



Pusten und per Funk schalten!

Luftdruckschalter Teil 2

Mit dem APS 100 lassen sich elektrische Schalthandlungen über Luftdruckänderungen auslösen. Dabei sind die Luftdruckschaltswelle und die auszuführenden Schaltfunktionen, die einmal als Relais-Ausgang und als ELV-FS20-Kanal zur Verfügung stehen, individuell programmierbar. Dieser abschließende Teil beschreibt die Schaltung und den Nachbau des APS 100.

Schaltung

In Abbildung 2 ist das Schaltbild des Luftdruckschalters dargestellt. Das für die Funktion wichtigste Bauelement ist der integrierte Luftdrucksensor DS 1 vom Typ MS 5534. Dieser Sensor ist ein Absolutdrucksensor, der in der Lage ist, einen Luftdruck im Bereich von 300 mbar bis 1100 mbar mit einer Auflösung von 0,1 mbar zu messen. Dieser komplexe Sensor beinhaltet neben der analogen Messbrücke und der analogen Auswerteschaltung auch einen digitalen Teil, in dem Linearisierungen, Temperaturkompensation, Analog-Digital-Wandlung usw. vorgenommen werden. Letztlich lässt sich dann über die serielle Schnittstelle, die mit den Leitungen „SCLK“, „DIN“, „DOUT“ und „MCLK“ aufgebaut ist, der Luftdruckwert direkt in digitaler Form auslesen. Die Auswertung der Luftdruckwerte erfolgt im Mikrocontroller IC 1. Dieser ruft im Mess-

raster die Luftdruckwerte vom Drucksensor ab. Im Normalbetrieb wird aus den stetigen Messungen ein Mittelwert gebildet, der dem mittleren Luftdruck im Inneren des Gehäuses entspricht. Überschreitet der ausgelesene Luftdruckwert für ca. 0,5 Sekunden die programmierte Schaltschwelle, so wird dies als Schaltbefehl interpretiert. Der Controller steuert daraufhin das HF-Sendemodul HFS 1 an und schaltet das interne Relais REL 1.

Da der Portpin des Prozessors nicht in der Lage ist, das interne Relais REL 1 direkt anzusteuern, erfolgt dies über den Treibertransistor T 1. Die parallel zum Relais liegende LEDD 2 dient dabei als auch nach außen hin sichtbare Einschaltkontrolle.

Der Schließkontakt des Relais ist an der Klemmleiste KL 1 zugänglich. Ist der Jumper JP 1 in der Stellung „passiv“, kann über den Schließkontakt eine beliebige Spannung bis 42 V_{DC} bzw. 30 V_{AC} geschaltet werden, wobei der maximal zulässige Strom 1,5 A beträgt.

Sollen nur kleine Lasten geschaltet werden, so lassen sich diese auch direkt über den Luftdruckschalter versorgen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die den APS 100 speisende Versorgungsspannung einen entsprechenden Strom aufbringen kann. In der Jumperstellung „aktiv“ wird hier direkt die an der Klinkenbuchse BU 1 zugeführte Eingangsspannung als Schaltspannung an der Klemme KL 1 zur Verfügung gestellt. Die Last ist dann zwischen dem Kontakt „NO“ und dem Masseanschluss „GND“ anzuschließen. Die Schaltspannung entspricht direkt der Eingangsspannung; der Laststrom darf dabei die maximale Belastbarkeit der speisenden Quelle nicht übersteigen, wobei davon unabhängig ein Maximalwert von 500 mA gilt.

Beispiele zur Verdrahtung beider Schaltausgangs-Konfigurationen zeigt Abbildung 1 im ersten Teil des Artikels.

Der zweite Weg, eine Schalthandlung auszuführen, ist das Senden eines Schalt-

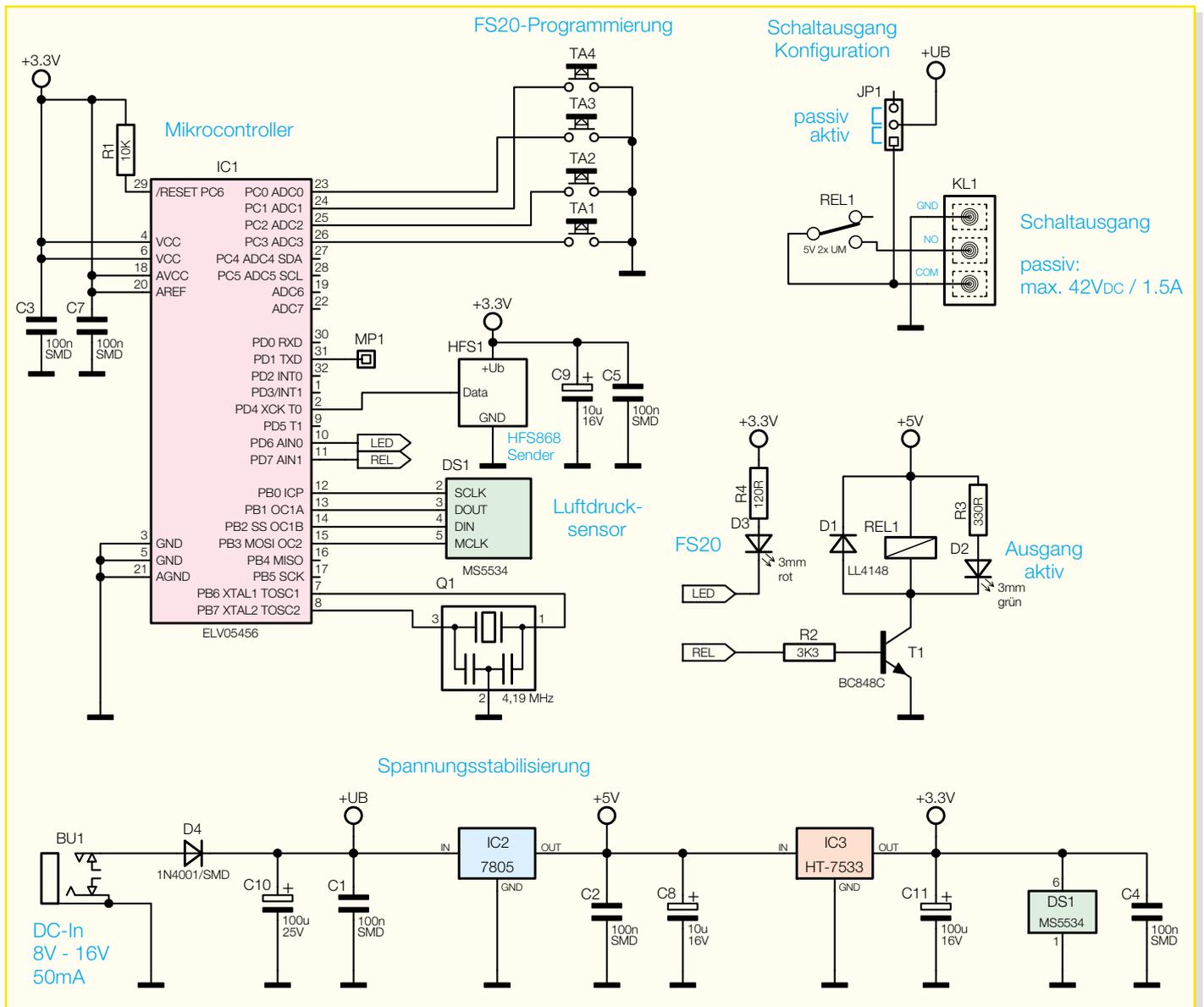


Bild 2: Schaltbild des APS 100

befehls mit Hilfe des HF-Sendemoduls HFS 1. Dieses erhält sein Datenprotokoll über den Portpin „PD 4“ des Mikrocontrollers. Hierüber wird das Modul eingeschaltet und auch moduliert. Das verwendete Datenprotokoll ist ein FS20-Protokoll, d. h. es lassen sich via Funkschnittstelle alle ELV-FS20-Aktoren ansprechen und steuern. Die zur FS20-Funktionalität gehörende LED D 3 dient hauptsächlich der Visualisierung während der Programmierung und Inbetriebnahme des Gerätes. Daher ist die LED bei geschlossenem Gehäuse auch nicht sichtbar.

Die Programmierung der FS20-Funktionen und die weiteren Einstellungen, die in Verbindung mit dem APS 100 gemacht werden können, erfolgen über die 4 Tasten TA 1 bis TA 4. Die Tastenbetätigung wertet der Mikrocontroller dabei direkt über den Port „PCx“ aus.

Zur weiteren Funktion benötigt der Mikrocontroller IC 1 nur noch den Keramik-

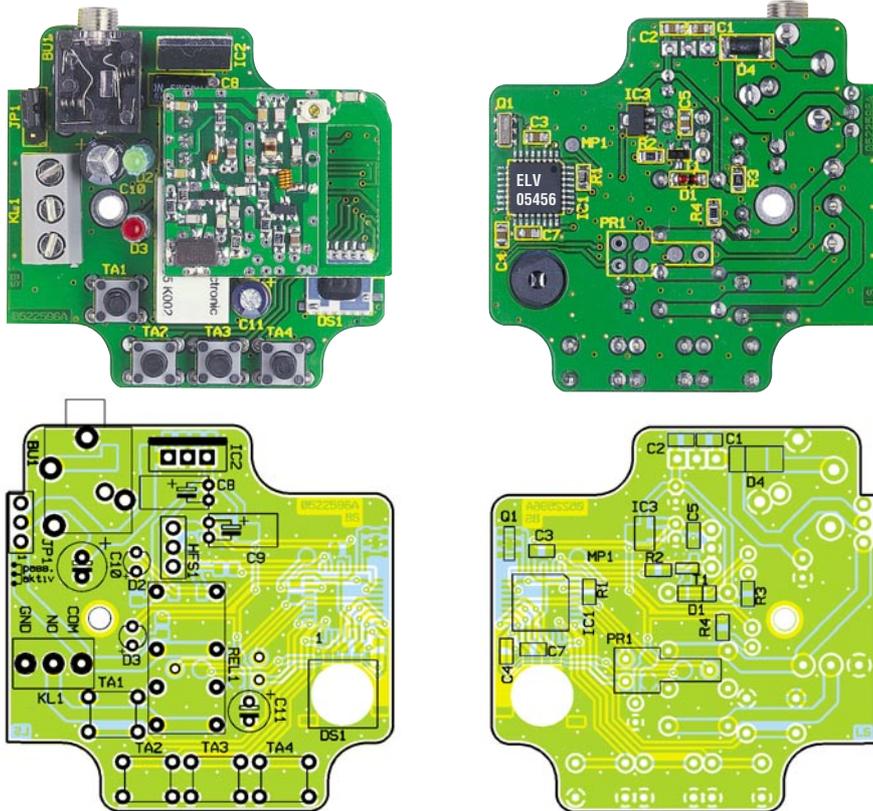
resonator Q 1 zur Stabilisierung des Oszillators und die aus R 1 und einem internen Kondensator bestehende Resetschaltung.

Die Spannungsversorgung des Luftdruckschalters erfolgt über eine an BU 1 zugeführte Gleichspannung, die im Bereich von 8 V bis 16 V liegen muss. Die Diode D 4 schützt dabei vor versehentlicher Verpolung. Anschließend erfolgt die Stabilisierung, zunächst mit IC 2 auf +5 V, anschließend mit IC 3 auf +3,3 V. Diese Staffelung der Spannungsregler hat zwei Gründe: Zum einen wäre der weite Eingangsspannungsbereich nicht dazu geeignet, ein Relais sicher direkt anzusteuern. Somit ist hier eine „grobe“ Stabilisierung auf 5 V unumgänglich. Zum anderen ist es für die Verteilung der Verlustleistung günstiger, die Stabilisierung auf 3,3 V in zwei Stufen zu machen. Die größte Verlustleistung fällt so an IC 2 an, der im TO-220-Gehäuse gut dafür ausgelegt ist. IC 3 braucht so nur noch die Verlustleis-

tung, berechnet aus der kleinen Spannungsdifferenz von 1,7 V (5 - 3,3 V) multipliziert mit seinem Laststrom, umsetzen. Hier reicht dann ein Spannungsregler im SMD-Gehäuse. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, und es folgen nun die Erläuterungen zum Nachbau.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des Luftdruckschalters ist auf der 51 x 51 mm messenden Platine untergebracht. Die Platine ist dabei mit doppelseitiger Bestückung ausgeführt: Die bedrahteten Bauteile befinden sich auf der Bestückungsseite, die oberflächenmontierten (SMD), die gewohnt auf der Lötseite. Der Größe des Gehäuses und somit auch der Größe der Platine kommt in diesem Gerät eine besondere Bedeutung zu. Da das Gehäuseinnere zum Auslösen des Schaltvorganges unter einen gewissen Überdruck gesetzt werden



Ansicht der fertig bestückten Platine des Luftdruckschalters mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

muss, ist es notwendig, das Gehäusevolumen so klein wie möglich zu halten. Denn je größer das Gehäuse, desto mehr Luftvolumen ist für einen definierten Überdruck notwendig. Die Auswahl des kleinen Gehäuses ist so auch die Ursache für die teilweise sehr enge Positionierung der Bauteile.

Die gesamten Bestückungsarbeiten erfolgen anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei aber auch die dargestellten Platinenfotos und die Detailfotos hilfreiche Zusatzinformationen liefern.

Der Aufbau ist mit der Bestückung der SMD-Komponenten zu beginnen. Hier sind zunächst die SMD-Widerstände, die SMD-

Kondensatoren und der Keramikresonator Q 1 auf der Lötseite zu bestücken. Anschließend folgen die Dioden und Transistoren. Bei beiden ist die korrekte Einbaulage zu beachten, um eine Verpolung auszuschließen. Die Dioden sind auf dem Bauteil mit dem so genannten Katodenring gekennzeichnet, der sich auch im Bestückungsdruck wiederfinden lässt. Bei den Transistoren gibt die Anordnung der Pads bzw. der Anschlussbeine die korrekte Polung vor.

Auch bei den integrierten Schaltkreisen muss die Polarität beachtet werden. Beim Spannungsregler IC 3 gibt die Pad-Anordnung die Einbaulage vor. Beim Prozessor ist Pin 1 durch einen Punkt auf dem Bauteil und durch eine abgeschrägte Gehäuseecke gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung findet sich auch im Bestückungsdruck wieder.

Sind die SMD-Bauteile so weit bestückt,

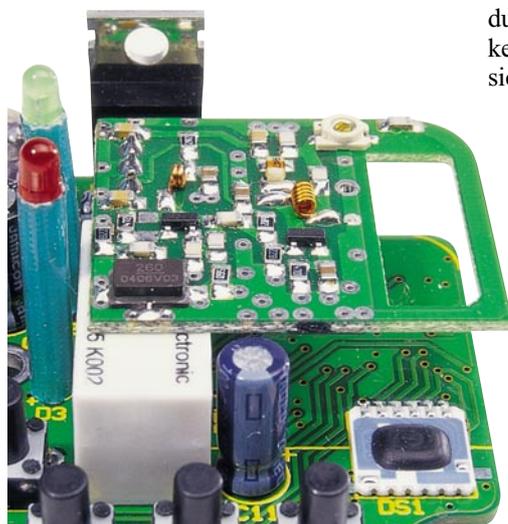


Bild 3: Detailansicht zur Montage des Funkmoduls und der LEDs

Stückliste: Luftdruckschalter APS 100

Widerstände:

120 Ω/SMD/0805	R4
330 Ω/SMD/0805	R3
3,3 kΩ/SMD/0805	R2
10 kΩ/SMD/0805	R1

Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805	C1–C5, C7
10 µF/16 V	C8, C9
100 µF/16 V	C11
100 µF/25 V	C10

Halbleiter:

ELV05456/SMD	IC1
7805	IC2
HT7533/SMD	IC3
BC848C	T1
LL4148	D1
SM4001/SMD	D4
LED, 3 mm, Grün	D2
LED, 3 mm, Rot	D3

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q1
MS5534A/SMD	DS1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU1
Mini-Schraubklemmleiste, 3-polig	KL1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 6 mm Tastknopflänge	TA1–TA4
Miniaturrelais, 5 V, 2 x um	REL1
Sendemodul HFS868, 3 V, 868 MHz	HFS1
Jumper	JP1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print für JP1	
1 Kabeldurchführung STR-M12 x 1,5, Silbergrau	
1 Kunststoffmutter, M12 x 1,5 mm	
1 Kunststoffschraube, 2,5 x 5 mm	
1 Mutter, M5	
1 Schlauchübergangsstück	
100 cm Silikonschlauch, ø 4/6 mm	
40 mm Gewebeschauch	
1 Gehäuse G201C, IP65, kpl., bearbeitet und bedruckt	

folgt der Einbau der bedrahteten Bauelemente auf der Bestückungsseite. Hier wird mit dem Einbau der Kondensatoren begonnen. Dabei ist neben der korrekten Polung der Elektrolyt-Typen vor allem darauf zu achten, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, bevor sie verlötet werden. Die Elektrolyt-Kondensatoren C 8 und C 9 sind dabei in liegender Position zu bestücken. Die korrekte Polung des Spannungsreglers IC 2 ist durch die breite Linie im Bauteilsymbol gekennzeichnet, die am Bauteil den Kühlkörper repräsentiert. Beim

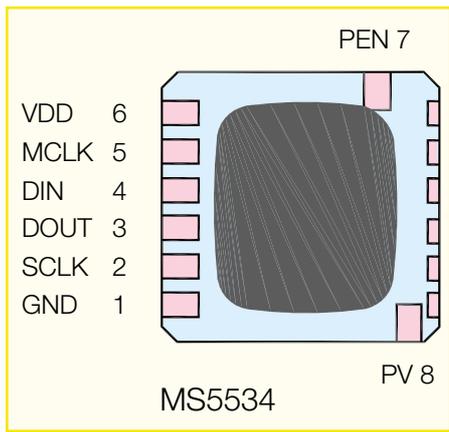


Bild 4: Pin-Belegung des Drucksensors

Einbau ist dafür zu sorgen, dass das Bauteil so tief wie möglich eingesetzt ist. Auch beim Einbau der Klinkenbuchse ist vor dem Anlöten auf die korrekte mechanische Ausrichtung zu achten.

Anschließend sind das Relais, die Klemmleiste, die Jumperstifte und die Taster zu bestücken. Auf die Jumperstifte ist dabei gleich der zugehörige Jumper aufzusetzen – zunächst in der Position „passiv“, d. h. auf die oberen beiden Kontakte.

Die LEDs sind erhöht einzubauen. Um die richtige Einbauhöhe von ca. 23 mm (von der Diodenkörper-Spitze zur Platine) zu erhalten, sind zunächst zwei jeweils 19 mm lange Gewebeschlauchabschnitte zuzuschneiden. Diese werden über die Anschlussbeine der LEDs geschoben, bevor sie – unter Beachtung der korrekten Polung natürlich – eingesetzt und verlötet werden (siehe auch Abbildung 3). Die Markierung der Polung ist durch das Pluszeichen im Bestückungsdruck gegeben. Am Bauteil ist dieser Anodenanschluss durch das längere Anschlussbein gekennzeichnet.

Der Einbau des Drucksensors DS 1 erfordert besondere Vorsicht. Der Drucksensor wird zunächst von der Bestückungsseite her so positioniert, dass die runde



Bild 5: Detailansicht zur Montage des Luftdrucksensors

Abdeckung am Sensor durch die Bohrung in der Platine fasst. Dann ist das Bauteil entsprechend auszurichten und vorsichtig zu verlöten. Die Abbildung 4 zeigt die Pin-Belegung und somit auch die Position des auf der Platine gekennzeichneten Pin 1. Wie der Luftdrucksensor fertig montiert aussieht, zeigt Abbildung 5. Zu beachten ist noch, dass die Pins 7 und 8 nicht angeflötet werden dürfen.

Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet der Einbau des Funksenders HFS 1. Die Einbaulage ist im Bestückungsdruck zu sehen. Dabei muss der Sender so tief eingesetzt und verlötet werden, dass dessen Platine auf dem Relais aufliegt. In Abbildung 3 ist dies entsprechend zu erkennen.

Damit sind die Bestückungsarbeiten abgeschlossen. Vor dem Einbau ins Gehäuse ist die Platine auf ordnungsgemäße Lötstellen und korrekte Bestückung hin zu prüfen.

Gehäuseeinbau

Wie bereits erwähnt, kommt dem Gehäuse in der Anwendung als Luftdruckschalter eine besondere Bedeutung zu. Zum einen sollte das Gehäuse recht klein sein, um leicht den erforderlichen Überdruck erzeugen zu können, zum anderen muss das Gehäuse nahezu luftdicht sein, damit die eingeblasene Luft nicht sofort wieder entweichen kann. Letzteres bedeutet, dass beim Einbau der Platine und der mechanischen Teile der Dichtigkeit besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist.

So ist zunächst die metrische Kabeldurchführung einzusetzen und mit der zugehörigen Kunststoffmutter zu befestigen. Hierbei, wie auch bei der folgenden Montage des Luftanschlusstutzens, ist die Befestigungsmutter fest anzuziehen, um eine gute Dichtigkeit zu erreichen.

Bevor der Luftanschlusstutzen eingebaut werden kann, ist hier der Gewindeanschluss zu kürzen. Da dieser aus Aluminium besteht, lässt er sich leicht auf eine verbleibende Gewindelänge von 7 mm zurechtsägen. Anschließend wird der Stutzen in die zugehörige Bohrung neben der Verschraubung eingeschraubt. Die Abbildung 6 zeigt im Detail das vorbereitete Gehäuse.

Beim Einsetzen der Platine ins Gehäuse muss die Klinkenbuchse in die zugehörige Bohrung gefädelt werden. Dies ist einfach möglich, indem die Platine schräg von der Seite „eingedreht“ wird. Dabei kann es notwendig sein, den stehenden Spannungsregler ein wenig nach vorne zu biegen. Liegt die Platine korrekt im Gehäuse, wird sie zunächst mit der auf die Klinkenbuchse aufzuschraubenden Rändelmutter ausgerichtet und dann mit der in die Befestigungsbohrung einzuschraubenden selbst-



Bild 6: Detailansicht zur Montage der Kabeldurchführung und des Luftanschlusstutzens

schneidenden Kunststoffschraube fixiert. Vor dem Aufschrauben des Deckels ist dieser noch mit der zugehörigen Dichtung zu versehen. Das Aufstecken des Silikonkautschuk-Schlauches auf den Schlauchstutzen schließt die Aufbauarbeiten ab, und es erfolgt die erste Inbetriebnahme.

Inbetriebnahme

Da keine Abgleichpunkte vorhanden sind, beschränkt sich die Inbetriebnahme auf eine Funktionskontrolle. Dazu wird die Schaltung über die DC-Buchse mit einer Gleichspannung im Bereich von 8 V bis 16 V versorgt, beispielsweise über ein 12-V-Steckernetzgerät.

Anschließend ist die metrische Kabeldurchführung durch einfaches Zuschrauben der Kabelklemmung abzudichten. Mit dem folgenden ersten Funktionstest wird auch gleichzeitig die Dichtigkeit des Gehäuses geprüft. Ein kurzes Hineinblasen in den angeschlossenen Schlauch muss dabei einen Schaltvorgang auslösen, den die grüne LED auch anzeigt.

Um die Funktion des FS20-Sendeteiles zu testen, ist zunächst ein entsprechender Aktor, z. B. ein FS20-Funkschalter FS20-ST, in den Anlernmodus zu bringen (dazu ist die Bedienungsanleitung des Funkschalters zu beachten). Ist der Aktor bereit zum Anlernen seines Senders, ist am Luftdruckschalter ein Schaltvorgang auszulösen; der Funkschalter muss dann darauf reagieren und auch entsprechend seinen Schaltzustand ändern.

Einziger Schwachpunkt hinsichtlich der Luftdichtigkeit ist die Klinkenbuchse. Bei eingestecktem Klinkenstecker ist diese aber ausreichend dicht. Hier ist ein leichter Luftverlust normal. Ist der Luftverlust zu groß, so dass kein Schaltvorgang ausgelöst wird, sind der Sitz der Rändelmutter und des angeschlossenen Klinkensteckers zu prüfen.

Damit sind auch Aufbau und Inbetriebnahme des Luftdruckschalters APS 100 abgeschlossen, und das Gerät kann, wie im Abschnitt „Installation und Bedienung“ beschrieben, betrieben werden. 