



Vorbeugen
ist besser

FS20-Bodenfeuchtesensor

Der FS20-Bodenfeuchtesensor dient zur automatischen Steuerung einer Garten-Bewässerungspumpe oder eines Magnetventils in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte. Der Sensor ermittelt die aktuelle Bodenfeuchte und arbeitet als Sender im FS20-System, um z. B. einen FS20-Funkschalter im Stecker-Steckdosen-Gehäuse zu steuern. Aufgrund des kapazitiven Messverfahrens ist der Sensor äußerst robust, verschleiß- und wartungsfrei.

Allgemeines

Eine automatische Bewässerung ist am sinnvollsten, wenn die Steuerung in Abhängigkeit von der tatsächlich vorherrschenden Bodenfeuchte erfolgt. Die Messung der Bodenfeuchte ist allerdings keine triviale

Aufgabe, da verschiedenste Faktoren einen negativen Einfluss auf die Messung haben. Der Einfluss ist bei den physikalischen Messverfahren, deren Sensorelektroden ständig mit dem Boden und der vorhandenen Feuchte in Berührung kommen, am höchsten, während unser kapazitives Messverfahren hinsichtlich der Störbeeinflussung sehr unkritisch ist.

Widerstands- oder Leitwertmessung

Bei der häufig genutzten resistiven Messung des elektrischen Widerstands oder des Leitwerts ist das Messergebnis wesentlich abhängig von der Bodenbeschaffenheit und dem Salzgehalt im Boden. Hinzu kommt der hohe mechanische Verschleiß der Messelektroden, da diese ständig mit der feuchten Erde in Berührung sind. Selbst vergoldete Elektroden haben nur eine sehr begrenzte Lebensdauer.

Verbreitet sind auch Sensoren zur Leitwertmessung, deren Elektroden mit einem Gipsblock umhüllt sind, um den störenden Einfluss der Bodensalze (z. B. Düngemittel) zu verringern. Aber auch diese Sensoren haben aufgrund von Korrosionseinflüssen nur eine sehr begrenzte Lebensdauer und sind nach ca. einem Jahr nicht mehr einsetzbar.

Messverfahren:	kapazitiv
Messfrequenz:	50–500 kHz
Messintervall:	30 Min.
Schaltsschwelle:	über 2 interne Taster konfigurierbar
Funk-Sendekanäle:	2, getrennt konfigurierbar
Funk-Sendefrequenz:	868,35 MHz
Funkreichweite:	bis zu 100 m (Freifeld)
Anzeigen:	LED für FS20-Programmierung und Quittungssignal, 2 LEDs für den Abgleich der Feuchteschwelle
FS20-Programmierung/Konfiguration:	über 4 interne Taster
Spannungsversorgung:	3x Mignon, 1,5 V (AA/LR6)
Stromaufnahme:	<100 uA
Batterielebensdauer:	ca. 3 Jahre
Umgebungstemperatur:	-20 bis +40°C
Gehäuseschutzart:	IP 65
Abm. Sendeeinheit/Sensor:	115 x 90 x 55 mm/215 x 32,5 mm

Saugspannungsmessung mit einem Tensiometer

Eine klassische Methode zur Messung der Bodenfeuchte ist die Saugspannungsmessung mit Hilfe eines Tensiometers. Mit einem mechanisch arbeitenden Tensiometer wird praktisch die Kraft gemessen, die eine Pflanze aufbringen muss, um das Wasser aus dem Boden zu ziehen.

Das Funktionsprinzip beruht auf einer luftdicht abgeschlossenen porösen Keramikzelle (Porendurchmesser ca. 1 μm), die innen mit Wasser oder einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt ist. Zur Kontrolle des Füllstandes dient ein auf der Keramikzelle aufgesetztes durchsichtiges Kunststoffrohr. Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Bodenfeuchte-Tensiometers.

Bei Austrocknung des Bodens wird aus der Keramikzelle so viel Wasser gezogen, bis ein Gleichgewicht zum umgebenden Boden entsteht. Durch die Saugkraft des Bodens entsteht in der Keramikzelle ein Unterdruck, der mit Hilfe eines auf dem Tensiometer aufgesetzten Manometers oder mit einem Drucksensor gemessen wird. Der Unterdruck als Maß für die Feuchtigkeit wird in hPa (Hektopascal) gemessen, wobei 1 hPa einer Wassersäule von 1 cm entspricht. Mit der angezeigten Kraft wird quasi das Wasser im Boden festgehalten und Pflanzen müssen zur Wasseraufnahme diese Kraft überwinden. Bei hoher Umgebungsfeuchte verläuft der Vorgang in umgekehrter Richtung. Tensiometer müssen gewartet werden, da bei trockenen Böden immer Wasser verbraucht wird.

Tensiometer liefern sehr gute Messergebnisse, sind zur Steuerung einer Bewässerung im Privatbereich aber zu teuer und zu wartungsintensiv.

Kapazitive Bodenfeuchte-Messung

Das kapazitive Messverfahren ermöglicht einen völlig wartungsfreien und extrem langlebigen Sensor, da bei den Messelektroden kein galvanischer Kontakt zum umgebenden Boden erforderlich ist. Der hermetisch verschlossene Sensor unterliegt praktisch keinem Verschleiß und ist somit ideal für eine langlebige automatische Bewässerungssteuerung. Im Boden

vorhandene Salze haben einen geringeren Einfluss als bei der resistiven Messmethode und durch einen Abgleich der Schaltschwelle kann leicht eine Anpassung an die individuellen Gegebenheiten erfolgen.

Bei der kapazitiven Messmethode bilden die Sensorelektroden die Platten eines Kondensators und der Boden das Dielektrikum des Kondensators. Die Dielektrizitätskonstante ändert sich dann mit der Feuchtigkeit des Bodens und somit die Kapazität des Kondensators. Der Kondensator ist wiederum das frequenzbestimmende Bauelement eines Oszillators, dessen Frequenz sich dann in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte ändert.

Weitere Messmethoden

Eine weniger verbreitete Messmethode ist die feuchteabhängige Messung der Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Die Methode basiert darauf, dass ein feuchter Boden einem Heizelement mehr Wärme entzieht als trockene Erde.

Für Bewässerungssteuerungen unpraktikabel sind Methoden, die auf der Strahlungsreflexion im Infrarotbereich und auf der Messung des Gewichtes basieren.

Bedienung und grundsätzliche Funktion des FS20 BF

Der FS20-Bodenfeuchtesensor besteht aus dem hermetisch gekapselten Sensorelement und der Elektronik, die in einem spritzwassergeschützten Gehäuse (Schutzklasse IP 65) untergebracht ist. Die 50 cm langen Sensorleitungen werden über wasserdichte Kabelverschraubungen in das Elektronikgehäuse geführt.

Die batteriebetriebene Elektronik sendet einen Einschaltbefehl, sobald die Bodenfeuchte eine konfigurierbare Feuchteschwelle unterschreitet. Gemessen wird dabei im 30-Minuten-Raster und die Bewässerungsdauer steuert üblicherweise der FS20-Timer, d. h. nach Ablauf des Timers wird automatisch abgeschaltet. Ist bei der nächsten Messung der Boden immer noch zu trocken, wird ein neuer Einschaltbefehl gesendet und die Bewässerung für die Dauer des Timerlaufs wieder aktiviert.

Durch diese Vorgehensweise kommt es nicht zur Überwässerung, da genug Zeit bleibt, damit das Wasser in den Boden sickern kann, und eine Schalthysterese sorgt für zuverlässige Schaltbedingungen. Ohne Timer-Konfiguration sendet das Gerät bei entsprechender Konfiguration bei einer ausreichenden Bodenfeuchte nach der nächsten Messung einen Ausschaltbefehl.

Zur FS20-Konfiguration und zur Einstellung der gewünschten Bodenfeuchteschwelle verfügt das Gerät gehäuseintern über insgesamt 6 Taster und 3 Status-LEDs. Dabei dienen die 4 in einem Block angeordneten Taster TA 1 bis TA 4 (Bild 2), wie allgemein im FS20-System üblich, zur FS20-Konfiguration. Mit Hilfe der Taster TA 5 und TA 6 wird die Schaltschwelle eingestellt und die beiden darüber angeordneten LEDs (D 5 und D 6) zeigen die Bodenfeuchte in Abhängigkeit von der Schaltschwelle an.

Da es sich um ein batteriebetriebenes Gerät handelt, sind im normalen Betrieb die LEDs D 5 und D 6 nicht aktiv. Sobald eine der beiden Einstelltasten (TA 5 oder TA 6) betätigt wird, zeigen die LEDs an, ob die aktuell gemessene Bodenfeuchte unterhalb oder oberhalb der Schaltschwelle für die Bewässerung liegt (gelbe LED = Boden zu trocken, grüne LED = Bodenfeuchte ausreichend).

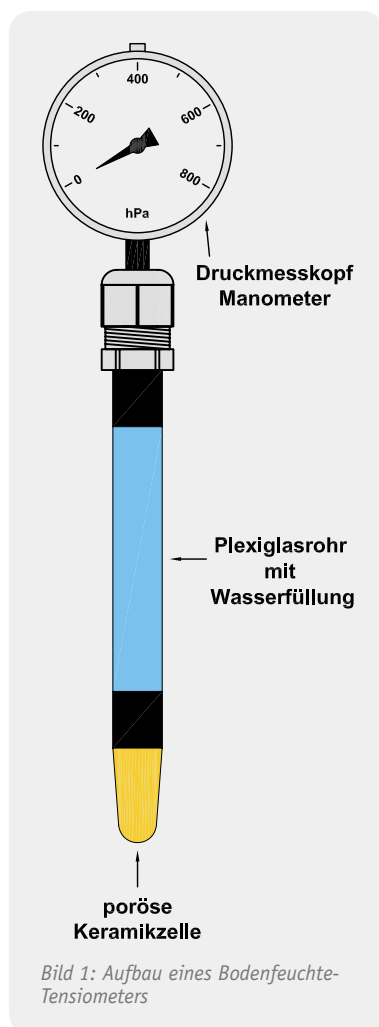


Bild 1: Aufbau eines Bodenfeuchte-Tensiometers

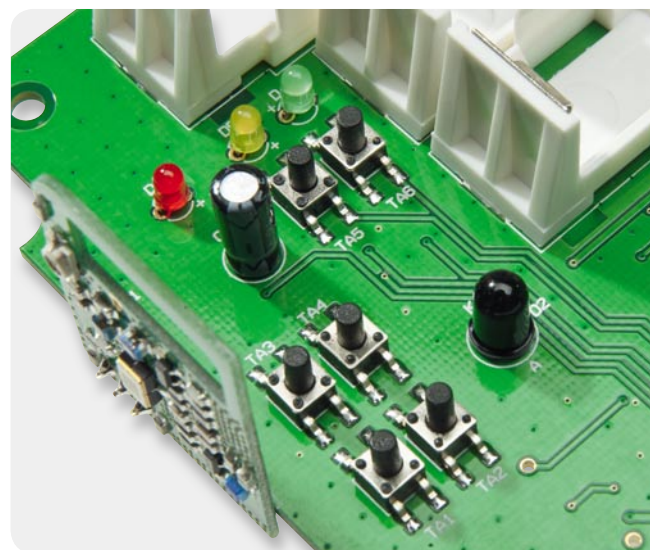


Bild 2: Bedien- und Anzeigeelemente

Die Konfiguration kann am besten vorgenommen werden, wenn die aktuelle Bodenfeuchte der gewünschten Schaltschwelle entspricht, wobei insgesamt 37 Abstufungen zur Verfügung stehen.

Leuchtet nun bei einer der Schaltschwelle entsprechenden Bodenfeuchte die grüne LED, so ist TA 5 so oft zu betätigen, bis ein Wechsel von Grün nach Gelb erfolgt. Die Schaltschwelle entspricht dann genau der aktuellen Bodenfeuchte.

Leuchtet unter den gleichen Betriebsbedingungen (Bodenfeuchte entspricht der gewünschten Schaltschwelle) bereits die gelbe LED, so ist TA 6 so oft zu betätigen, bis ein Wechsel von Gelb nach Grün erfolgt. Mit einer kurzen Betätigung von TA 5 (gelbe LED leuchtet wieder) hat man dann die genaue Schaltschwelle definiert.

15 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung wird der Einstellmodus automatisch verlassen und der eingestellte Schwellwert abgespeichert. Die Konfiguration bleibt dauerhaft erhalten, d. h. auch nach einem Spannungsausfall.

Schnell-Inbetriebnahme mit Werkseinstellungen

Der FS20 BF ist mit den Werkseinstellungen und nach der o. g. Konfiguration der Schaltschwelle sofort betriebsbereit. Den Empfängern sind lediglich nach den FS20-Konventionen der Hauscode (zufällig) und die Adresse (Kanal 1: 11 11; Kanal 2: 11 12) zu übermitteln. Dazu ist der jeweilige Empfänger entsprechend seiner Bedienungsanleitung in den Programmiermodus zu versetzen und danach sind für Kanal 1 Taste 1 oder 2 und für Kanal 2 Taste 3 oder 4 am FS20-Bodenfeuchtesensor (FS20 BF) gleichzeitig zu betätigen.

Sobald die FS20-Status-LED am Empfänger verlischt, hat dieser die Codierung empfangen.

Mit Hilfe der gehäuseinternen FS20-Tasten kann man die Schaltfunktionen durch kurzes Drücken der Tasten 2 oder 1 (Kanal 1 Ein/Aus) bzw. der Tasten 4 oder 3 (Kanal 2 Ein/Aus) schnell und einfach testen. Dabei müssen die zugeordneten Empfänger ein- und ausschalten.

Bei jedem Aussenden eines Befehls leuchtet die FS20-Status-LED (D 3) kurz auf. Danach ist das Gerät bereits in der Werkseinstellung betriebsbereit.

Tabelle 1 zeigt die Konfiguration des Gerätes in der Werkseinstellung.

Weitere Konfigurationsmöglichkeiten

Eine ausführliche Beschreibung aller FS20-Funktionen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen und ist daher in der jedem Bausatz beiliegenden Bedienungsanleitung zu finden. An dieser Stelle sollen die weiteren Konfigurationsmöglichkeiten nur kurz erwähnt werden.

Die grundsätzlichen FS20-Konfigurationsmöglichkeiten und Tastenfunktionen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Einordnung in das FS20-Adress-System

Zunächst ist die Einordnung in das FS20-Code- und Adress-System zu nennen. Hauscode und Adressen werden mit den vier Tasten im Dialog mit den Statusmeldungen der LED D 3 eingestellt.

Schaltschwellen definieren

Auch die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Sendens von Schaltbefehlen bzw. welche Schaltbefehle überhaupt ausgesendet werden sollen, ist hierüber für jeden Kanal getrennt einstellbar. Will man z. B. nur einen Kanal nutzen, sollte man das Aussenden von Schaltbefehlen für den zweiten Kanal deaktivieren. Dabei stehen folgende Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl:

- nur Einschaltbefehl aussenden
- nur Ausschaltbefehl aussenden
- Ein- und Ausschaltbefehl aussenden
- keinen Schaltbefehl senden (deaktiviert)

Empfänger-Timer programmieren

Eine wichtige Funktion ist beim FS20 BF die Programmierung der internen Timer der FS20-Empfänger, denn hierdurch wird nach jeder Messung die Bewässerungsdauer festgelegt.

Tabelle 1

Werkseinstellungen

Adresse Kanal 1	11 11
Adresse Kanal 2	11 12
Kanal 1 aktiviert?	ja
Kanal 2 aktiviert?	nein
Sendebefehl Taste 1 (Kanal 1)	12 (Aus)
Sendebefehl Taste 2 (Kanal 1)	34 (Ein für die Einschaltdauer, danach Aus)
Sendebefehl Taste 3 (Kanal 2)	12 (Aus)
Sendebefehl Taste 4 (Kanal 2)	12 (Aus)
Einschaltdauer Kanal 1 und 2	44 21 (1 Minute)
Hauscode	Zufallscode
Sollfeuchtigkeit	100 (Werte zwischen 20 und 200 möglich, in 5er-Schritten)

Tabelle 2

Tastenfunktionen des FS20 BF

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, <5 s	>1 s, <5 s			Timeset (für Empfänger) Kanal 1
		>1 s, <5 s	>1 s, <5 s	Timeset (für Empfänger) Kanal 2
	5s			Einschaltdauer Kanal 1 (Befehl 1/2)
			5s	Einschaltdauer Kanal 1 (Befehl 3/4)
5s				Kanal 1 aktivieren/deaktivieren*
		5s		Kanal 2 aktivieren/deaktivieren*
5s	5s			Adresse Kanal 1
		5s	5s	Adresse Kanal 2
5s		5s	5s	Sendebefehl 1 wählen/deaktivieren
	5s	5s	5s	Sendebefehl 2 wählen/deaktivieren
5s	5s	5s		Sendebefehl 3 wählen/deaktivieren
5s	5s		5s	Sendebefehl 4 wählen/deaktivieren
5s		5s		Hauscode einstellen
	5s		5s	Werkseinstellungen wiederherstellen bzw. FS20-IRP-Programmierung einleiten

*Deaktivierung gilt nur für das automatische Senden von Befehlen, nicht für das Senden durch die Tasten

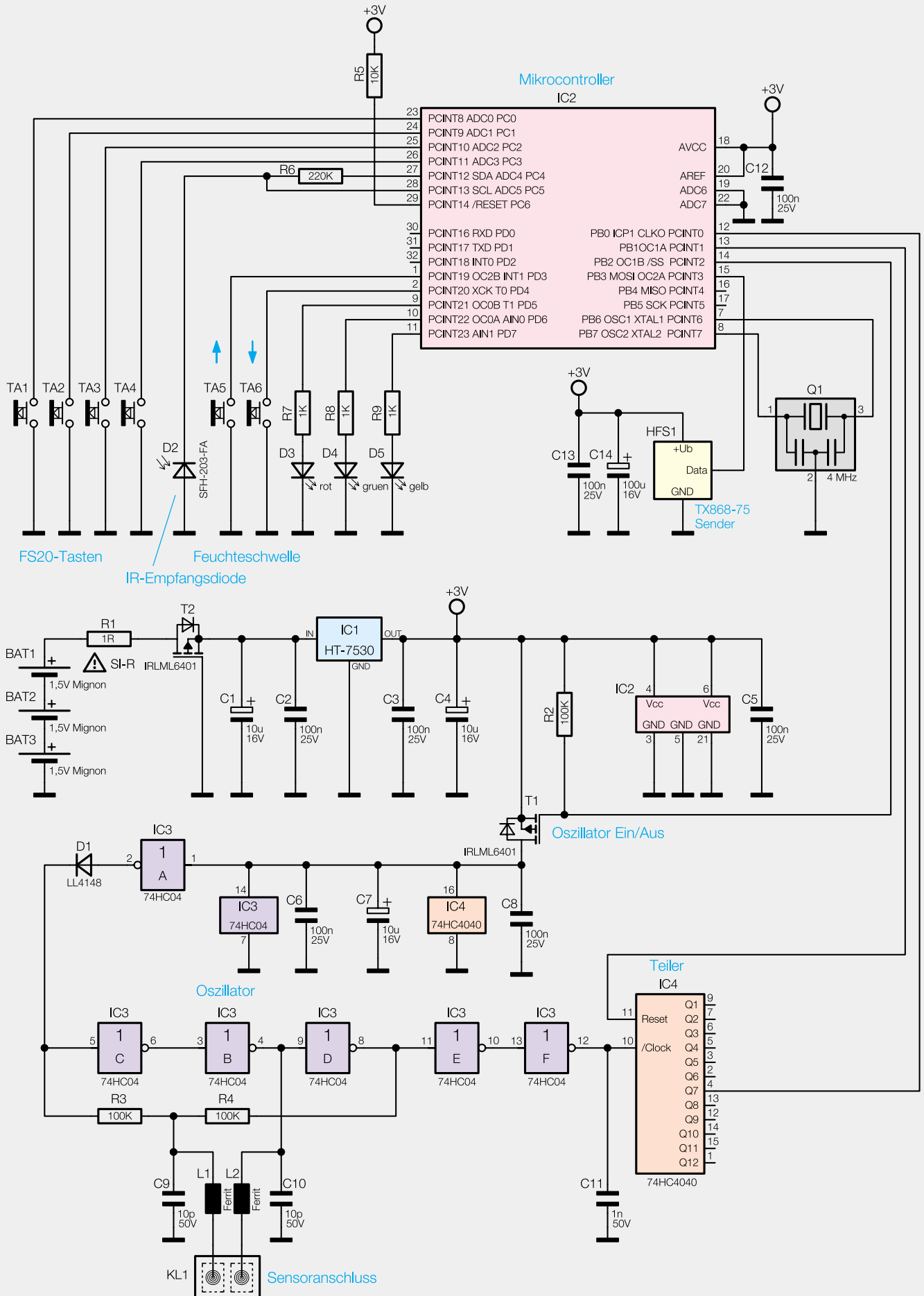


Bild 3: Schaltbild des FS20-Bodenfeuchtesensors

Nach der Konfiguration und dem Verschließen des Gehäuses ist der Bodenfeuchtesensor einsatzbereit.

Schaltung

In Bild 3 ist die Schaltung des FS20 BF zu sehen, wobei sich der Schaltungsaufwand in Grenzen hält, da der Mikrocontroller IC 2 (im oberen Bereich des Schaltbildes) alle wesentlichen Aufgaben übernimmt. Im unteren Schaltungsbereich ist der Oszillator zu sehen, dessen Frequenz durch die Kapazität des Sensors bestimmt wird.

Betrachten wir zuerst die Oszillatorschaltung, die mit Hilfe des Gatter-ICs IC 3 realisiert wurde und wobei die Gatter IC 3 B, C, D aufgrund der Beschaltung mit R 3 und R 4 im linearen Betrieb arbeiten. Die Schwingfrequenz des Oszillators wird durch die an KL 1 angeschlossene Kapazität bestimmt, wobei die Kondensatoren C 9 und C 10 sowie die Ferrite L 1 und L 2 ausschließlich zur hochfrequenten Störunterdrückung dienen.

Der Oszillator startet nach Anlegen der Betriebsspannung über T 1 und wenn der Ausgang von IC 3 A von „high“ nach „low“ wechselt. Die normalerweise nicht erforderlichen Gatter IC 3 E und F sind als Ausgangspuffer beschaltet. Da der Oszillator mit einer relativ hohen Frequenz schwingt, wird das in der Frequenz zur Bodenfeuchte proportionale Ausgangssignal für den Mikrocontroller mit Hilfe des Zählerbausteins IC 4 heruntergeteilt. Letztendlich gelangt das Ausgangssignal auf Port PB 0 des Mikrocontrollers.

Die erforderliche externe Beschaltung des Mikrocontrollers (IC 2) ist sehr übersichtlich. Der Controller steuert über Port PB 3 (Pin 15) direkt das im 868-MHz-ISM-Band arbeitende Sendemodul.

Mit den Tasten TA 1 bis TA 4, angeschlossen an Port PC 0 bis Port PC 3, erfolgt die FS20-Konfiguration. Es können FS20-Empfänger auf

zwei Kanälen angelernet und direkt ein- und ausgeschaltet werden. Außerdem kann mit diesen Tasten eine Reihe von Programmierungen am Gerät vorgenommen werden. Da die Ports über interne „Pull-ups“ verfügen, ist keine weitere Beschaltung erforderlich.

Die vom Controller (Port PD 5) über R 7 angesteuerte Leuchtdiode D 3 dient zur FS20-Programmierung und zur FS20-Statusanzeige (FS20-LED) und die an Port PD 6 und PD 7 angeschlossenen LEDs zeigen die Bodenfeuchte bzw. Schaltschwelle an.

Die über R 6 vom Controller mit Spannung versorgte und an Port PC 5 angeschlossene Infrarot-Diode D 2 dient zur Programmierung des Gerätes mit Hilfe des FS20 IRP bzw. IRP 2, wodurch die komplette Konfiguration dann sehr komfortabel mit Hilfe eines PC-Programms vorgenommen werden kann. Die Infrarot-Signale des FS20 IRP werden empfangen und in elektrische Signale für den Controller gewandelt. Gültige Daten speichert der Controller dann im RAM und dauerhaft im internen EEPROM.

Zur Spannungsversorgung des FS20 BF dienen 3 Mignonzellen (BAT 1 bis BAT 3).

Über R 1 und den zum Verpolungsschutz dienenden FET (T 2) gelangt die Spannung auf den Spannungsregler IC 1, der ausgangsseitig stabilisiert 3 V liefert.

Am Eingang des Spannungsreglers dient C 1 zur

Pufferung und am Ausgang C 4 zur Schwingneigungsunterdrückung. Die an den Versorgungspins der einzelnen ICs angeordneten Kondensatoren und die Kondensatoren C 2 und C 3 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

Nachbau

Der größte Teil der Elektronik des FS20-Bodenfeuchtesensors ist in SMD-Ausführung realisiert und bereits werkseitig vorbestückt. Da von Hand nur noch wenige Komponenten in bedrahteter Bauform zu verarbeiten sind, ist der praktische Aufbau der Elektronik recht schnell erledigt und der hermetisch abgedichtete Sensor wird fertig mit Anschlusskabel geliefert.

Die Bestückungsarbeiten beginnen wir mit den Elektrolyt-Kondensatoren, wobei jedoch Vorsicht geboten ist, da falsch gepolte Elkos auslaufen oder so-

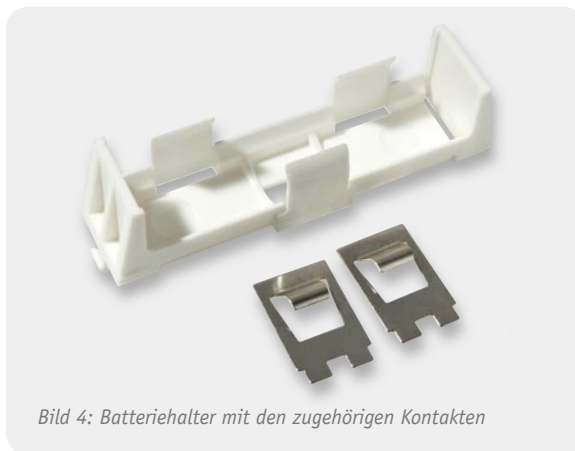


Bild 4: Batteriehalter mit den zugehörigen Kontakten

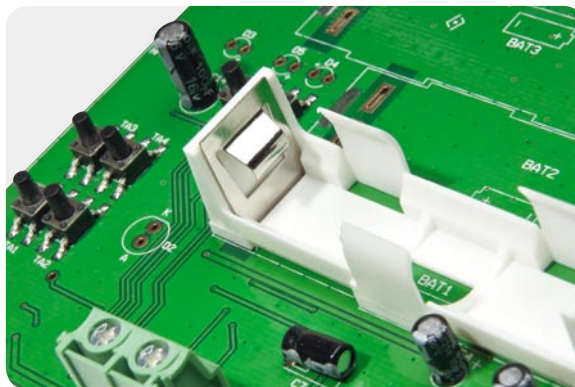


Bild 5: Montage der Batteriehalter

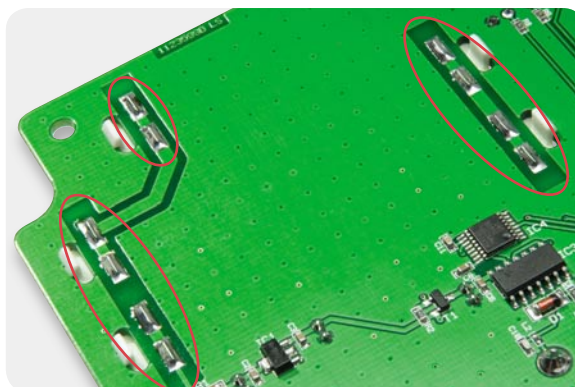


Bild 6: Verlöten der Batteriekontakte

gar explodieren können. Im Bestückungsdruck ist der Plus-Anschluss und am Bauteil der Minus-Anschluss gekennzeichnet. Des Weiteren ist zu bedenken, dass C 7 in liegender Position einzulöten ist.

Bei der Infrarotdiode D 2 und den Leuchtdioden D 3 bis D 5 ist ebenfalls die korrekte Polarität zu beachten. Am jeweiligen Bauteil ist die Polarität am längeren Anodenanschluss (+) zu erkennen.

Bei den bedrahteten Bauelementen sind alle überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite mit einem scharfen Seitenschneider abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Schraubklemme KL 1 zu bestücken. Vor dem Festsetzen mit ausreichend Lötzinn ist darauf zu achten, dass dieses Bauteil plan auf der Platinoberfläche aufliegt. Bei der Bestückung ist zu beachten, dass die Kabelöffnungen zur Geräteinnenseite weisen müssen.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt das Einrasten der Kunststoff-Batteriehalter (Bild 4), wobei darauf zu achten ist, dass das Batterie-Symbol in der Mitte der Batteriehalter sichtbar bleibt (Bild 5). Danach sind nacheinander die Batteriekontakte einzusetzen und mit ausreichend Lötzinn an der Platinenunterseite zu verlöten (Bild 6).

Jetzt bleibt nur noch das 868-MHz-Sendemodul zu bestücken. Das Modul ist entsprechend Bild 7 und Bild 8 seitlich im rechten Winkel an die Basisplatine anzulöten. Beim Verlöten der Anschlüsse ist sorgfältig darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse entstehen.

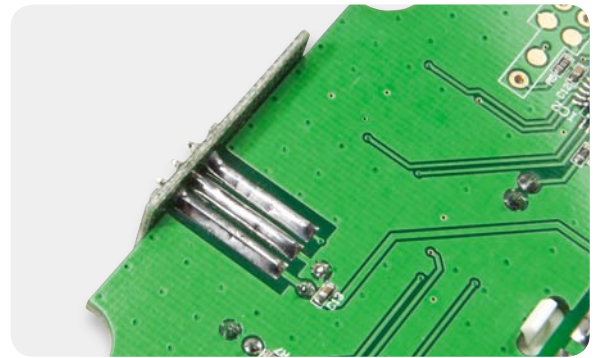
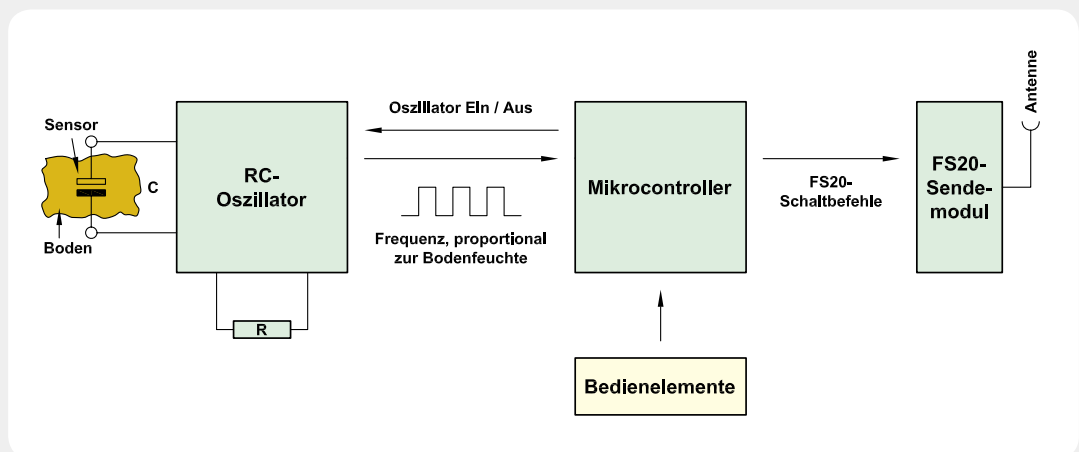


Bild 7: Anlöten des Sendemoduls an die Basisplatine



Bild 8: Beim Anlöten des Sendemoduls ist auf eine rechtwinklige Ausrichtung zu achten.



FS20-Bodenfeuchtesensor

Die meisten Sensoren zur Erfassung der Bodenfeuchte erfordern eine galvanische Verbindung der Sensorelektroden mit der umgebenden Erde und aufgrund der dadurch entstehenden Korrosion ist die Lebensdauer nur sehr begrenzt. Selbst beim Einsatz bester Materialien kann unter diesen Voraussetzungen kein langlebiger Sensor realisiert werden. Bei dem im FS20-Bodenfeuchtesensor eingesetzten kapazitiven Messverfahren hingegen ist kein galvanischer Bodenkontakt erforderlich und somit die Sensor-Lebensdauer quasi unbegrenzt.

Das Funktionsprinzip ist einfach, da die Sensor-

elektroden die Platten eines Kondensators bilden, die hermetisch gegen Feuchtigkeit gekapselt sind. Der umgebende Boden stellt das Dielektrikum dieses Kondensators dar und dessen Dielektrizitätskonstante (und somit die Kapazität) ändert sich in Abhängigkeit zur Bodenfeuchte.

Wie in der Zeichnung zu sehen, gehört der Kondensator wiederum zu den frequenzbestimmenden Bauteilen eines RC-Oszillators. Die Ausgangsfrequenz des Oszillators ist somit direkt abhängig von der Bodenfeuchte.

Der nachfolgende Mikrocontroller wertet die Frequenz aus und überträgt, abhängig von der konfigurierten Schaltschwelle, einen Schaltbefehl zum FS20-Sendemodul.

Nach einer gründlichen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern erfolgt der Einbau der Leiterplatte (Bild 9) in das Gehäuse.

Gehäuseeinbau

Zum Einbau der Elektronik steht ein staub- und spritzwassergeschütztes Gehäuse nach Schutzart IP 65 zur Verfügung. Durch eine umlaufende Nut mit Neopren-Dichtung im Gehäusedeckel ist die Elektronik vor Umwelteinflüssen geschützt.

Die Wandbefestigung kann ohne Einschränkung der Schutzart von der Frontseite erfolgen, da die Befestigungsbohrungen genau wie die Deckelverschraubungen außerhalb des durch die Neopren-Dichtung gesicherten Bereichs angeordnet sind.

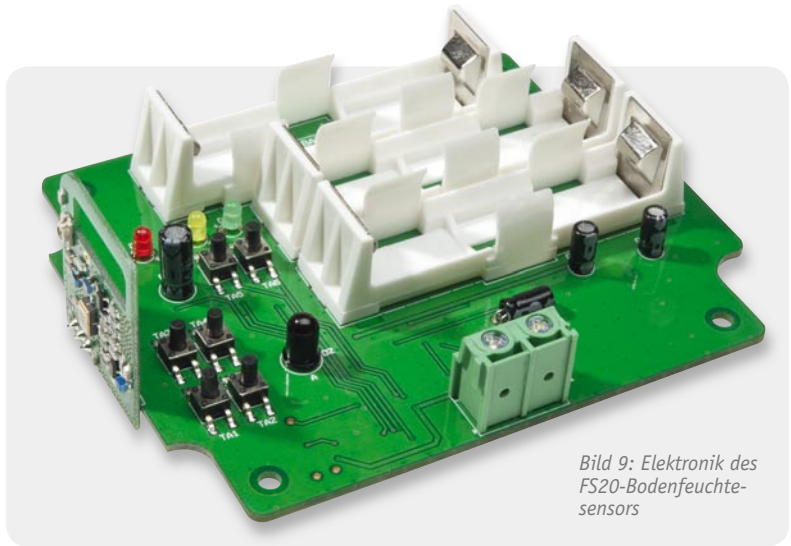


Bild 9: Elektronik des FS20-Bodenfeuchte-sensors

Widerstände:

Sicherungswiderstand 1 Ω /SMD/1206	R1
1 k Ω /SMD/0603	R7–R9
10 k Ω /SMD/0603	R5
100 k Ω /SMD/0603	R2–R4
220 k Ω /SMD/0603	R6

Kondensatoren:

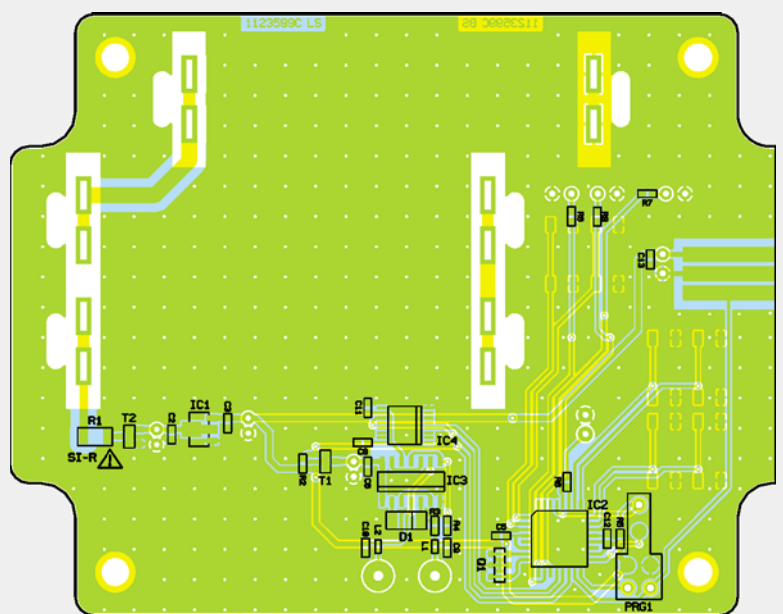
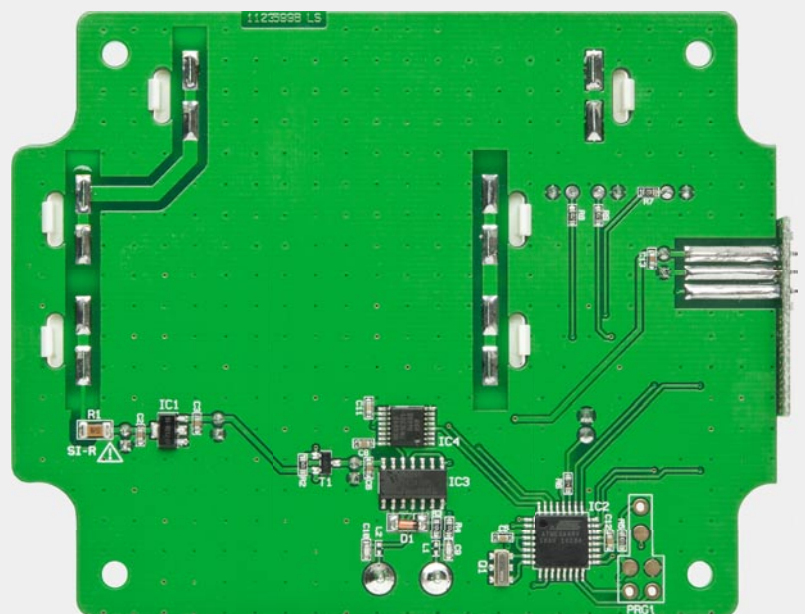
10 pF/SMD/0603	C9, C10
1 nF/SMD/0603	C11
100 nF/SMD/0603	C2, C3, C5, C6, C8, C12, C13
10 μ F/16 V	C1, C4, C7
100 μ F/16 V	C14

Halbleiter:

HT7530/SMD	IC1
ELV101004/SMD	IC2
74HC04/SMD	IC3
74HC4040/SMD	IC4
IRLML6401/SMD	T1, T2
LL4148	D1
SFH203FA	D2
LED, 3 mm, Rot	D3
LED, 3 mm, Grün	D4
LED, 3 mm, Gelb	D5

Sonstiges:

Chip-Ferrite, 0402	L1, L2
Keramikschwinger, 4 MHz, SMD	Q1
Sendemodul TX868-140, 868 MHz	HFS1
Schraubklemmleiste, 2-polig	KL1
Mini-Drucktaster, 1x ein	TA1–TA6
Mignon-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1–BAT3
Mignon-Batteriekontakte, print	BAT1–BAT3
50 cm Antennenleitung 240 Ω , flach	
2 Aderendhülsen, 0,5 mm ² , 6 mm lang	
2 Kabeldurchführungen STR-M12 x 1,5	
2 Kunststoffmuttern, M12 x 1,5 mm	
4 Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
1 Sensorelement (hermetisch gekapselt)	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP 65, Typ G311, komplett, bearbeitet und bedruckt, Grau	



Platine mit Blick auf die SMD-Bestückung mit zugehörigem Bestückungsplan

Die Zuführung der Sensorleitungen erfolgt durch zwei spritzwassergeschützte Kabelverschraubungen, die in die dafür vorgesehenen Bohrungen des Gehäuses zu montieren sind. Danach wird die Platine eingesetzt und mit 4 Schrauben M3 x 6 mm fest verschraubt.

Die Sensorleitungen sind entsprechend Bild 10 in das Gehäuse zu führen und an die Schraubklemme KL 1 anzuschließen. Danach werden die Kabelverschraubungen festgezogen und damit abgedichtet. Bild 11 zeigt die komplett in das Gehäuse eingebaute Elektronik.

Im Gehäusedeckel wird sorgfältig die umlaufende Neopren-Dichtung eingesetzt und auf die erforderliche Länge gekürzt. Die Dichtung darf dabei keinesfalls zu kurz abgeschnitten werden.

Der Deckel ist danach aufzusetzen und mit den zugehörigen 4 Schrauben festzusetzen.

Bild 12 zeigt den fertig aufgebauten FS20-Bodenfeuchtesensor mit angeschlossenem Sensorelement.

ELV

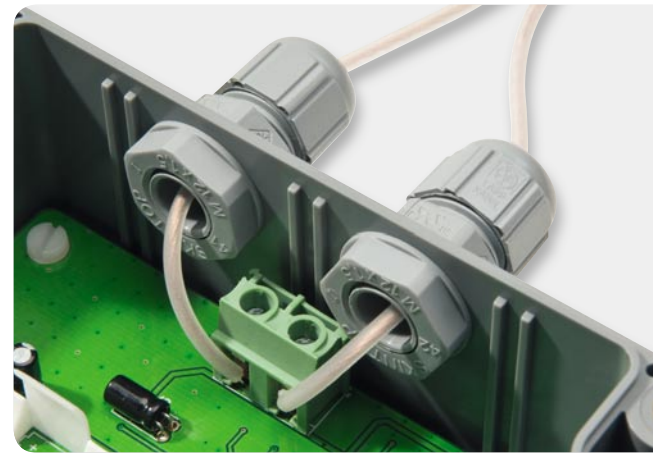


Bild 10: Einführen der Sensorleitungen in das Gehäuse

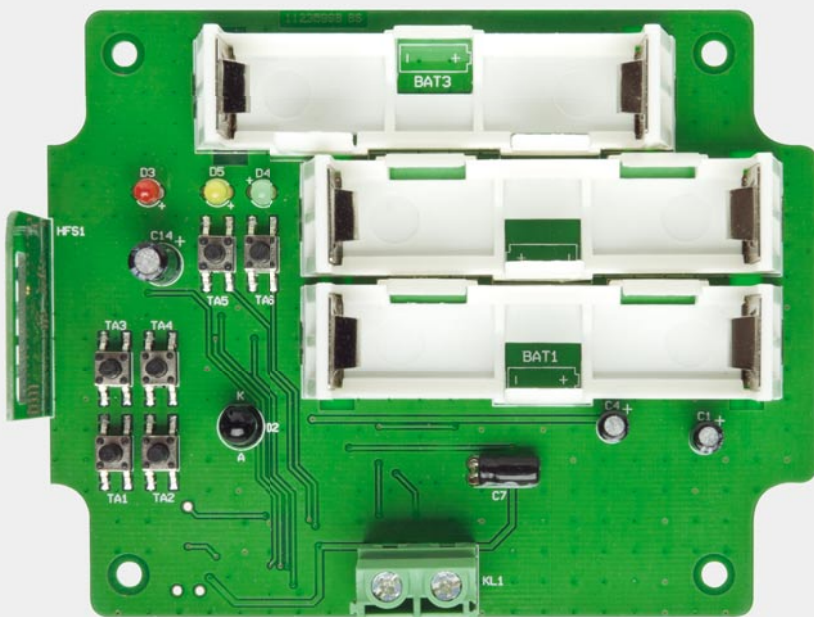
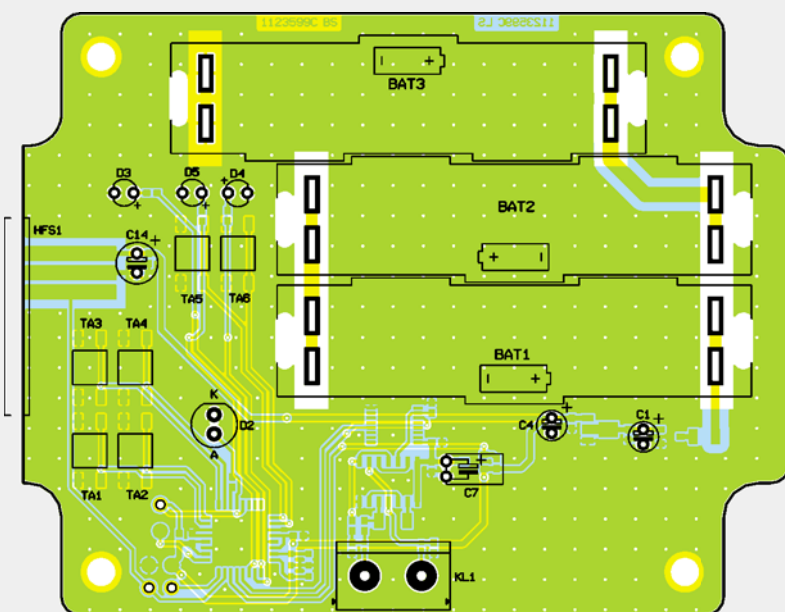


Bild 11: Im Gehäuse montierte Elektronik



Platine mit Blick auf die Oberseite mit zugehörigem Bestückungsplan



Bild 12: Fertig aufgebauter Bodenfeuchtesensor FS20 BF