



Mit Licht schalten – FS20-Mini-Lichtsensor FS20 LS

Obwohl nur so groß wie eine Streichholzschachtel, eröffnet der FS20 LS unendlich viele Möglichkeiten – vom Fernschalten per Handy über Lichtschranken bis hin zu Alarmsignalisierungen ist der FS20-Mini-Lichtsensor flexibel einsetzbar.

Der FS20 LS basiert auf einer 2-Kanal-Funk-Fernbedienung, die um einen Lichtsensor erweitert wurde. Dadurch können mit Licht Sendebefehle ausgelöst werden.

Übers Handy schalten

Das Auftreten eines Lichteinfalls ist schon lange ein Kriterium für Schaltaufgaben in der Elektrotechnik. Dämmerungsschalter, Lichtschranken, Maschinen absichernde Lichtsensoren sind nur einige Anwendungen. Auch im FS20-Programm gibt es bereits eine Anwendung – den Dämmerungsschalter FS20 DS. Ein „echter“, d. h. schneller Lichtsensor fehlte al-

lerdings bisher im Programm, also ein Sensor, der sofort auf Vorhandensein oder Wegbleiben eines Lichteinfalls reagiert. Die Antwort darauf ist der FS20 LS. Er stellt eine Kombination aus einer 4-Tasten-/2-Kanal-Fernbedienung und einem intelligenten Lichtsensor dar. Der soll, je nach Programmierung, entweder auf Lichteinfall oder eben Wegbleiben des Lichteinfalls FS20-konforme Schaltbefehle abgeben.

Anwendungsszenarien fallen dem Techniker hier natürlich sofort in Serie ein:

Das kleine und leichte Gerät (Abbildung 1) kann direkt auf einer Kontrollleuchte befestigt werden, da sich der Lichtsensor auf der Rückseite befindet. Auf deren Aufleuchten oder Verlöschen reagiert der FS20 LS je nach Programmierung mit der Ausgabe eines entsprechenden Schaltbefehls. Ein Beispiel aus dem Haushalt: Der FS20 LS wird auf der Fertig-Anzeige des Trockners installiert und signalisiert den ab-

Technische Daten: FS20 LS

FS20-Kanalanzahl:	2 (2 Tastenpaare)
Fotodetektor:	sichtbares und IR-Licht (380–1180 nm)
Sendefrequenz/Modulation:	868,35 MHz/AM
Reichweite:	bis zu 100 m (Freifeld)
Einstellung:	über Taster (und optional über FS20 IRP)
Anzeigeelement:	LED für Programmierung und Quittierungsanzeige
Speichern der Einstellungen:	EEPROM, spannungsausfallsicher
Stromaufnahme:	<15 µA (Ruhezustand)
Spannungsversorgung:	3-V-Lithium-Knopfzelle, CR2032
Abmessung Gehäuse (B x H x T):	39 x 14 x 50 mm



Bild 1: Der Größenvergleich mit dem Radiergummi zeigt, wie kompakt der FS20 LS ist.

geschlossenen Trockenvorgang an einen FS20 SIG, der mit einer Melodie darauf aufmerksam macht. Ähnliche Szenarien kann man sich quasi bei allen Haushaltsgeräten und Maschinen denken, die es zu überwachen gilt, wie etwa dem Geschirrspüler, der nach dem Abendessen eingeschaltet wird und sich via FS20 LS bemerkbar macht, wenn er fertig ist. Mit Hilfe des FS20 LS und einer Funk-Schaltsteckdose kann sich der Geschirrspüler nach Programmende sogar automatisch ausschalten und verharrt nicht im Standby-Zustand, bis man ihn manuell abschaltet. Das Einschalten der Steckdose erfolgt über eine der FS20-LS-Tasten.

Ähnlich einfach kann man den Sensor auch im Sicherheitsbereich einsetzen. Man platziert ihn in einem dunklen Raum, Schrank, Schublade, Kühlschrank etc. und programmiere ihn so, dass bei Lichteinfall ein Sendebefehl auf Kanal 1 ausgesandt wird, der z. B. wieder einen FS20 SIG auslöst. Ist der alte Zustand wiederhergestellt, sendet das Gerät einen Sendebefehl auf Kanal 2 aus, was die Signalisierung wieder beenden kann.

Auch Gegenstände können mit dem FS20 LS gesichert werden, indem sie den Sensor abdecken. Nimmt jemand den Gegenstand weg, so fällt Licht auf den Sensor und ein Funk-Sendebefehl wird ausgelöst.

Ein anderes Szenario wäre eine Anrufanzeige für das Handy. Da hier meist bei einem Anruf die Displaybeleuchtung eingeschaltet wird, ist der Lichtsensor ideal geeignet, per Funk eine Signalisierung oder mit einem FS20-Aktor sogar eine Schaltaktion auszulösen.

Ein letztes Anwendungsbeispiel skizziert eine weitere Anwendung im Sicherheitsbereich. Schirmt man den Sensor mit geeigneten Mitteln, z. B. einem kleinen Röhrchen, gegen Fremd- bzw. Streulicht ab und stellt die Empfindlichkeit entsprechend ein, so kann man das Gerät auch im Zusammenspiel mit einem Diodenlaser als weit reichende Lichtschranke einsetzen. Die Empfindlichkeit des Lichtsensors ist in sechs Stufen direkt am Gerät einstellbar.

Bequem konfigurierbar und kompatibel

Natürlich ist das kleine, nur streichholzschachtelgroße Gerät voll in das FS20-Code-und-Adresssystem integrierbar. Alle FS20-Code-Einstellungen, die Sendebefehle und die Empfänger-einschaltdauer sind vom PC aus mit dem FS20 IRP einfach programmierbar (Abbildung 2).

Alle Einstellungen werden in einem EEPROM gespeichert und bleiben auch bei leerer Batterie oder Batteriewechsel erhalten.

Tabelle 1: Tastenbelegung des FS20 LS

Taste 1	Taste 2	Taste 3	Taste 4	Funktion
kurz				Befehl 1 senden (Kanal 1)
	kurz*			Befehl 2 senden (Kanal 1)
		kurz		Befehl 3 senden (Kanal 2)
			kurz*	Befehl 4 senden (Kanal 2)
1 s	1 s			Timeset (im Empfänger) Kanal 1
		1 s	1 s	Timeset (im Empfänger) Kanal 2
5 s				Sensor-Empfindlichkeit Schaltmodus
	5 s			Einschaltdauer Kanal 1
			5 s	Einschaltdauer Kanal 2
5 s	5 s			Adresse Kanal 1
		5 s	5 s	Adresse Kanal 2
5 s			5 s	Sendeabstand Kanal 1
	5 s	5 s		Sendeabstand Kanal 2
5 s		5 s	5 s	Befehl 1 wählen (Kanal 1)
	5 s	5 s	5 s	Befehl 2 (Sensor) wählen/deaktivieren (Kanal 1)
5 s	5 s	5 s		Befehl 3 wählen (Kanal 2)
5 s	5 s		5 s	Befehl 4 (Sensor) wählen/deaktivieren (Kanal 2)
5 s		5 s		Hauscode einstellen
	5 s		5 s	Werkseinstellung wiederherstellen bzw. FS20-IRP-Programmierung einleiten

* Ein Helligkeitswechsel am Sensor entspricht einem kurzen Tastendruck von Taste 2 und/oder Taste 4.

Aufgrund des sehr einfach fertigzustellenden Bausatzes ist dieses Gerät auch ein geeignetes Objekt für Elektronik-Einsteiger.

Bedienung

Der FS20-Mini-Lichtsensor kann, wie alle FS20-Sender, zunächst einmal über die Definition eines Hauscodes und zweier Kanal-Adressen in ein bestehendes FS20-System eingeordnet werden, wodurch das Ansprechen aller FS20-Empfänger möglich wird.

Das Verhalten der angesprochenen FS20-Empfänger wird dabei durch die Funkbefehle bestimmt, die je nach Einsatzgebiet des FS20 LS ganz unterschiedlich sein können. Es ist möglich, Sendebefehle auf zwei verschiedenen Kanälen direkt nacheinander auszusenden, die dann an verschiedenen Empfängern ein unterschiedliches Schaltverhalten auslösen. Wahlweise ist es ebenfalls möglich, den ersten Sendebefehl (Kanal 1) abzusenden, wenn Licht detektiert wird, und den zweiten Sendebefehl (Kanal 2), wenn kein Licht mehr detektiert wird. Im Auslieferungszustand sind Werkseinstellungen gesetzt, wodurch das Gerät sofort einsetzbar ist.



Bild 2: Der FS20 LS ist durch das Infrarot-Programmier-Tool FS20 IRP besonders komfortabel programmierbar.

Tabelle 2: Sendebefehl festlegen/Kanal deaktivieren

Ziffern	Sendebefehl
11	Ein (auf alter Helligkeit)
12	Aus
13	Ein (auf Helligkeit 12,5 %)
14	Ein (auf Helligkeit 25,0 %)
21	Ein (auf Helligkeit 37,5 %)
22	Ein (auf Helligkeit 50,0 %)
23	Ein (auf Helligkeit 62,5 %)
24	Ein (auf Helligkeit 75,0 %)
31	Ein (auf Helligkeit 87,5 %)
32	Ein (auf Helligkeit 100 %)
33	Aus für die Einschaltdauer
34	Ein (auf alter Helligkeit) für die Einschaltdauer, danach Aus
41	Ein (auf Helligkeit 100 %) für die Einschaltdauer, danach Aus
42	Ein (auf alter Helligkeit) für die Einschaltdauer, danach alter Zustand
43	Ein (auf Helligkeit 100 %) für die Einschaltdauer, danach alter Zustand
44	Kanal deaktiviert, gilt für Sendebefehl 2 (Kanal 1) und Sendebefehl 4 (Kanal 2)

Diese Einstellungen lassen sich je nach Wunsch und Anwendungsfall anpassen. Die Programmierung erfolgt mit den Tasten 1 bis 4 oder deutlich bequemer über das optional erhältliche Infrarot-Programmier-Tool FS20 IRP. Mit diesem Tool können alle Einstellungen des FS20 LS (bis auf den Sendebefehl, die Empfindlichkeit und den Schaltmodus) komfortabel programmiert werden.

Die rote LED dient im Programmiermodus als optische Rückmeldung, wobei sie die einzelnen Aktionen durch Blinken oder Dauerleuchten anzeigt.

Durch kurzes Drücken einer der Tasten 1 bis 4 werden die programmierten Sendebefehle manuell gesendet.

Während die Sendebefehle 1 und 3 ausschließlich über die Tasten 1 und 3 manuell gesendet werden können, sind die Sendebefehle 2 und 4 zusätzlich mit dem Sensor verknüpft. Durch längeres Betätigen (für mindestens 1 Sekunde oder mindestens 5 Sekunden) der Tasten mit den in Tabelle 1 aufgelisteten Tastenkombinationen werden die ProgrammierEinstellungen aufgerufen.

Im Folgenden wollen wir nun die wichtigsten Funktionen genauer betrachten:

Sendebefehl festlegen/Kanal deaktivieren

Mit dem Sendebefehl legt man fest, welches Schaltverhalten der Empfänger ausführen soll. Zudem lassen sich mit dieser Einstellung Kanäle deaktivieren, wenn sie nicht benötigt werden. Dient ein Dimmer als Empfänger, kann man z. B. festlegen, mit welcher Helligkeit dieser die angeschlossene Lampe einschalten soll.

Tabelle 3: Schaltmodus einstellen

Ziffer	Sendebefehle bei Helligkeitswechsel
1	Sendebefehl Kanal 1 und Sendebefehl Kanal 2 bei: Hell->Dunkel
2	Sendebefehl Kanal 1 und Sendebefehl Kanal 2 bei: Dunkel->Hell
3	Sendebefehl Kanal 1 bei: Hell->Dunkel und Sendebefehl Kanal 2 bei Dunkel->Hell
4	Sendebefehl Kanal 1 bei: Dunkel->Hell und Sendebefehl Kanal 2 bei Hell->Dunkel

Jeder Taste ist ein individuell wählbarer Sendebefehl zugeordnet, der durch einen kurzen Tastendruck gesendet werden kann. Detektiert der Sensor einen Hell-Dunkel-Wechsel, so werden je nach Schaltmodus die Sendebefehle 2 (für Kanal 1) und/oder 4 (für Kanal 2) gesendet. Der Aufruf der Einstellung erfolgt gemäß Tabelle 1, anschließend blinkt die LED.

Danach sucht man einen Sendebefehl aus Tabelle 2 aus und gibt die beiden Ziffern nacheinander mit den zugehörigen Tasten (Taste 1 für Ziffer 1 usw.) ein. Die Eingabe der Ziffern erfolgt dabei von links nach rechts, also für die Eingabe einer 34 zuerst die Taste 3 und danach die 4 drücken. Als Quittierung für eine ordnungsgemäße Eingabe verlischt die LED.

Mit der Einstellung 44 lassen sich die Sendebefehle 2 und 4 jeweils deaktivieren. Dadurch wird auf dem zugehörigen Kanal weder bei einem Helligkeitswechsel noch beim kurzen Tastendruck (von Taste 2 oder 4) ein Befehl ausgesendet.

Einschaltdauer festlegen

Die Einschaltdauer wird für die Sendebefehle 33 bis 43 benötigt. Diese Zeitspanne wird zusammen mit den Befehlen an den FS20-Empfänger gesendet. Der schaltet dann z. B. ein Gerät für 1 Minute ein und danach automatisch wieder aus.

Adressen und Hauscode einstellen

Bei der Adressierung ist zu beachten, dass der Hauscode für beide Kanäle gleich ist, während die Adressierung für beide Kanäle getrennt erfolgt. Näheres zur Adressierung und ihrer Systematik ist in der mit dem FS20 LS gelieferten Bedienungsanleitung ausgeführt.

Sendebefehl

Der Sendebefehl verhindert unnötiges Auslösen in zu kurzen zeitlichen Abständen. Ein langer Sendebefehl kann die Batterielebensdauer entscheidend erhöhen, da bei häufigen Helligkeitsänderungen insgesamt weniger oft gesendet wird. Die Einstellung (8, 24, 56 oder 120 Sekunden) wird für beide Kanäle getrennt vorgenommen.

Empfindlichkeit

Es können sechs verschiedene Empfindlichkeitsstufen für beide Sendekanäle gemeinsam eingestellt werden. Die optimale Empfindlichkeitsstufe ermittelt man am besten direkt am Einsatzort durch Ausprobieren.

Wichtig dabei ist: Je empfindlicher diese Einstellung gewählt wird, desto besser ist der Fotosensor gegen Fremdlichteinstrahlung abzuschirmen, damit keine unerwünschten Schaltaktionen durch z. B. Sonnenlicht ausgelöst werden. Soll der Sensor noch lichtunempfindlicher werden, so kann der Fototransistor mit halbdurchlässigem Klebeband, Farbfolie oder Ähnlichem zusätzlich abgeschirmt werden.

Schaltmodus

Es kann gemeinsam für beide Kanäle einer von vier verschiedenen Schaltmodi ausgewählt werden. Je nachdem, ob beide Kanäle aktiviert sind, können bei einem Wechsel von wenig zu viel Licht (oder umgekehrt) bis zu 2 Sendebefehle abgesetzt werden. Alternativ kann der erste Befehl gesendet werden, wenn Licht auf den Sensor fällt, und der zweite Befehl erst dann, wenn das Licht wieder erlischt (oder umgekehrt).

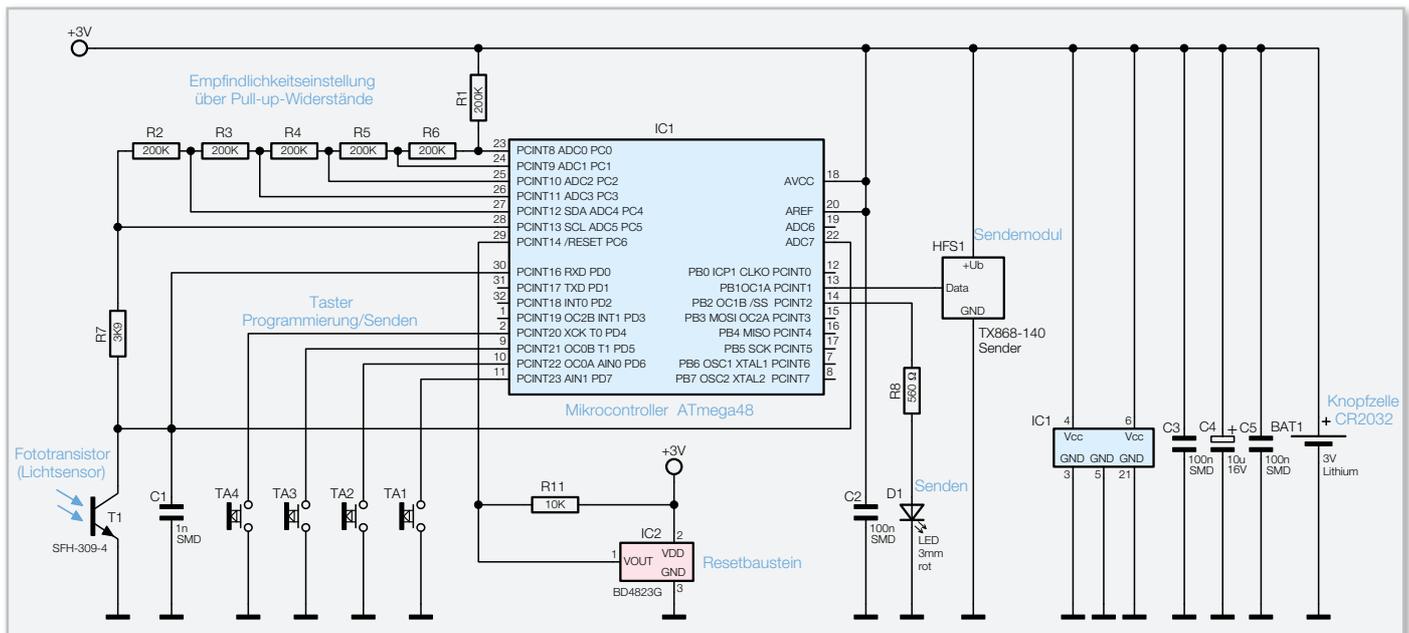


Bild 3: Das Schaltbild des FS20 LS

Werkseinstellungen und Programmierung über FS20 IRP

Um alle Einstellungen des FS20 LS in den Auslieferungszustand zurückzusetzen, werden zunächst die Tasten 2 und 4 gemeinsam gedrückt und für mindestens 5 Sekunden festgehalten, bis die LED leuchtet. Die Tasten werden wieder losgelassen und eine beliebige Taste wird gedrückt. Sobald die LED verlischt, befindet sich das Modul wieder im Auslieferungszustand.

Möchte man den FS20 LS mit dem Programmier-Tool FS20 IRP programmieren, drückt man ebenfalls die Tasten 2 und 4 für mindestens 5 Sekunden, bis die LED blinkt. Anschließend wird jedoch keine weitere Taste gedrückt, sondern die Infrarotübertragung der Einstellungen mit dem FS20 IRP durchgeführt. Dazu wird die IR-Sendediode des FS20 IRP vor den FS20-LS-Sensor gehalten und der Programmiervorgang über die PC-Software gestartet. Nach erfolgreich abgeschlossener Programmierung erlischt die LED. Blinkt die LED am FS20 LS stattdessen dreimal, war die Übertragung fehlerhaft. In diesem Fall bleiben die Einstellungen unverändert.

In Verbindung mit dem Programmier-Tool können Hauscode und Adressen bequem über die PC-Software eingegeben und verwaltet werden.

Schaltung

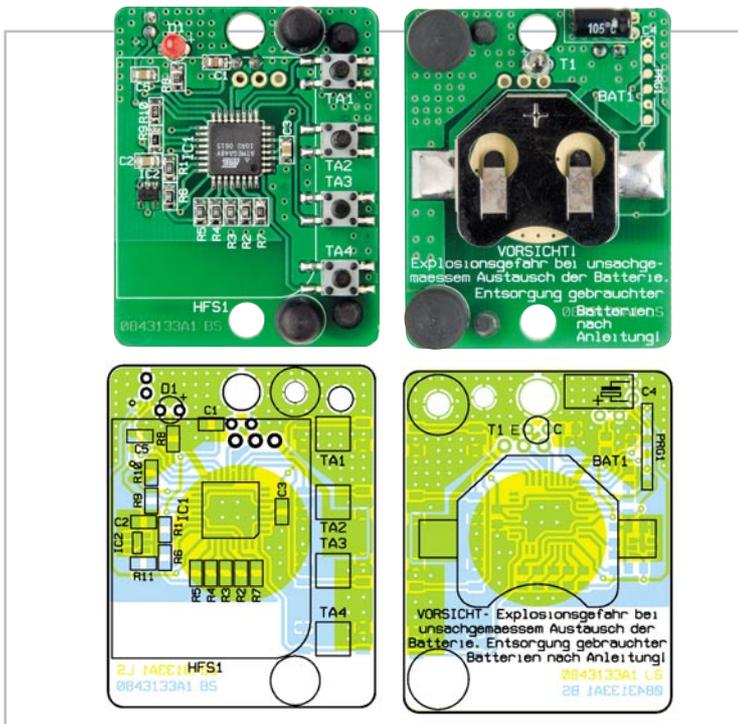
Das übersichtliche Schaltbild des Mini-Lichtsensors FS20 LS ist in Abbildung 3 dargestellt. Versorgt wird die kleine Schaltung aus einer 3-V-Lithiumzelle vom Typ CR2032. Die Batteriespannung gelangt direkt zum ATmega48-Mikrocontroller IC 1 und zum Funksendemodul HFS 1.

Entleert sich die Batterie im Lauf der Zeit so weit, dass die Zellenspannung auf unter 2,3 V fällt, sorgt der Reset-Baustein IC 2 für einen definierten Zustand, indem er den Mikrocontroller im Reset-Zustand hält. Ohne diesen Schaltkreis würde der Mikrocontroller unterhalb von 1,8 V unkontrollierte Zustände annehmen und im schlimmsten Fall dauerhaft Daten übers

Funkmodul senden. Dies ist im genutzten ISM-Frequenzband jedoch nicht zulässig. Der ATmega48 hat zwar eine interne sogenannte Brown-out-Funktion, die den Mikrocontroller bei zu geringer Versorgungsspannung anhält, jedoch benötigt diese Funktion mehr Energie als der externe Reset-Baustein BD4823. Daher ist die interne Brown-out-Funktion deaktiviert. Die so realisierte geringere Leistungsaufnahme führt zu einer höheren Batterielebensdauer.

Als Sensorelement T 1 kommt ein Fototransistor vom Typ SFH-309-4 zum Einsatz. Dieser funktioniert ähnlich wie ein Bipolartransistor. Er unterscheidet sich aber dadurch, dass beim Fototransistor Licht durch das klare Gehäuse direkt auf den Halbleiter treffen kann und durch den inneren photoelektrischen Effekt Ladungsträger freisetzt. Der entstehende Fotostrom wird direkt im Transistor verstärkt, so dass bei Lichteinfall ein Kollektorstrom von einigen Milliampere fließen kann.

Die Spannung am Kollektoranschluss von T 1, die gleichzeitig an den Eingängen PD 0 und ADC 7 anliegt, ist zum einen abhängig vom Lichteinfall und zum anderen von der Größe des Pull-up-Widerstands. Dieser kann mit Hilfe der in Reihe geschalteten Widerstände R 1 bis R 7 vom Mikrocontroller variabel gewählt werden. Zwischen den Widerständen ist jeweils ein Ausgang des Mikrocontrollers angeschlossen. Die Größe des effektiven Pull-up-Widerstands wird nun vom jeweils auf 3 V (high) geschalteten Ausgang bestimmt. Nicht verwendete Ausgänge werden hochohmig geschaltet, indem man sie im Mikrocontroller als Eingänge definiert. Sind alle Ausgänge hochohmig, so führt das zu einem Gesamtwiderstand von 1,2039 M Ω . Ist hingegen der Ausgang PC 5 auf 3 V geschaltet, so wird lediglich R 7 mit 3,7 k Ω als Pull-up-Widerstand genutzt. Dieser relativ kleine Pull-up-Widerstand stellt bei der Empfindlichkeits-Einstellung einen Sonderfall dar. Benötigt wird er für die Infrarot-Programmierung mit dem FS20 IRP. Dessen Sendediode arbeitet in einem Spektralbereich, in dem der Fototransistor T 1 am empfindlichsten reagiert. Damit der Fototransistor trotz des starken Signals steile Schaltflanken erzeugt, ist der relativ kleine Pull-up-Widerstand nötig.



Wird der FS20 LS in den Infrarot-Programmiermodus gebracht, so verwendet der Mikrocontroller den 3,7-k Ω -Widerstand R 7 als Pull-up-Widerstand. Nach Abschluss der Programmierung wird automatisch wieder die zuvor verwendete Pull-up-Widerstands-Kombination gewählt.

Stückliste: Mini-Lightsensor FS20 LS

Widerstände:

560 Ω /SMD/0805	R8
3,9 k Ω /SMD/0805	R7
10 k Ω /SMD/0805	R11
200 k Ω /SMD/0805	R1–R6

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C1
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C5
10 μ F/16 V	C4

Halbleiter:

ELV08759/SMD	IC1
BD4823G/SMD	IC2
SFH309-4	T1
LED, 3 mm, Rot	D1

Sonstiges:

Mini-Drucktaster, 1x ein, 4,1 mm Tastknopfänge	TA1–TA4
Sendemodul TX868-140, 868 MHz	HFS1
Batteriehalter für CR2016/2025/2032-Knopfzellen, SMD	BAT1
Lithium-Knopfzelle CR2032	BAT1
2 Gummi-Gehäusefüße, halbkonisch, 0,75 mm	
2 Gummi-Gehäusefüße, zylindrisch, Schwarz	
1 Batteriepolungs-Aufkleber (Knopfzelle), Weiß	
1 Kunststoffgehäuse, Typ 2044, Grau, komplett, bearbeitet und bedruckt	
2 Schaumstoff-Kleberinge, doppelseitig, Außen- \varnothing 14 mm	
37 mm Schrumpfschlauch, transparent, 2 : 1	

Ansicht der bestückten Platine des Mini-Lightsensors (ohne Funkmodul) mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Oberseite, rechts von der Unterseite

Nachbau

Da die SMD-Bauteile bereits werkseitig bestückt werden, bleiben nur noch 5 bedrahtete Bauteile, die von Hand zu bestücken sind. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise mit Hilfe der Stückliste, des Bestückungsdrucks und des Schaltbildes. Die rote LED D 1 und das Funkmodul HFS 1 werden mit ihren Anschlüssen von oben in die vorgesehenen Bohrungen gesteckt und von unten verlötet, während die Anschlüsse des Fototransistors T 1 und des Elkos C 4 von unten in die Platine gesteckt und von oben verlötet werden.

Beim Elko C 4, der Leuchtdiode D 1 und dem Fototransistor T 1 ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten. Der Minuspol des Elkos ist am Gehäuse gekennzeichnet. Der auf der Platine mit „+“ gekennzeichnete Anodenanschluss der LED D 1 ist am Bauteil durch den längeren Anschlussdraht zu erkennen. Die LED wird, wie auf Abbildung 4 zu sehen, so eingelötet, dass zwischen ihrer Gehäuseunterseite und der Platinenoberfläche 3 mm Abstand bleiben.

Der Kollektor des Fototransistors T 1 ist durch ein C und der Emitter durch ein E auf der Platine gekennzeichnet. Am Bauteil ist der Kollektor durch den kürzeren Anschlussdraht und eine seitliche Abflachung am transparenten Gehäuse markiert. Zwischen der Gehäuseunterseite und der Platinenoberfläche sollte hier ca. 1 mm Abstand bleiben.

Bevor das in Abbildung 5 gezeigte Funksendemodul eingelötet wird, muss es, wie folgend beschrieben, mit dem beiliegenden Schrumpfschlauch elektrisch isoliert werden. Da das Modul direkt auf den SMD-Bauteilen der Hauptplatine und auf den Anschlüssen der Taster aufliegt, muss es gegen Kurzschlüsse geschützt werden. Dazu sind zuerst die Kontakt-



Bild 4: Seitliche Ansicht der Platine mit Anordnung von Leuchtdiode, Fototransistor und Funkmodul. Hier sind gut die Abstände von LED und Fototransistor zur Platine sowie das direkt aufliegende Funkmodul zu sehen.

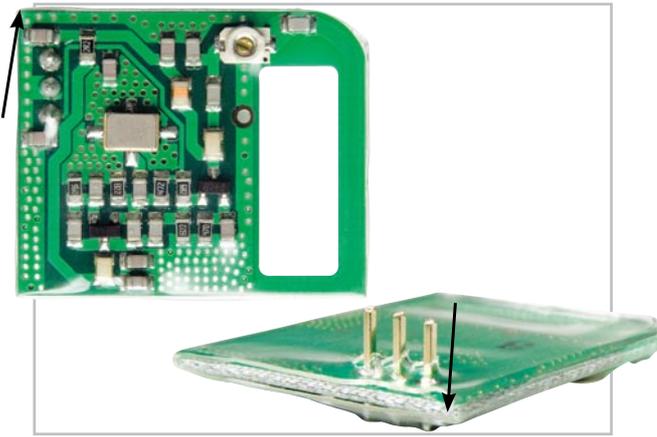


Bild 5: Das Funkmodul nach dem Isolieren mit Schrumpfschlauch, der bis über die Platinenecken reichen muss.

stifte des Moduls auf 4 mm (gemessen ab der Unterseite der Modulplatine) zu kürzen. Dann wird der Schrumpfschlauch auf 35 mm Länge zugeschnitten und von der Antennenseite her über das Modul gezogen. Die Anschlussstifte sollten sich nun mit im Schlauch befinden. Nun wird der Schlauch mit einem geeigneten Heißluftfön vorsichtig und gleichmäßig in zwei Teilschritten geschumpft. Erst einmal nur so weit, bis sich der Schlauch leicht über die Stifte spannt. Dann sticht man mit einem spitzen Gegenstand oder einem Messer für die drei Stifte kleine Löcher in den Schlauch. Danach wird der Schlauch vollständig geschumpft, bis er sich eng um das Modul gelegt hat.

Anschließend kann das Modul, wie in Abbildung 6 zu sehen, so auf der Hauptplatine befestigt werden, dass es waagrecht aufliegt und die drei Kontaktstifte in den zugehörigen Lötspots stecken. Festgelötet wird das Modul von der Unterseite der Hauptplatine her.

Danach ist der Batteriehalter für die Lithium-Batterie an der gekennzeichneten Stelle aufzulöten. Auf dem Batteriehalter wird der kleine Aufkleber angebracht, der die Polung der Batterie anzeigt.

Damit die Platine fest im Gehäuse sitzt und sich auch dann nicht bewegt, wenn die Tasten gedrückt werden, sind vier Abstandshalter aus Gummi zu montieren. Die Gummipipel der in Abbildung 6 weiter oben liegenden kleineren Abstandshalter werden erst von oben in die Bohrungen gesteckt und dann von unten so weit durchgezogen, bis sie oben plan aufliegen. Die beiden größeren Abstandshalter werden von unten in die in den Ecken befindlichen Bohrun-

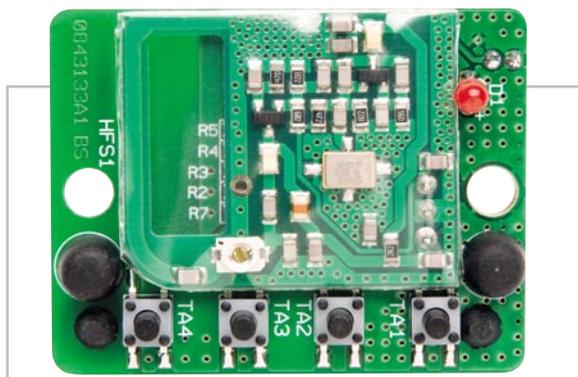


Bild 6: Die FS20-LS-Hauptplatine mit aufgesetztem Funkmodul und montierten Abstandshaltern

gen gesteckt und von oben angezogen.

Nun kann die Batterie polrichtig (Pluspol nach oben) eingesetzt werden, wobei die folgenden Hinweise unbedingt zu beachten sind.

Achtung!

Bei unsachgemäßem Einsetzen bzw. Austausch der Batterie besteht Explosionsgefahr! Die verwendete Lithium-Batterie muss kurzschlussfest sein. Ein Einsetzen der Batterie mit einem metallischen Gegenstand, wie z. B. einer Zange oder einer Pinzette, ist nicht erlaubt, da die Batterie hierdurch kurzgeschlossen wird. Zudem ist beim Einsetzen unbedingt auf die richtige Polarität zu achten (Pluspol nach oben!).

Nachdem die Batterie ordnungsgemäß eingelegt ist, erfolgt der Einbau der Platine in das Gehäuse. Dafür wird die Platine so in das obere Gehäuseteil eingelegt, dass die vier Tasten und die rote LED durch die Bohrungen geführt werden. Die untere Gehäusenhälfte wird aufgesetzt und mit den beiden beiliegenden Schrauben verschraubt. Damit ist das Gerät betriebsfertig montiert.

Hinweise zur Installation

Mit einem der beiliegenden doppelseitig klebenden Schaumstoffringe kann der FS20 LS (siehe Abbildung 7) mit dem Sensorfenster z. B. auf eine Signalisierungs-LED geklebt werden. Der Ring hält dabei den Sensor an seiner Position (in waagerechter Lage) und sorgt dafür, dass möglichst kein Fremdllicht auf den Sensor fallen kann. Dies ist wichtig, um ein unbeabsichtigtes Auslösen zu verhindern. Eventuell muss der Sensor durch zusätzliche Maßnahmen an seiner Position fixiert werden, insbesondere wenn er nicht an waagerechten Flächen oder wenn er an vibrierenden Gegenständen (z. B. Trockner) angebracht ist.

Wie beschrieben, lässt sich die Sensor-Empfindlichkeit in sechs Stufen einstellen. Sie sollte zwar möglichst empfindlich, aber noch so eingestellt werden, dass der Sensor auch dann noch sicher durch die gewünschte Lichtquelle ausgelöst wird, wenn Störlicht (z. B. Sonnenlicht) auf das Gerät trifft. Schwarzes Klebeband, ringsum angebracht, verhindert wirkungsvoll einen solchen Lichteinfall. **ELV**



Bild 7: Die Rückseite des FS20 LS mit Sensoröffnung und aufgeklebtem Schaumstoffring gegen seitliches Streulicht