

Immer sicher sein, dass noch Wasser da ist



Wasserstandsmelder – HomeMatic®-Füllstandsmesser

Der kapazitive Füllstandsmesser ermöglicht die einfache Überwachung des Füllstands von Wasserzisterne und großen Wassertanks und die Auswertung der erfassten Daten im HomeMatic-System. Dabei wird das Messprinzip des bewährten Stand-alone-Systems KFM 100 adaptiert. Die erfassten Daten sind sowohl über die HomeMatic-Zentrale als auch durch Verknüpfung mit Aktoren nutzbar.

Vielseitig

Der neue HomeMatic-Füllstandsmesser orientiert sich technisch am bewährten kapazitiven Messprinzip des Stand-alone-Systems KFM 100. Vielfacher Wunsch der ELV-Kunden war es allerdings, solch ein System auch in die ELV-/eQ-3-Hausautomationssysteme einbinden zu können. Genau dies tut der hier vorgestellte Füllstandsmesser für das HomeMatic-System. Er ist in der Lage, den Füllstand in bis zu 3,10 m tiefen Wasserbehältern ver-

schiedener Formen über einen kapazitiven Sensor zu erfassen und die Daten in einem einstellbaren Intervall an die Zentrale oder einen Konfigurationsadapter zu senden. Dort werden die Daten nach bestimmten Kriterien ausgewertet, zur Anzeige gebracht oder der Füllstandsmesser mit HomeMatic-Aktoren verknüpft. So kann man z. B. bei bestimmten Füllständen Alarmer ausgeben, Pumpen in Aktion setzen usw. Das Daten-Sendeintervall ist einstellbar, daneben ist das Gerät so konfigurierbar, dass bei Erreichen von festzulegenden Grenzwerten kürzere Sendeintervalle stattfinden.

Schaltung

Das Schaltbild des Füllstandsmessers ist in Bild 1 zu sehen. Die Spannungsversorgung des Mikrocontrollers IC4 wird durch drei Mignon-Batterien über den PTC-Widerstand R11 als Sicherungselement, mit dem Feld-effekttransistor T3 als Verpolungsschutz und anschließendem Spannungsregler vom Typ S-1206B30U3T1G samt Kondensatoren C13 bis C16 gewährleistet. Die Kondensatoren C4, C5, C6 und C17 dienen den jeweiligen ICs als Abblock-Kondensatoren, C9 und C10 hingegen der Beschaltung des Mikrocontrollers.

Da bei diesem Mikrocontroller die Unterspannungserkennung im „Schlafmodus“ abschaltbar und diese

Kurzbezeichnung:	HM-Sen-Wa-0d
Max. Messleitungslänge:	3,10 m
Max. messbare Füllhöhe:	3 m
Unterstützte Behälterformen:	stehender Zylinder, liegender Zylinder und Quader
Batterielebensdauer:	ca. 2 Jahre
Kleinstes Messintervall:	ca. 3 min
Umgebungstemperatur:	-20 °C bis +50 °C
Spannungsversorgung:	3x Mignon (AA/LR6)
Protokoll:	BidCos®
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Duty-Cycle:	<1 % pro Stunde
Reichweite:	bis 200 m (Freifeld)
Abm. (B x H x T):	115 x 90 x 55 mm
Gewicht (inkl. Batterien und 3,10-m-Messleitung):	525 g

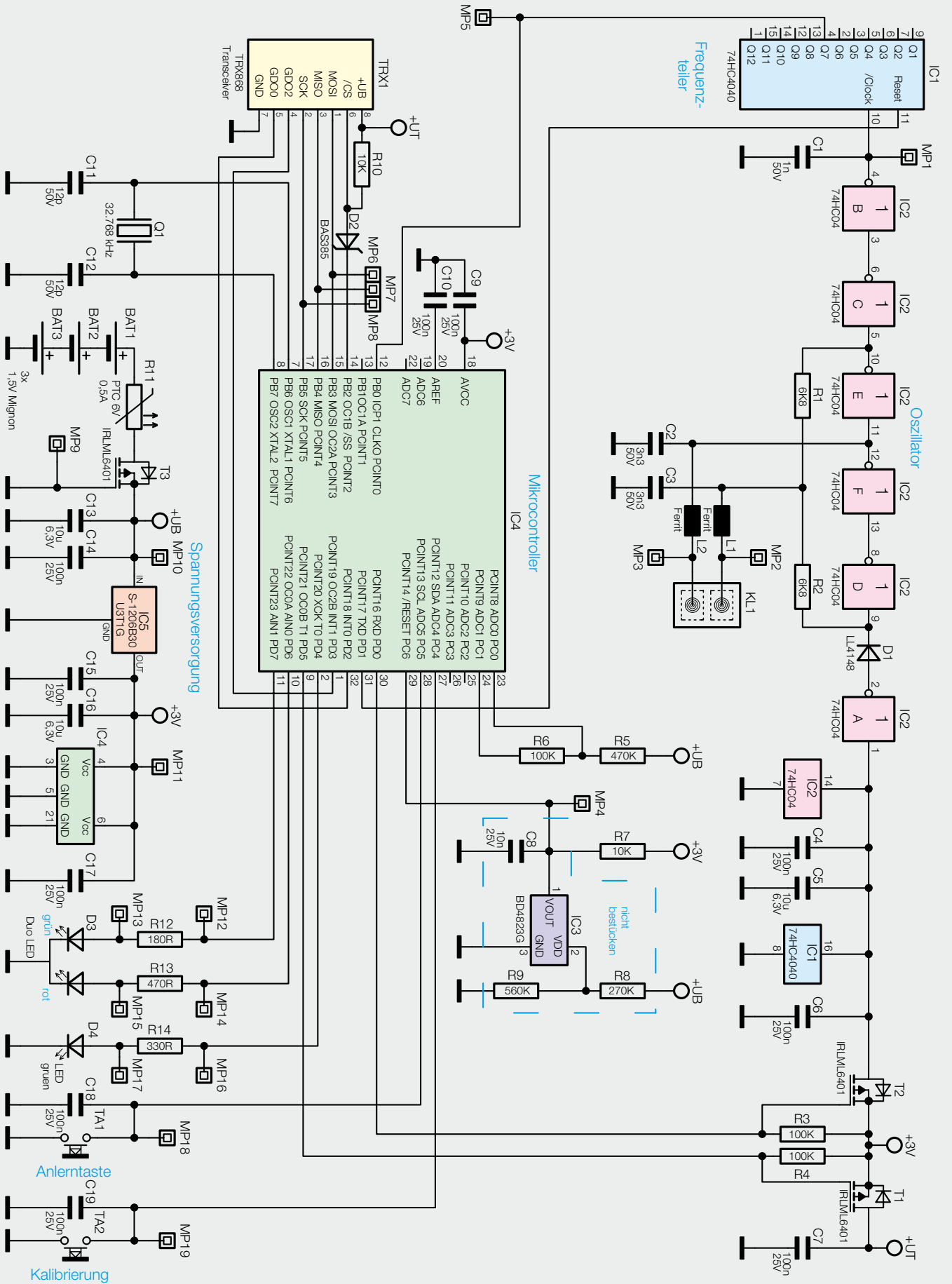


Bild 1: Schaltbild des HomeMatic-Füllstandmessers

beim „Aufwachen“ automatisch wieder aktiviert ist, entfallen hier bei der Platinenbestückung das sogenannte Voltage-Detection-IC (IC3), die Widerstände R8 und R9 sowie der Kondensator C8. Der Widerstand R7 ist mit dem Reset-Pin des Mikrocontrollers verbunden und sorgt so für einen sicheren Reset bei einer Spannungswiederkehr.

Die DUO-LED D3 ist über die Widerstände R12 und R13, die Diode D4 hingegen über R14 mit dem Mikrocontroller verbunden. Der 32,768-kHz-Quarz Q1 wird als Taktgeber zum „Schlafen“ zwischen den Datensendungen verwendet und ist mit C11 und C12 beschaltet. Über den Feldeffekttransistor T1 wird das Transceiver-Modul TRX1 mit der nötigen Versorgungsspannung versorgt, sobald es benötigt wird. Der Widerstand R4 dient hier zur Sicherstellung der Sperrung von T1 bei einem Reset, der Kondensator C7 fungiert als Abblock-Kondensator.

Das Transceiver-Modul TRX1 wird über das „Serial Peripheral Interface“ (SPI) des Mikrocontrollers angesteuert. Die Diode D2 dient dabei zur Entkopplung von Mikrocontroller und Transceiver-Modul TRX1.

Der Taster TA1 hat die Bedienung der Schaltung zu Anlern- und Konfigurationszwecken zur Aufgabe. Der Taster TA2 hingegen dient zu Test- und Kalibrierungszwecken nach der Montage des Füllstandsmessers. Beiden Bauteilen stehen mit C18 und C19 Abblock-Kondensatoren zur Seite.

Da der Mikrocontroller zusätzlich bei jeder Übertragung den aktuellen Batterieladestatus übermittelt,

ist eine entsprechende Messung erforderlich. Diese wird durch die Widerstände R5 und R6 nach einem bereits mehrfach in ähnlichen Schaltungen eingesetzten Prinzip der Messung des Spannungsabfalls über R6 durch den Analog-Digital-Converter (ADC) des Controllers realisiert.

Die Frequenzmessung erfolgt über eine Oszillatorschaltung mit dem 74HC04 (IC1), den Widerständen R1 und R2 und der Diode D1. Dabei fungiert der Kondensator C1 als Störunterdrückung.

Die Messleitung wird an die Schraubklemme KL1 angeschlossen, dabei haben die Ferrite L1 und L2 und die Kondensatoren C2 und C3 eine Störunterdrückung äußerer Einflüsse zur Aufgabe.

Da die Oszillatorschaltung mit einer relativ hohen Frequenz arbeitet, wird diese durch den Zählerbaustein 74HC4040 IC1 geteilt und an den „Input Capture Pin“ ICP1 des Mikrocontrollers IC4 weitergeleitet. Die Spannungsversorgung dieses Schaltungsteils erfolgt ebenfalls bedarfsgerecht über den Feldeffekttransistor T2 nebst Beschaltung von R3, um die Batteriekapazität zu schonen.

Nachbau Füllstandsmesser

Da alle SMD-Bauteile bereits bestückt sind, sind – nach einer Bestückungskontrolle der gelieferten Platinen – nur noch die bedrahteten Komponenten entsprechend Bestückungsplan, Platinenfoto (Bild 2), Stückliste und Bestückungsdruck zu verlöten. Auf der Unterseite der Platine wird das Transceiver-Modul TRX1 gemäß Bestückungsdruck aufgelötet, wobei zuerst die Antenne durch die entsprechende Bohrung zu führen ist.

Als Nächstes erfolgt das Einsetzen der Taster TA1 und TA2, danach werden die Batteriehalterungen gemäß Aufdruck platziert und die Kontaktflächen auf der Unterseite der Platine verlötet. Nun werden auch die Tasterkappen von TA1 und TA2 montiert. Bei der DUO-LED D3 und der grünen LED D4 ist unbedingt auf die richtige Position/Polarität gemäß

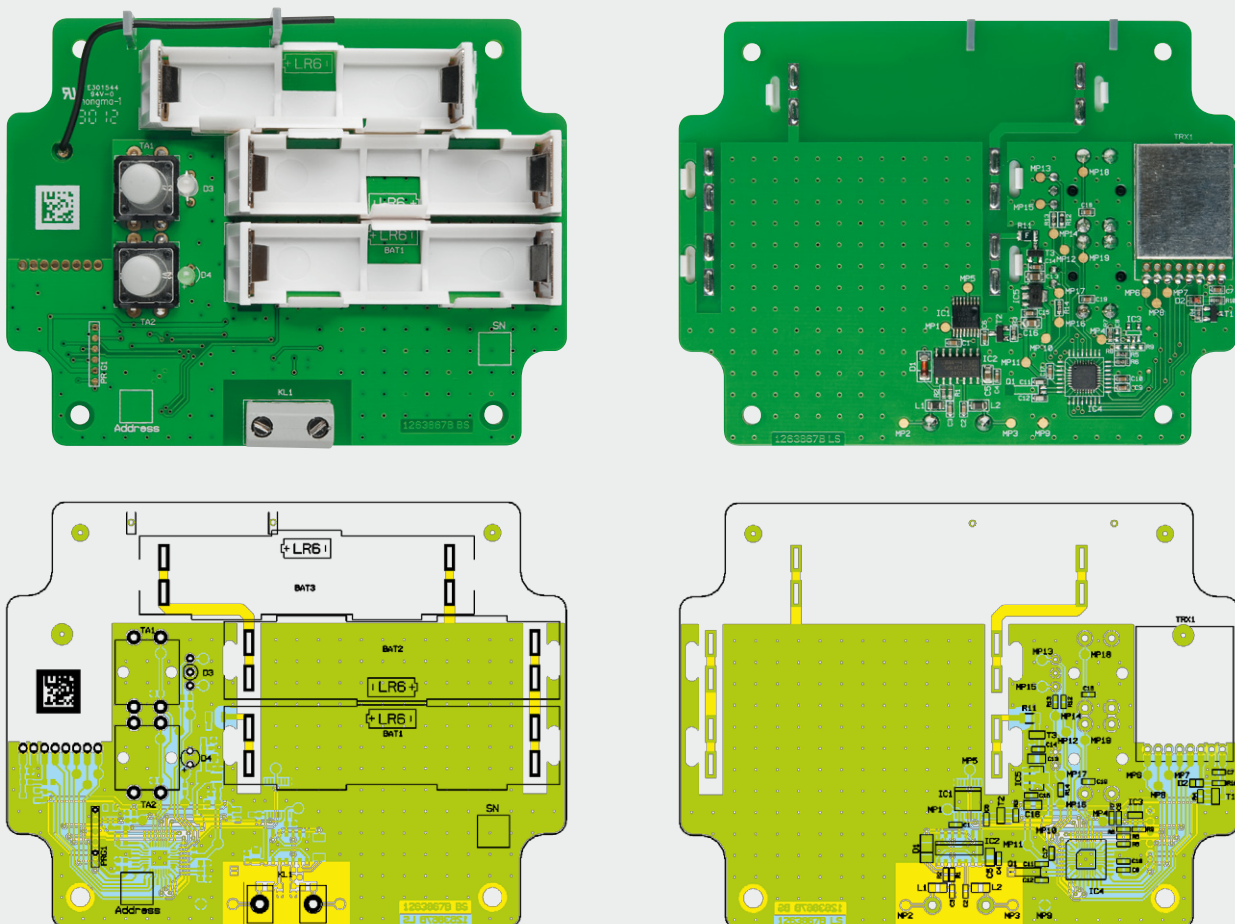


Bild 2: Fertige bestückte Platine des Füllstandsmessers mit zugehörigem Bestückungsplan, links die Oberseite, rechts die Unterseite

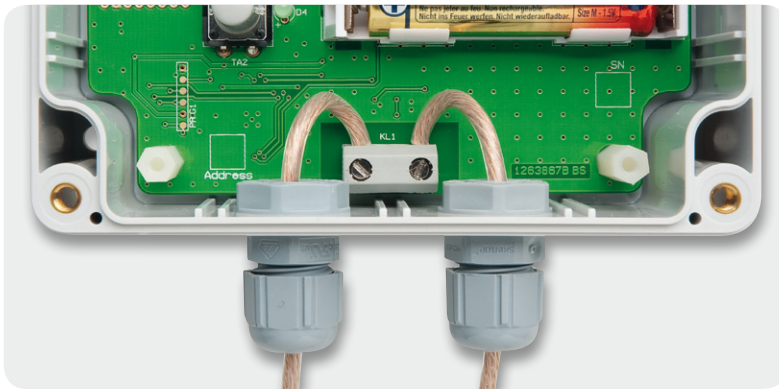


Bild 3: Die Montage und der Anschluss der Messleitung im Gehäuse des Füllstandsmessers

dem Bestückungsdruck zu achten. Dabei werden beide Leuchtdioden auf einer Höhe der LED-Oberkante von 18 mm über der Platine verlötet. Die Schraubklemme KL1 wird mit den Öffnungen in Richtung der Batteriehalter (Bild 3) ausgerichtet und mit reichlich Lötzinn verlötet.

Zuletzt erfolgt die Montage der Antennenhalter, danach wird die Antenne durch die obersten Bohrungen geführt und mit Heißkleber o. Ä. fixiert.

Das Gehäuse des Füllstandsmessers wird mit den zwei Kabeldurchführungen für die Messleitung versehen, man verschraubt sie mit Hilfe der zugehörigen Innenmutter (siehe Bild 3).

Nun erfolgen das Einsetzen der Platine und deren Befestigung im Gehäuse mit den mitgelieferten Abstandsbolzen. Zu beachten ist, dass die Klemme KL1 auf der Seite der Gehäusebohrungen (unten) liegt.

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

Zunächst bringt man die Messleitung nach Bild 4 bedarfsgerecht auf die gewünschte Länge. Dabei ist darauf zu achten, dass sich die Messleitungslänge wie folgt ergibt: mindestens 0,1 m Zuleitung plus 1 bis 3 m Tauchleitung (Schritte von 0,1 m möglich). Dabei sind fast alle Abstandsstücke (Bild 5) im Abstand von je 10 cm zu platzieren. Das letzte Abstandsstück am Messleitungsende wird mit einem Abstand von 7,5 cm zum vorletzten Abstandsstück platziert.

Die zwei Leitungsenden nach dem Abstandsstück am Ende der Leitung werden nach der Montage aller Abstandsstücke mit den Aderendkappen versehen und diese mit Heißluft vorsichtig aufgeschumpft. Dabei bildet sich auch unter normalen Umständen ein Klebertropfen an den Kappenden, der sich aber bei dem Erkalten der Kappe (mindestens 5 Minuten) zurückbildet. Darüber hinaus sollte am letzten Abstandsstück ein kleines, nichtmetallisches Gewicht von wenigen Gramm angebracht werden, damit die Leitung möglichst gerade bzw. gestreckt im Wasser hängt.

Am anderen Ende sind die beiden Leitungsenden abzuisolieren und mit den mitgelieferten Aderendhülsen zu versehen. Anschließend setzt man diese in das Gehäuse ein. Schließlich werden die beiden mit den Aderendhülsen versehenen Enden der Messleitung in der Schraubklemme verschraubt. Erst dann werden die Kabel in den Kabelverschraubungen fixiert. Nach dem polrichtigen Einsetzen der Batterien und der Montage der Kunststoffabdeckung mit den vier zugehörigen Schrauben erfolgt die Inbetriebnahme und das Anlernen. Erst wenn dies vollständig abgeschlossen ist, erfolgt das Aufsetzen des Gehäusedeckels.

Inbetriebnahme, Konfiguration und Kalibrierung

Der Füllstandsmesser ist nicht direkt an Aktoren anlernbar, daher erfolgt die Konfiguration ausschließlich über eine HomeMatic-Zentrale bzw. über die HomeMatic-Konfigurationsadapter.

Im Gerät befindet sich bereits eine werkseitige Zuordnungstabelle für die Messleitungskalibrierung, mit der eine leidliche Messgenauigkeit des

Füllstands möglich ist. Für eine genauere Messung des Füllstands mit dem gegebenen kapazitiven Verfahren ist ggf. alternativ zu der werkseitigen Tabelle eine kundenspezifische Messwerttabelle erforderlich. Diese setzt sich aus Frequenzwerten zu den einzelnen Füllständen im 10-cm-Raster zusammen.

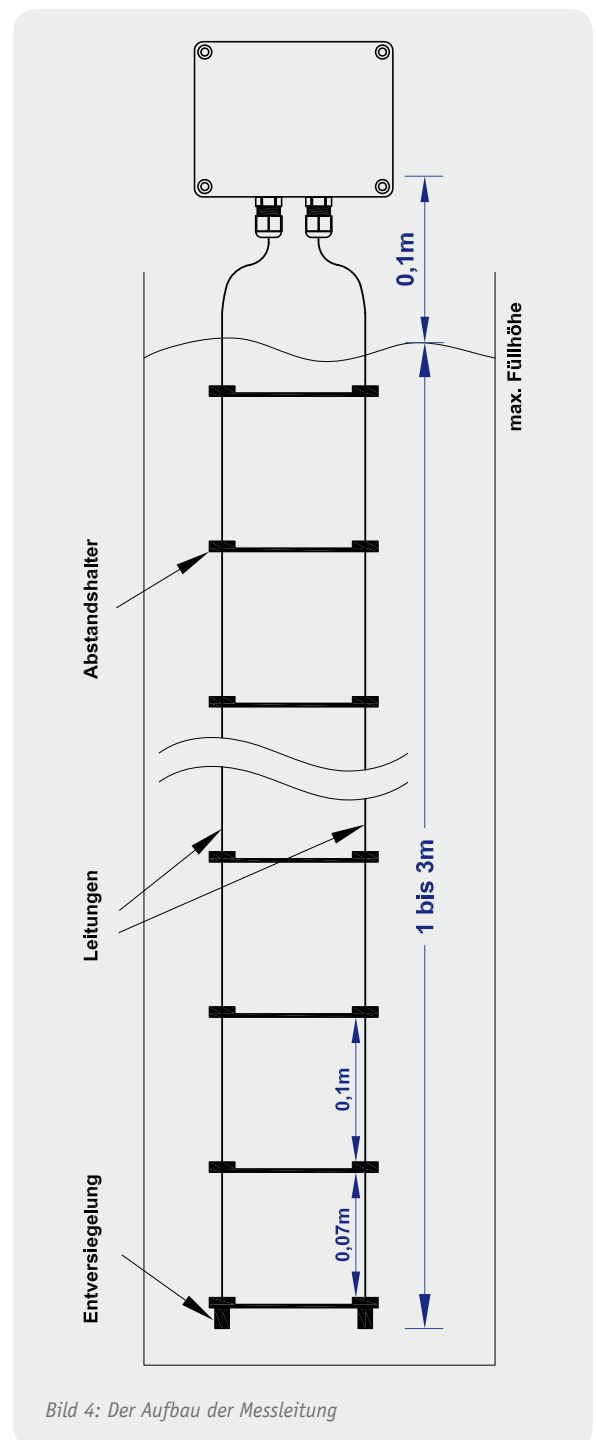


Bild 4: Der Aufbau der Messleitung



Bild 5: Messleitungsende mit Abstandshalter und Aderendkappen

Vor der Erstellung muss das Gerät aufgrund der einzustellenden Messleitungslänge vollständig konfiguriert werden (alle Messleitungs- und Behältereigenschaften siehe Bild 6), dabei muss zur Nutzung der neu aufgenommenen Tabelle entweder vor oder nach der Kalibrierung der Haken für das Feld „Benutzerdefinierte Kalibrierung“ der Konfiguration gesetzt werden. Eine vollständige Kalibrierung der Messleitung kann nur bei einem vollen Behälter erfolgen. Es kann jederzeit durch die entsprechende Konfiguration zwischen der werkseitigen und der benutzerspezifischen Tabelle ohne Datenverlust gewechselt werden. Eine genaue Beschreibung der Messleitungskalibrierung und weitere Informationen finden sich in der dem Gerät beiliegenden Bedienungsanleitung.

Die Sendung der gemessenen Füllstandsdaten erfolgt bei der Standardkonfiguration etwa im Zwanzig-Minuten-Raster, nach der Sendung dieser Daten ist der Sensor zum Empfang von neuen Konfigurationsdaten bereit. Das Sendeintervall kann durch die konfigurierbare Anzahl der „auszulassenden Meldungen“ jeweils um 3 Minuten verändert werden, um die Batterie des Gerätes zu schonen. Um bei Extremwerten wieder in das kurze Meldeintervall zu wechseln, sind obere und untere Schwellen konfigurierbar. Diese Parameter stehen auch für jede einzelne direkte Verknüpfung zur Verfügung.

The screenshot shows the 'Geräteparameter' (Device Parameters) section with fields for 'Anzahl der auszulassenden Meldungen' (10), 'Max. Senderversuche' (5), and 'Reset per Gerätetaste sperrn' (checked). Below is the 'Kanäleparameter' (Channel Parameters) section for 'HM-Sen-Wa-Od MYS1234567:1' on channel 'Ch.: 1'. It lists various parameters like 'Max. Senderversuche', 'LED-Leuchzeit', 'untere Schaltschwelle', 'obere Schaltschwelle', 'Behälterform', 'Behälterhöhe', 'Behälterweite', 'Füllhöhe bei 100%', 'Länge der Messleitung', and 'Benutzerdefinierte Kalibrierung'.

Bild 6: Konfigurationsparameter in der HomeMatic-Oberfläche

Name	Raum	Gewerk	Letzte Aktualisierung	Bedienung
Filter	Filter	Filter		
HM-Sen-Wa-Od MYS1234567:1			29.08.2012 14:05:55	<p>Aktueller Füllstand: 33%</p> <p>Füllmenge: 6998 Liter</p>

Bild 7: Visualisierung in der Oberfläche

Füllstandsmessung durch Kapazitätsänderung

Der kapazitive Sensor des Füllstandsmessers arbeitet nach dem Prinzip, dass sich zwischen zwei parallel geführten Leitungen eine Kapazität aufbaut, die sich mit der Eintauchtiefe in das Messmedium, hier Wasser, ändert.

Bei der Messung mit kapazitiven Sensoren werden die verschiedenen dielektrischen Leitfähigkeiten der einzelnen Medien ausgenutzt. Die Dielektrizitätszahl eines Mediums ist das Verhältnis seiner dielektrischen Leitfähigkeit zu der des Vakuums (elektrische Feldkonstante).

Wie die Tabelle rechts zeigt, unterscheiden sich die Dielektrizitätszahlen der Zielmedien erheblich voneinander. Da die Kapazität des Kondensators proportional zur Ausgangsfrequenz des Schwingkreises ist, lässt sich durch die interne Zuordnungstabelle auf den aktuellen Füllstand schließen.

Zuordnungstabelle

Medium	
Luft	1,00059
Wasser	80
Eis	3,2
Trockene Erde	3,9
Feuchte Erde	29

Nutzung der Füllstandsdaten

In der HomeMatic-Oberfläche lässt sich der aktuelle prozentuale Füllstand vielfältig in Programmen oder auch als Bedingung bei direkten Verknüpfungen nutzen. Ebenso erfolgen eine Visualisierung in der Oberfläche und eine Berechnung des Füllstands in Litern, wie in Bild 7 gezeigt. **ELV**

Widerstände:

180 Ω/SMD/0603	R12
330 Ω/SMD/0603	R14
470 Ω/SMD/0603	R13
6,8 kΩ/SMD/0603	R1, R2
10 kΩ/SMD/0603	R7, R10
100 kΩ/SMD/0603	R3, R4, R6
470 kΩ/SMD/0603	R5
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R11

Kondensatoren:

12 pF/SMD/0603	C11, C12
1 nF/SMD/0603	C1
3,3 nF/SMD/0603	C2, C3
100 nF/SMD/0603	C4, C6, C7, C9, C10, C14, C15, C17–C19
10 µF/SMD/0805	C5, C13, C16

Halbleiter:

74HC4040/SMD	IC1
74HC04/SMD	IC2
ELV121138/SMD	IC4
S-1206B30-U3T1G/SMD	IC5
IRLML6401/SMD	T1–T3
LL4148	D1
BAS385/SMD	D2
Duo-LED/3 mm/rot/grün	D3
LED/3 mm/grün	D4

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 0805,	
2,2 kΩ bei 100 MHz	L1, L2
Quarz, 32,768 kHz, ± 20 ppm	Q1
Sender-Empfangsmodul TRX868	TRX1
Mignon-Batteriekontakte, print	BAT1–BAT3
Mignon-Batterie-Kontaktrahmen	BAT1–BAT3
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein	TA1, TA2
Tastknöpfe, 18 mm	TA1, TA2
2 Kabeldurchführungen STR-M12 x 1,5	
2 Kunststoffmuttern, M12 x 1,5 mm	
4 Abstandsbolzen, 20 mm, M3	
4 Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
4 Aderendhülsen, 1,5 mm², 7 mm lang	
2 Antennenhalter für Platinen	
30 Abstandshalter (Spreizer) für Kabel, 95 mm	
70 m Antennenlitze, 7x7 Adern (0,2 mm), isoliert	
4 Aderendkappen schwarz, 6 mm, 50 mm Länge	
1 Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	
1 Industrie-Aufputzgehäuse Typ G212C, komplett, bearbeitet und bedruckt	
1 Abdeckplatte, bearbeitet und bedruckt, transparent	
3 Alkaline-Mignon-Batterien (AA/LR6)	