich ein weiterer Pfeil neben dem Schriftzug „OPEN“. Die Rückplatte ist nun so herum aufs Gehäuse zu kleben, dass die beiden Pfeile zur selben Seite zeigen.

Als Letztes ist die Knopfzelle in den Platinenhalter zu schieben, womit das Gerät fertiggestellt ist und das Gehäuse geschlossen werden kann. Beim Schließen sind wiederum der auf der Platine aufgedruckte weiße Pfeil und der auf der Gehäuserückseite befindliche aufeinander auszurichten. Die Markierungen zeigen auf die seitliche Vertiefung im Gehäuse, an der sich die Gehäusehälften (z. B. mit einem breiten Schlitzschraubendreher) leichter auseinanderdrücken lassen.

An der unteren Gehäusestirnseite befinden sich zwei Bohrungen, wo man bei Bedarf, wie auf Bild 21 zu sehen, eine Handschlaufe oder ein Umhängeband befestigen kann. Entweder fädelt man dafür eine feine Schlaufe erst nacheinander durch beide Öffnungen und zieht die dickere Handschlaufe durch deren Ende oder man fädelt eine feine Schlaufe durch eine der Öffnungen und legt diese innen zur Befestigung über die Kunststoffflasche des Schließers.

Damit ist der Zusammenbau des FS20-FA-Pro-Sets abgeschlossen und es kann mit dem Fotografieren losgehen. Allzeit gutes Licht!



Bild 20: Innen in der rückseitigen Gehäusehälfte (links im Bild) befindet sich ein Pfeil, der in dieselbe Richtung zu weisen hat wie der Pfeil auf dem grauen Typenschild (rechts im Bild). Das Typenschild ist also richtig herum einzukleben.



Bild 21: Durch die beiden seitlichen Bohrungen am Handsender kann bei Bedarf z. B. eine Handschlaufe oder ein Schlüsselband gezogen werden.

Stückliste FS20 FA-Pro-E (Empfänger)

Widerstände:

180 Ω /SMD/0402	R9
100 Ω /SMD/0402	R8
470 Ω /SMD/0402	R10
1 k Ω /SMD/0402	R6, R7
10 k Ω /SMD/0402	R4, R5
470 k Ω /SMD/0402	R1, R2, R13
1 M Ω /SMD/0402	R11, R12
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R3

Kondensatoren:

4,7 nF/SMD/0402	C5
100 nF/SMD/0402	C1, C2, C4
10 μ F/SMD/0805	C3

Halbleiter:

ELV111051/SMD	IC1
IRLML6401/SMD	T1
IRLML2502PbF/SMD	T2, T3
LL4148	D3, D4

LED, 3 mm, Rot, klares Gehäuse

D1

Duo-LED, Rot/Grün, SMD

D2

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q1
Mini-Drucktaster, 1x ein, 4,1 mm Tastknopflänge	TA1, TA2
Miniatur-Doppelhub-Taster, 2x ein, SMD	TA3
Empfangsmodul RX868SH-DV-T eQ-3, 868 MHz	HFE1
4 Stiftleisten, 1x 1-polig, winkelpoint	HFE1
Stiftleiste, 3x 1-polig, winkelpoint	ST1
Klinkenbuchse, 2,5 mm, stereo, print	BU1
2 Batteriehälter für Microzelle	BAT1, BAT2
1 Kunststoffbefestigungsplatte für Zubehörschuh, bearbeitet, Schwarz	
2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 6,5 mm	
1 Mutter, M4	
1 Elektronikabdeckfolie/Kurzanleitung	
1 Klebeband, doppelseitig	
1 Gehäuse FS20FA-Pro-E, Typ 222IR, Schwarz, bearbeitet und bedruckt	
2 Lichtleiter	
1 Tastkappe FS20FA-Pro-x, glänzend orange lackiert mit Schutzlack	

Stückliste FS20 FA-Pro-S (Sender)

Widerstände:

180 Ω /SMD/0402	R5
470 Ω /SMD/0402	R6
10 k Ω /SMD/0402	R2, R9
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R1

Kondensatoren:

4,7 nF/SMD/0402	C4
100 nF/SMD/0402	C2, C3
10 μ F/SMD/0805	C1
100 pF/SMD/0402	C5, C6

Halbleiter:

ELV111052	IC1
BD4719G/SMD	IC2
IRLML6401/SMD	T1
Duo-LED, Rot/Grün, SMD	D1

Sonstiges:

Miniatur-Doppelhub-Taster, 2x ein, SMD	TA1
Sendemodul TX868-50-DV eQ-3, 868 MHz	HFS1
Batteriehälter für CR2016/2025/2032 Knopfzellen/SMD	BAT1
3 Senkkopfschraube, Schwarz, M2 x 12 mm, Kreuzschlitz	
3 Muttern, M2	
3 Fächerscheiben, M2,5	
3 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm	
1 Lichtleiter	
1 Gehäuse FS20FA-Pro-S, Typ Retex 33131201, Schwarz, bearbeitet	
1 Front-Displayscheibe, bearbeitet und bedruckt	
1 Displayscheibe Rückseite, bearbeitet und bedruckt	
2 Klebebander, doppelseitig	
1 Tastkappe FS20FA-Pro-x, glänzend orange lackiert mit Schutzlack	