



Kapazitiver Füllstandsmesser – Kontrolle von Wassertanks einfach und sicher

Wasserzisternen und große Wassertanks sind meist nicht ohne technische Hilfsmittel auf ihren Füllstand zu kontrollieren. Über den KFM 100 ist dies auf sehr einfache Weise über einen kapazitiven Sensor möglich. Dessen Daten werden per bidirektionaler Funkverbindung an das Empfangs- und Anzeigegerät übertragen.

Füllstand messen – einfach und sicher

Um den Füllstand in einer Zisterne oder einem Brunnen zu messen, gibt es eine prinzipiell einfache Methode, die sich die Kapazitätsänderung zweier parallel geführter Leitungen proportional zur Eintauchtiefe ins Wasser zunutze macht. Für dieses Messprinzip wurde der neue kapazitive Füllstandsmesser KFM 100 entwickelt. Die hier eingesetzte Kombination aus Empfangsstation und bis zu vier Mess-Stationen bildet eine effektive Methode, um gleich die Füllstände mehrerer Tanks zu messen. Dabei sind die Behälterdaten

für jeden überwachten Behälter individuell über ein einfach bedienbares Anzeigemenü einstellbar (Behälterform, Behältermaße). Die Anzeige erfolgt entweder in Litern oder in Prozent der maximalen Füllmenge. Die Sensorleitung kann in einer Länge von 1 bis 3 m eingestellt werden, ist so auch an größere Tanks anpassbar.

Die Kommunikation zwischen der Empfangs- und den Sendestationen erfolgt durch ein bidirektionales Funkprotokoll. Dieses bietet eine bestätigte und somit sichere Datenübertragung. Ebenfalls müssen die Stationen nicht über Jumper oder Ähnliches aufeinander abgestimmt werden, sondern es erfolgt eine schnelle und einfache Anlernprozedur mit eindeutiger Identifizierung. Zusätzlich zu den Messdaten wird auch der Batteriezustand jeder Sendestation zur Empfangsstation übertragen. Bei einer zu niedrigen Batteriespannung erfolgt eine entsprechende Warnung.

Die hohe Funkreichweite von bis zu 100 m bietet neben der bidirektionalen Datenübertragung eine hohe Betriebssicherheit des Mess-Systems. Kommen wir damit zur Konfiguration und Bedienung des KFM 100. Hier werden die Möglichkeiten des Füllstandsmessers noch einmal detailliert erläutert.

Technische Daten: KFM 100

Sendestation KFM 100 S:

Spannungsversorgung: 3 x LR6/AA/Mignon 1,5 V

Stromaufnahme: Sende-/Empfangsbetrieb 20 mA, Schlafmodus 0,1 mA

Abmessungen Gehäuse (B x H x T): 115 x 90 x 55 mm

Empfänger KFM 100 E:

Spannungsversorgung: 9–15 Vdc

Stromaufnahme: max. 80 mA

DC-Versorgungsanschluss: Hohlstecker \varnothing -Außen 5,5 mm, \varnothing -Innen 2,1 mm

Mögliche Anzahl von angelernten Sendestationen: 4

Protokoll: BidCoS

Reichweite: bis 100 m (Freifeld)

Abmessungen Gehäuse (B x H x T): 143 x 58 x 25 mm

Bedienung

Empfänger anlernen

Um die Sendestation KFM 100 S für die Empfangsstation nutzbar zu machen, ist eine Anlernprozedur nötig. Dazu müssen beide zu verknüpfende Geräte in den Anlernmodus gebracht werden.

Ein langer Tastendruck (5 Sekunden) des Tasters TA 1 (Modus/OK) versetzt die Empfangsstation von jedem Menüpunkt aus in den Anlernmodus. Ein dauerhaftes Blinken der roten Geräte-LED und die Displaymeldung signalisieren den Anlernmodus. Befindet sich jetzt eine Mess-Station im Anlernmodus, wird diese angelesen. Wenn kein Anlernen erfolgt, wird der Anlernmodus automatisch nach 20 Sekunden beendet.

Um die Empfangsstation in den Auslieferungszustand zurückzusetzen, ist das Gerät über die Kanaltaste im ersten Kanal in den Anlernmodus (mindestens 4 Sekunden Taste gedrückt halten) zu versetzen. Befindet sich das Gerät im Anlernmodus, ist nun erneut die Taste TA 1 für mindestens 4 Sekunden gedrückt zu halten. Schnelles Blinken der Geräte-LED und die Displaymeldung zeigen das Zurücksetzen an. Danach erfolgt automatisch ein Neustart des Geräts.

Achtung: Wenn eine Sendestation aus dem Verbund entfernt werden soll, muss die Empfangsstation ebenfalls zurückgesetzt und alle verbliebenen Sendestationen wieder an die Empfangsstation angelesen werden.

Sender anlernen

Um die Mess-Station in den Anlernmodus zu bringen, wird für ca. 1 Sekunde deren Anlerntaste TA 1 gedrückt. Im Anlernmodus blinkt die Geräte-LED orange. Dieser Vorgang kann durch kurze Betätigung der Anlerntaste abgebrochen werden, die Geräte-LED leuchtet dann rot auf. Wenn kein Anlernen erfolgt, wird der Anlernmodus automatisch nach ca. 20 Sekunden beendet.

Ein erfolgreiches Anlernen wird durch ein grünes Blinken signalisiert. Die Länge des Blinkens ist abhängig von dem Konfigurationsfortschritt. Tabelle 1 fasst noch einmal die Anzeigefunktionen der LED zusammen.

Wenn der KFM 100 S wieder in den Auslieferungszustand versetzt werden soll, muss dafür die Anlerntaste für mindestens 5 Sekunden gedrückt werden. Die LED beginnt, langsam rot zu blinken.

Dabei ist es aber auch möglich, an dieser Stelle das Zurücksetzen abzubrechen, entweder durch einen kurzen erneuten Tastendruck auf die Anlerntaste oder nach einer Wartezeit von 15 Sekunden ohne eine Tastenbetätigung. In diesen Fäl-

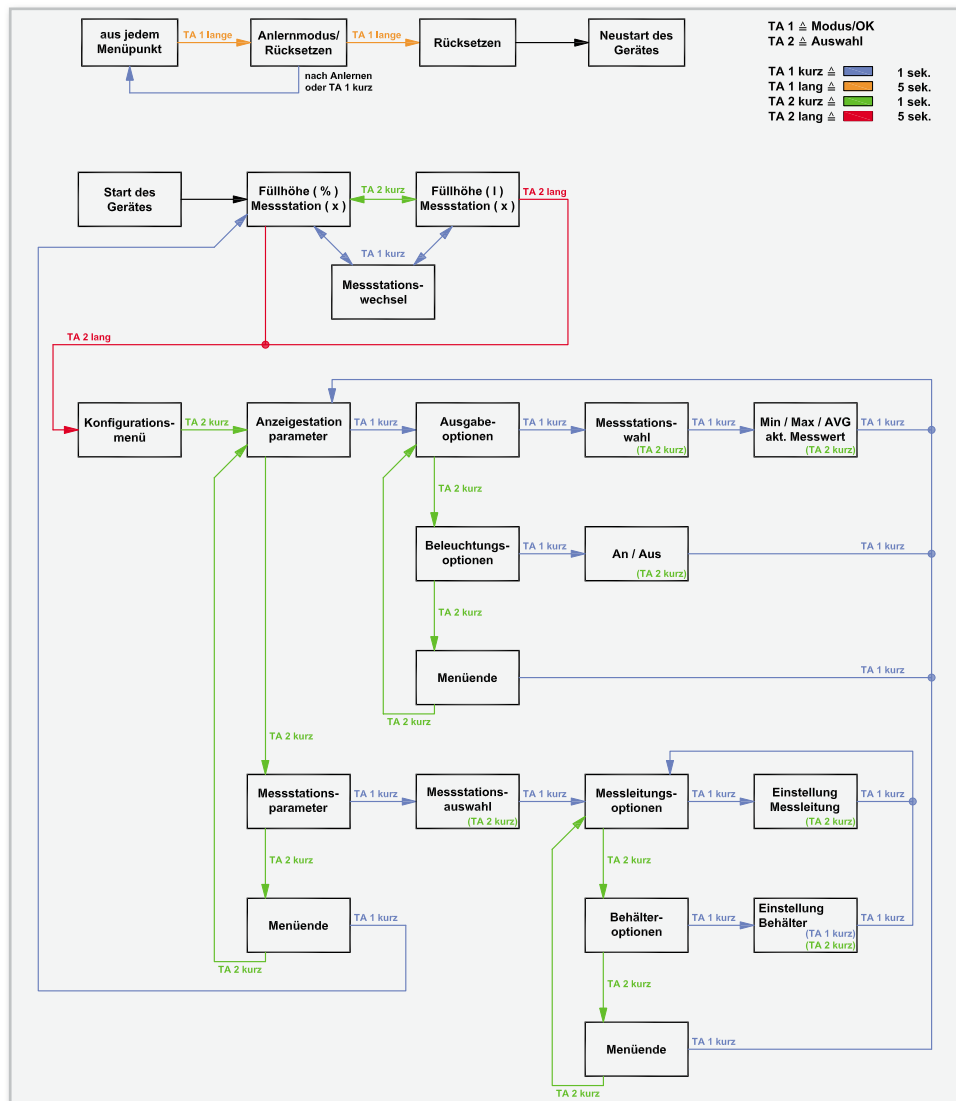


Bild 1: Die Menüstruktur des KFM 100

len wird der Abbruch des Rücksetzungsvorgangs dadurch signalisiert, dass die rot blinkende LED verlischt.

Zum Zurücksetzen der Mess-Station wird nun erneut für mindestens 5 Sekunden die Anlerntaste gedrückt. Währenddessen beginnt die LED, schneller rot zu blinken. Ein Loslassen des Anlerntasters schließt den Rücksetzvorgang ab und zur Bestätigung des Zurücksetzens leuchtet die LED für etwa 3 Sekunden dauerhaft rot auf.

Menüstruktur des KFM 100 E

Abbildung 1 zeigt die Menüstruktur des KFM 100 E. Während der Messwertausgabe lässt sich beispielsweise entweder zwischen Liter und prozentualer Füllhöhe wechseln. Daneben lässt sich u. a. für jede Mess-Station separat der maximale,

Tabelle 1: Anzeigefunktionen beim Anlernen der Mess-Station

Anzeige der Duo-LED	Erläuterung
grüne LED	Anlernen erfolgreich
rote LED	Anlernen fehlgeschlagen
oranges Blinken	Sensor im Anlernmodus

minimale, der gemittelte (AVG) oder der aktuell gemessene Messwert anzeigen. Darüber hinaus lässt sich natürlich auch die Beleuchtung des Displays schalten.

Für jede der angelernten Mess-Stationen erfolgt eine separate Einstellung der Messleitung und der Behälteroptionen. Dabei lässt sich bei den Einstellungen für die Messleitungen die entsprechende Länge mit der Taste TA 2 durch kurzen Tastendruck einstellen und per kurzen Tastendruck auf TA 1 bestätigen. Anschließend erfolgen die Eingabe der Messleitungslänge und die Kalibrierung dieser.

Die Behälterform und -maße für die jeweilige Mess-Station lassen sich ebenfalls mit kurzen Tastendrücken von TA 1 bzw. TA 2 einstellen. Dabei werden erst die Behälterform (siehe Abbildung 2) und dann gemäß Anzeige die Behältermaße eingegeben. Der komplette und detaillierte Ablauf hierzu ist in der zugehörigen Bedienungsanleitung genau erläutert.

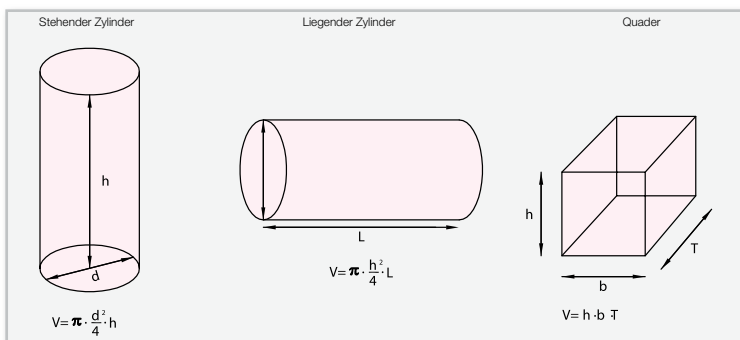


Bild 2: Auswählbare Volumenkörper

Schaltungsbeschreibung

Empfänger

Abbildung 3 zeigt die Schaltung des Empfängers. Beginnen wir mit der Spannungsversorgung. Diese erfolgt über die Hohlsteckerbuchse BU 1. Die direkt danach folgende Diode D 1 sorgt für den Verpolungsschutz. Zur Versorgung wird eine Gleichspannung im Bereich von 9 bis 15 V benötigt. Der Spannungsregler IC 2 und die Kondensatoren C 1 bis C 4 erzeugen die Betriebsspannung von 5 V, die ausschließlich zur Versorgung des LC-Displays LCD 1 dient.

Für den Mikrocontroller IC 1, das Transceiver-Modul TRX 1 und weitere Schaltungsteile wird eine 3-V-Spannung benötigt. Zur Erzeugung der 3 V sind der IC 3 vom Typ HT-7130-1 und die Kondensatoren C 5 und C 6 eingesetzt.

Im Mittelpunkt der Schaltung steht der Mikrocontroller IC 1, an den als Taktgeber der Keramikschwinger Q 1 angeschlossen ist. Die Taktfrequenz beträgt so stabile 8 MHz. Der an 3 V liegende Widerstand R 1 ist für einen sicheren Reset nach dem Anlegen der Betriebsspannung verantwortlich. An den Pins 36 und 37 des Mikrocontrollers sind die Taster TA 1 und TA 2 und deren Abblockkondensatoren C 11 und C 12 angeschlossen. C 7 bis C 10 sowie C 13 dienen der Beschaltung bzw. der Störunterdrückung des Mikrocontrollers.

Das für die Datenkommunikation verantwortliche Transceiver-Modul wird über die entsprechenden Anschlüsse des Mikrocontrollers gesteuert, R 2, C 14 und C 15 dienen hier eben-

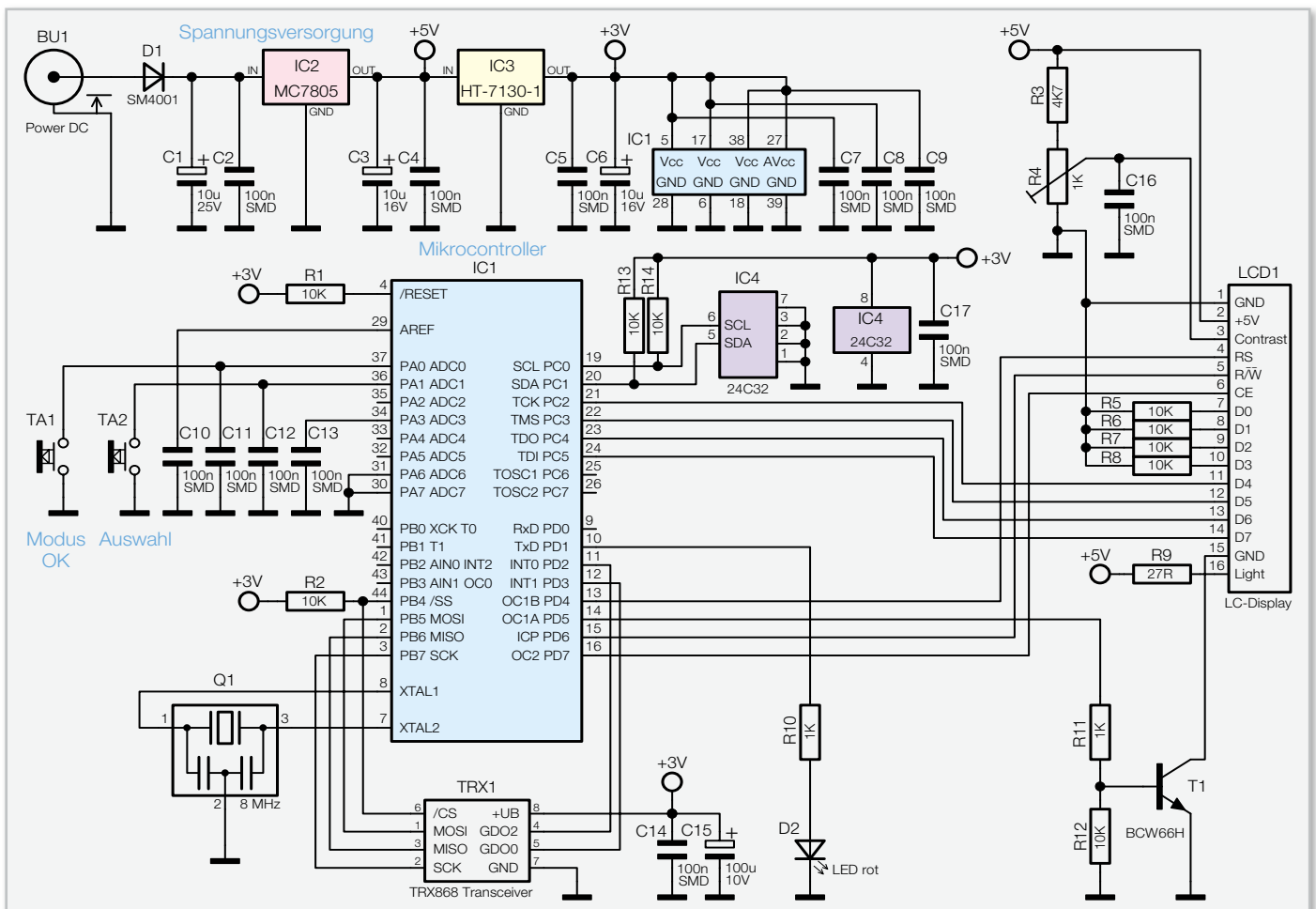
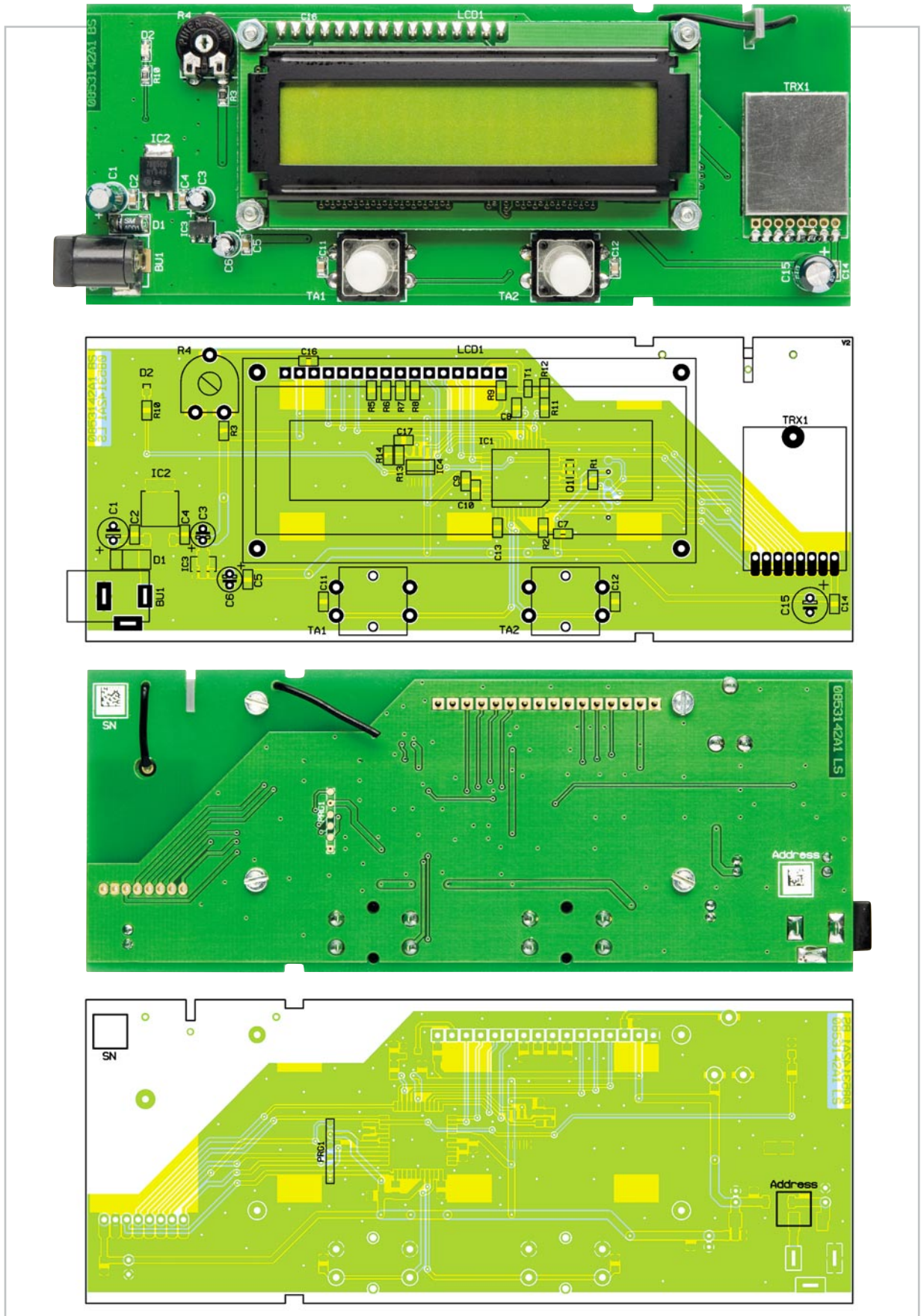


Bild 3: Das Schaltbild des Empfängers KFM 100 E



Ansicht der fertig bestückten Empfängerplatine des KFM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

C 16 und C 17 eine Störunterdrückung äußerer Einflüsse zur Aufgabe. Da die Oszillatorschaltung mit einer relativ hohen Frequenz arbeitet, wird diese durch den Zählerbaustein 74HC4040 geteilt und an den „Input Capture Pin“ ICP 1 des

Mikrocontrollers IC 1 weitergeleitet. Die Spannungsversorgung dieses Schaltungsteils erfolgt ebenfalls bedarfsgerecht über den Transistor T 2 nebst Beschaltung von R 4 und R 5, um die Batteriekapazität zu schonen.

Nachbau

Empfänger

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nach einer Kontrolle der SMD-Bestückung und der Lötstellen nur die bedrahteten Bauteile zu verarbeiten sind. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos. Zuerst sind die Elkos C 1, C 3, C 6 und C 15 zu bestücken, dabei ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten. Als Zweites folgt das Transceiver-Modul TRX 1, das gemäß dem Bestückungsdruck aufgelötet wird. Bei Aufsetzen auf die Platine ist die Antenne des Transceiver-Moduls durch die entsprechende Bohrung zu führen. Der Taster TA 1, TA 2, die Stiftleiste und der Widerstand R 4 werden von der Platinenoberseite aus montiert. Die Tasterkappen drückt man nach dem Verlöten einfach auf die Taster.

Widmen wir uns nun dem LC-Display. Zur Befestigung des Displays sind die vier Zylinderkopfschrauben (M2,5 x 12 mm) von der Lötseite aus durch die entsprechenden Bohrungen zu stecken, und dann wird die Lötseite der Platine auf eine ebene Fläche gelegt. Im nächsten Schritt sind die Distanzrollen über die Schrauben zu schieben. Nun bringt man das Display über den Schrauben in Position und legt es auf den Distanzrollen ab. Die Stifte der Stiftleiste LCD 1 müssen nun durch die vorgesehenen Lötaugen ragen. Im Anschluss wird das Display mit den vier Muttern verschraubt und erst dann die Stiftleiste an die Displayplatine angelötet. Als letzter Schritt wird der Antennenhalter an der entsprechenden Stelle getrennt und das Unterteil auf der Platine montiert. Danach führt man die Antenne durch die verbliebenen Bohrungen des Halters und auf der Platine. Abschließend erfolgen das Einsetzen der Platine in das Oberteil des Schiebegehäuses sowie das Einschleiben des Oberteils in das Gehäuseunterteil. Nach dem Anschließen eines passenden Netzteils (siehe technische Daten) ist der Datenempfänger betriebsbereit, womit wir nun zum Aufbau des Senders kommen.

Sender

Da alle SMD-Bauteile bereits bestückt sind, geht es nach der Kontrolle der SMD-Bestückung gleich mit dem Einlöten der bedrahteten Bauelemente und weiterer Komponenten los. Die Kondensatoren C 1, C 4 und C 6 sind polrichtig dem Bestückungsdruck gemäß zu bestücken und zu verlöten. Auf der Unterseite der Platine wird dann das Transceiver-Modul TRX 1 gemäß Bestückungsdruck aufgelötet, wobei die Antenne erst durch die entsprechende Bohrung zu führen ist. Als Nächstes erfolgt das Einsetzen des Quarzes Q 1, des Jumpers J 1 und des Tasters TA 1 (inkl. Montage der Tasterkappe und des Jumpers). Dann werden die Batteriehalterungen gemäß Aufdruck platziert und die Kontaktflächen auf der Unterseite der Platine verlötet. Bei der Duo-LED ist unbedingt auf die richtige Position gemäß dem Bestückungsdruck zu achten. Dabei sollte die LED so tief wie möglich eingesetzt werden, um sie später nicht versehentlich verbiegen zu können. Die Leitungsklemme wird mit den Öffnungen in Richtung der Batteriehalter ausgerichtet und mit reichlich Lötzinn verlötet. Zuletzt erfolgt die Montage der Antennenhalter, dabei wird die

Stückliste: Empfänger KFM 100 E

Widerstände:

27 Ω /SMD/0805	R9
1 k Ω /SMD/0805	R10, R11
4,7 k Ω /SMD/0805	R3
10 k Ω /SMD/0805	R1, R2, R5–R8, R12–R14
PT10, liegend, 1 k Ω	R4

Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805	C2, C4, C5, C7–C14, C16, C17
10 μ F/16 V	C3, C6
10 μ F/25 V	C1
100 μ F/10 V/low leakage current	C15

Halbleiter:

ELV08768/SMD	IC1
MC7805CDT/SMD	IC2
HT7130-1/SMD	IC3
24C32/SMD	IC4
BCW66H	T1
SM4001/SMD	D1
LED, Rot, SMD, 0805, super hell	D2
LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen	LCD1

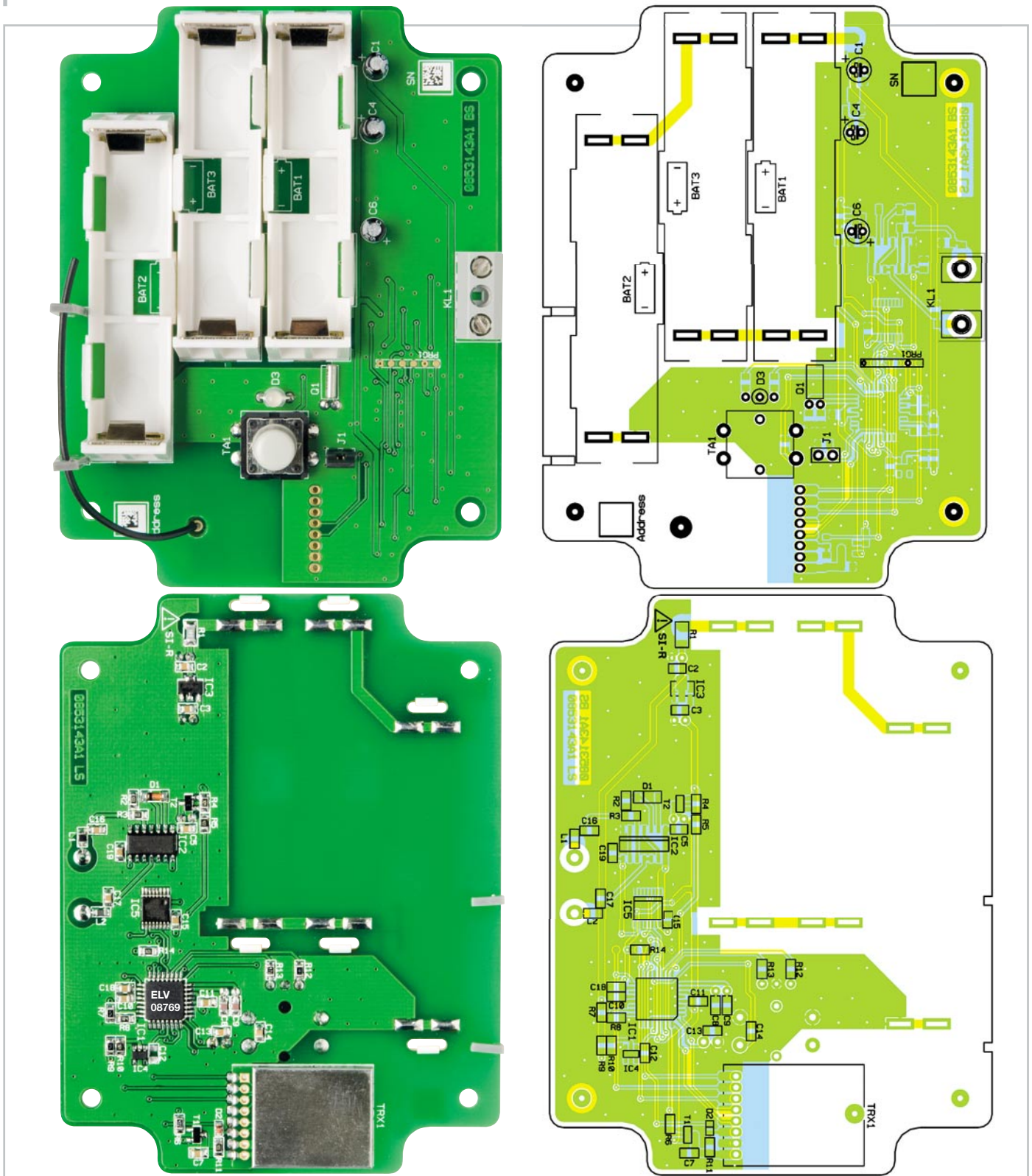
Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1, TA2
Tastknopf, 18 mm	TA1, TA2
Sender-/Empfangsmodul TRX868, 868 MHz	TRX1
Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print	LCD1
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
4 Muttern, M2,5	
4 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm	
1 Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	
1 Profil-Gehäuse, transparent, komplett, bedruckt	

Antenne durch die obersten Bohrungen geführt. Nun folgt das Einsetzen der Platine und deren Befestigung im Gehäuse mit den mitgelieferten Kunststoff-Schrauben. Zu beachten ist, dass die Klemme KL 1 auf der Seite der Gehäusebohrungen (unten) liegen sollte. Der Deckel des IP-65-Gehäuses ist nun noch durch Einlegen der mitgelieferten Dichtung wasserdicht zu machen, und einer Montage der Messleitung steht nichts mehr im Wege.

Messleitung

Wie in Abbildung 5 zu sehen, bringt man die Messleitung zunächst bedarfsgerecht auf die gewünschte Länge. Dabei ist darauf zu achten, dass sich die Messleitungslänge wie folgt ergibt: mindestens 0,1 m Zuleitung + 1 bis 3 m Tauchleitung (Schritte von 0,1 m möglich). Dabei sind die Abstandsstücke (Abbildung 6) im Abstand von je 10 cm zu platzieren. Die zwei Leitungsenden am Abstandsstück am Ende der Leitung werden nach der Montage aller Abstandsstücke mit Epoxidharzkleber o. Ä. versiegelt. Darüber hinaus sollte in kleines Gewicht von wenigen Gramm angebracht werden, damit Leitung möglichst gerade im Wasser hängt. Am anderen Ende sind die beiden Leitungen abzuisolieren und mit den mitgeliefer-



Ansicht der fertig bestückten Senderplatine des KFM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

ten Aderendhülsen zu versehen und mit den PG-Verschraubungen zu versehen. Anschließend setzt man diese in das Gehäuse ein und verschraubt sie mithilfe der zugehörigen Innenmutter (siehe Abbildung 7) mit dem Gehäuse. Schließlich werden die beiden mit den Aderendhülsen versehenen Enden der Messleitung in der Schraubklemme verschraubt. Erst dann werden die Kabel in den PG-Verschraubungen fixiert. Der Gehäusedeckel ist jetzt noch nicht aufzusetzen, dies erfolgt erst nach dem Anlernen und der Inbetriebnahme des Füllstandsmessers.

Montage und Inbetriebnahme

Nach dem Anlernen aller gewünschten Mess-Stationen an die Empfangsstation erfolgt die Montage der Mess-Stationen. Dabei sind unbedingt die maximale Füllhöhe und die Messleitungsführung zu beachten. Die Messleitung sollte mindestens 5 cm Abstand zur Behälterwand haben und die Mess-Station so platziert werden, dass ihre Unterkante sich mindestens ca. 5 cm über dem maximalen Flüssigkeitsspiegel des Behälters befindet (siehe auch Abbildung 5). Der ist

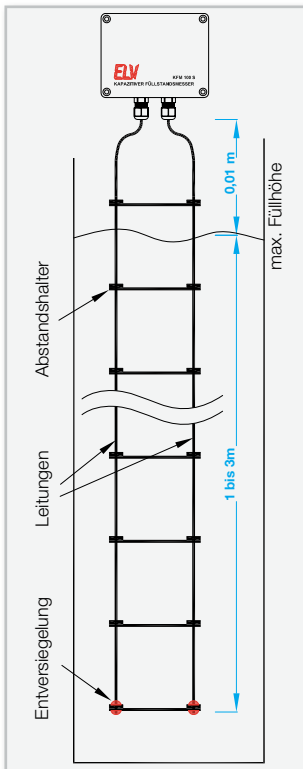


Bild 5: Der Aufbau des KFM 100 S und der Messleitung und die Lage im Wasserbehälter

bei den meisten Tanks und Zisternen auch durch einen Überlauf-Anschluss markiert. Die Messleitung muss senkrecht und gestreckt im Wasser hängen und darf nicht durch Einbauten wie Rohre, Pumpen usw. berührt oder abgelenkt werden. Ein idealer Einbauort für die Mess-Station ist oft der Tankdeckel oder das untere Ende des Domschachts. An diesem lässt sich die Mess-Station über einen Metallwinkel leicht befestigen, man kommt bei Wartungsarbeiten gut an die Mess-Station und diese behindern dann auch keine Wartungsarbeiten im Tank. Die Empfangsstation kann an einem beliebigen Ort platziert werden. Es ist diesbezüglich nur die Reichweite des Systems zu beachten. Die maximale Reichweite hängt stark vom Material des Behälters und der weiteren Bebauung und Vegetation zwischen Sender und Empfänger ab. Das Sendesignal wird beispielsweise wesentlich weniger beeinflusst als durch Metall, entsprechend geringer fällt bei Metall dann auch die Reichweite aus. Zusätzlich ist zu beachten, dass der Empfänger in einem trockenen Innenraum untergebracht wird, da er nicht wassergeschützt ist. Um den Kommunikationstest einfach vornehmen zu können, ist der Jumper J 1 auf der Leiterplatte der jeweiligen Mess-Station zu entfernen. Dadurch wird erreicht, dass nun ca. alle 3 Sekunden eine Messung vorgenommen wird und die Mess-Station KFM 100 S Daten zum Empfänger KFM 100 E sendet. Da nun der Messwert in der Anzeige ständig aktualisiert wird, ist eine Überprüfung der Kommunikation leicht möglich. Auch blinkt die rote Geräte-



Bild 6: So werden die Abstandshalter an der Messleitung angebracht



Bild 7: Die Montage und der Anschluss der Messleitung im Gehäuse der Mess-Station

Stückliste: Sendeeinheit KFM 100 S

Widerstände:

Sicherungswiderstand 1 Ω /SMD/1206	R1
180 Ω /SMD/0805	R12
470 Ω /SMD/0805	R13
4,7 k Ω /SMD/0805	R5, R6
10 k Ω /SMD/0805	R2, R3, R11, R14
100 k Ω /SMD/0805	R4, R8
270 k Ω /SMD/0805	R9
330 k Ω /SMD/0805	R10
470 k Ω /SMD/0805	R7
560 k Ω /SMD/0805	R10

Kondensatoren:

27 pF/SMD/0805	C8, C9
1 nF/SMD/0805	C16, C17, C19
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C5, C7, C10, C11, C13–C15, C18
10 μ F/16 V	C1, C4, C6

Halbleiter:

ELV08769/SMD	IC1
74HC04/SMD	IC2
HT7130-1/SMD	IC3
BD4823G/SMD	IC4
74HC4040/SMD	IC5
BC858C	T1, T2
LL4148	D1
BAS385/SMD	D2
Duo-LED, Rot/Grün, 3 mm	D3

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	Q1
Chip-Ferrit, 0805, 2,2 k Ω bei 100 MHz	L1, L2
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1
Tastkappe, 10 mm, grau	TA1
Mignon-Batteriekontakt, print	BAT1–BAT3
Mignon-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1–BAT3
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print	J1
Jumper	J1
Sender-/Empfangsmodul TRX868, 868 MHz	TRX1
2 Kabeldurchführungen STR-M12 x 1,5, Silbergrau	
2 Kunststoffmuttern, M12 x 1,5 mm	
2 Antennenhalter für Platinen	
32 Abstandshalter (Spreizer) für Kabel, 83 mm	
1 Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP 65, Typ G311, Grau, kpl. bearbeitet und bedruckt	
700 cm Antennenlitze, 7 x 7 Adern (0,2 mm), isoliert	
4 Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
2 Aderendhülsen, 1,5 mm ²	

LED bei jedem Empfang eines Datenpakets kurz auf. Um eine lange Batterielebensdauer zu gewährleisten, sollte der Jumper nach der Inbetriebnahme wieder gesteckt werden. Nach dem wasserdichten Verschließen der Mess-Station mit dem Deckel (sorgfältig darauf achten, dass die Neopren-Dichtung sauber in der Deckelnut liegt, Stoßstelle unten) ist die Füllstandsmessanlage einsatzbereit. Nun erfolgt die Einstellung der notwendigen Parameter, dies wird wie bereits erwähnt in der Bedienungsanleitung dann genau beschrieben. **ELV**