

Hydrostatische Füllstandsmessung durch Drucksonde / Druckdose mit 0-10 Volt Ausgang

(Version 1.00f)

Jens Dietrich
Bautzener Str. 9a
D-02977 Hoyerswerda
Tel.: +49 (0) 3571 6027653
Fax.: +49 (0) 3571 6027654
jd@icplan.de
www.icplan.de

Idee und Konzept (Füllstandsmesser / Füllstandsanzeige)

Die Füllhöhe in einem Behälter mit Regen- oder Klarwasser kann man auch über eine passende Drucksonde ermitteln. Ich habe dazu über mehrere Jahre eine solche hydrostatische Drucksonde entwickelt, die bis zu einer maximalen Wasserhöhe von 10m verwendet werden kann. Die reproduzierbare Genauigkeit ist besser als plus minus fünf Prozent. Das zur Drucksonde gehörende Steuermodul erzeugt eine Spannung von 0 bis 10 Volt die dem Füllstand 0 bis 100% der Zisterne entspricht. Der Drucksonde ist es dabei egal, welche Form der Behälter hat. Selbst in sehr engen Brunnen kann die Höhe des Wasserstandes über die Drucksonde ermittelt werden. In jedem Fall ist aber die Drucksonde vor Frost und Temperaturen über 70 Grad zu schützen. Die Drucksonde darf nur in sauberen und wasserklaren Flüssigkeiten wie Regen- oder Brunnenwasser eingesetzt werden. Für eine Messung von Schmutz- / Ab- oder Fäkalienwasser ist die Drucksonde nicht geeignet. Die Drucksonde wurde von mir komplett mit einem widerstandsfähigen Harz vergossen und ist mechanisch so aufgebaut, dass kaum Schwebestoffe und Schmutzablagerungen den Messvorgang behindern können. Bei starken Verschmutzungen kann die Drucksonde auseinandergenommen und mit Warmwasser gereinigt werden. Das verwendete Gummikabel ist robust und perfekt für den Dauereinsatz im Wasser geeignet. Die Drucksonde enthält einen Drucksensor und eine controllergesteuerte Elektronikbaugruppe. Der Anschluss und die Kabelverlängerung ist dabei besonders einfach und elegant gelöst. Man kann das Kabel mit einem beliebigen zweiadrigen Kabel verlängern. Es muss dabei nicht einmal auf die richtige Polung beim Anschluss an das Steuermodul geachtet werden. Die Daten zwischen Drucksonde und Anzeigemodul werden kontinuierlich in digitaler Form übermittelt. Auf dem Steuermodul befindet sich zwei LED's. Die linke rote LED (Daten LED), zeigt mit einem kurzen Blinken an, dass ein neuer Datensatz der Drucksonde gerade übertragen wird. In der Drucksonde wird neben dem aktuellen Druckwert auch noch die Temperatur und die in der Drucksonde ankommende Spannung erfasst. Der ermittelte Temperaturwert der Drucksonde wird nur für eine Kompensation der Messung verwendet. Eine externe Auswertung ist nicht möglich und nötig. Eine Unterbrechung, ein Kurzschluss oder eine lose Klemmstelle der Verbindungsleitung zwischen Drucksonde und Steuermodul wird von der Software erkannt und mit einem besonderen Blinken der Status LED angezeigt. Da am Steuercontroller noch einige Pins unbenutzt waren, wurden einige Zusatzfunktionen vorgesehen. Diese optionalen Signale müssen aber direkt an den Portpins (Lötstellen der Leiterplatte) des Controller abgenommen werden. Eine herausgeführte Steck- oder Anschlussleiste gibt es dafür nicht. Die letztgenannte Probleme der Verbindungsleitung zwischen Drucksonde und Steuermodul wird am Portpin 12 (PD6) mit einem high Pegel für die Dauer des Fehlers ausgegeben.

Die Portpins 23-27 geben den Füllstand von 0-100% in Stufen aus. Ab 15% ist Pin 23 high, ab 35% ist zusätzlich Pin 24 high, ab 55% der Pin 25, ab 75% der Pin 26 und ab 95% geht auch noch der Pin 27 auf high Pegel. Man könnte hier an jedem Pin über einen 4,7 KOhm Widerstand eine LED gegen Masse schalten. Die 5 LED's würden dann optisch den Füllstand in einer länger werdenden LED Zeile anzeigen. Pin 3 ist der ser. Ausgang für ein Bluetooth HC-06 Modul (hier RXT Pin verwenden). Neu ist eine Funktion des Portpins 13 (PD7). Wenn dieser Portpin gegen Masse gezogen wird, liegt der Ausgangsspannungsbereich für die 0-100% bei 2 bis 10 Volt. Ein Spannungsausfall des Steuermoduls würde zu einer Ausgangsspannung von 0 Volt führen. Ebenso kann ein Sensor- oder Kabelfehler der Drucksonde somit sehr einfach über einer nachgeschaltene Auswerteeinheit bzw. SPS erkannt werden.

Druck- oder Tauchsonde

Die Drucksonde kann über ein bis zu 150m langes und zweiadriges Kabel mit dem Steuermodul verbunden werden. In der Drucksonde ist neben einer elektronischen Baugruppe auch ein Druck- und Temperatursensor verbaut. Der Drucksensor kann einen Wasserdruck von 10m Wassersäule aushalten und messen. Im Gegensatz zu allen industriellen Tauchsonden, ist im Anschlusskabel keinerlei Kapillarleitung verbaut. Es kann also mit einfachen, preiswerten und handelsüblichen Kabel verlängert werden. Die Tauchsonde darf nur mit diesem Steuermodul verwendet werden. Es gibt aber auch ein passendes LCD Anzeige- und Schaltmodul mit zwei Relais, welches in dieser Anleitung nicht weiter beschrieben wird. Die Tauchsonde ist nicht gepolt und kann damit beliebig herum angeschlossen werden. Die in der Tauchsonde ermittelten Daten werden über digitale Impulse zum Anzeigemodul gesendet. Man darf die Drucksonde nicht an industrielle 0-10 Volt oder 4-20mA Schnittstellen anschließen. Alle 5 Sekunden werden aktuelle Druck-, Temperatur- und Spannungsdaten an das Steuermodul gesendet. Aus dem Druckunterschied zwischen leerer, teilgefüllter und voller Zisterne kann der aktuelle Füllstand ermittelt werden. Für eine korrekte Funktion, muss die Messanordnung aber einmal justiert werden. Dabei werden zwei Werte der Drucksonde benötigt. Ein Druckwert, wenn die Drucksonde aus dem Wasser genommen wurde und ein Druckwert, wenn die Drucksonde auf dem Boden der Zisterne versenkt ist und dabei die Zisterne voll ist. Der Druckwert außerhalb vom Wasser ist immer kleiner als der Wert bei voller Zisterne.

Steuermodul

Die recht komplizierte Steuerung der kompletten Schaltung mit allen Steuer- und Ausgabefunktionen übernimmt ein 8 Bit RISK-Controller (ATMEGA8). Ein Oszillator von 8 MHz erzeugt die für den Controller wichtigen Taktsignale. Es sind keine Bedienelemente für den normalen Betrieb nötig. Es befinden sich aber oberhalb des Controllers vier dicht beieinander liegende Schalter. Diese Schalter werden nur für die einmalige Programmierung der Druckwerte benötigt. Die notwendige Spannung für den Controller (5V) und dem analogen Teil (12V) wird in dieser Schaltung über zwei Spannungsregler bereitgestellt. Das komplette Steuermodul wird durch eine einfache Gleichspannung von 15 bis 30 Volt (max. 0,1A) versorgt. Einfache unstabilierte 12V Steckernetzteile erzeugen fast immer über 15 Volt im Leerlauf. Diese Steckernetzteile sind kostengünstig und ausreichend für diesen Einsatz. D2 schützt die Schaltung vor einer möglichen Verpolung. IC1 (μ A7812) erzeugt als einfacher Längsregler eine Spannung von 12 Volt. IC2 (LM2574N5) ist ein effizienter Schaltregler und erzeugt ohne Wärmeverluste die 5 Volt Spannung für den Controller.

Aufbau und Zwischentest (nur für den Bauteilbausatz vom Steuermodul)

Auf die Leiterplatte werden alle Bauelemente gelötet. Der Controller ATMEGA8 wird aber noch nicht in die Fassung gesteckt.

Nun wird die Spannung an K1 angelegt (15-30 Volt). An K1-1 kommt Minus an K1-2 der Plus der Spannung. Keine LED darf leuchten. Wenn Sie nun mit einem kurzen Kabel K2-1 und K2-2 brücken, leuchtet die rote Daten LED (D3) sehr kräftig auf. Ohne Brücke liegen an den Klemmen zwischen K2-1 und K2-2 etwa 12 Volt an.

Mit einer kleinen Drahtbrücke zwischen Pin 7 und 14 können Sie nun auch die Funktion der Status LED (D4) prüfen. Bei gesteckter Brücke soll die Steuer LED leuchten.

Nun prüfen Sie noch die durch den TL7660 erzeugte negative Spannung von -5 Volt. Diese Spannung können zwischen K1-1 und Pin 4 (IC6 TL062) messen.

Bitte schalten Sie nun die Versorgungsspannung wieder ab und entfernen alle zusätzlich eingefügten Brücken der o.g. Test's. Stecken Sie den Controller vorsichtig und seitenrichtig in die Fassung. Die Beine dürfen dabei nicht umknicken.

Wenn die Versorgungsspannung eingeschalten wird, leuchtet den Status LED auf und blinkt dann etwa alle 2 Sekunden.

Übersicht der 16 möglichen Schalterfunktionen

Wenn sich die Schraubklemmen am Steuermodul unten befinden, ist mit der linken Spalte der linke Schalter 1 gemeint, Schalter 2, Schalter 3 und die rechte Spalte stellt den rechten Schalter 4 dar. Ein x bedeutet ON (nach oben) Schalter-Ein dar.

1	2	3	4	Beschreibung
				Standard - Normalbetrieb (stehende zylinderförmige Zisterne)
			X	Normalbetrieb (liegende Rundzisterne)
		X		Justagefunktion bei Teilbefüllungsmontage
		X	X	Vorbereitungsfunktion für die automatischen Füllstandskorrektur
	X			Abschaltung der automatischen max. Füllstandskorrektur
	X		X	Kombination Rundzisterne und autom. Füllstandskorrektur aus
	X	X		Unbenutzt
	X	X	X	Nur Ausgabe der Softwareversion über Spannungswerte
X				Nur Ausgabe um 10 Volt zu justieren
X			X	Nur Ausgabe Druck der Drucksonde
X		X		Nur Ausgabe Temperatur in Drucksonde
X		X	X	Nur Ausgabe der Spannung der Drucksonde
X	X			Ausgabe und Speicherung Referenzdruckwert
X	X		X	Ausgabe und Speicherung „unten“ (voller/hoher Druck)
X	X	X		Ausgabe und Speicherung „oben“ (leer/geringer Druck)
X	X	X	X	Brunnenprogramm, speichert Voreinstellungen für 10m Brunnen

Justagen und Einstellungen

Damit der Füllstandsmesser den richtigen Füllstand anzeigen kann, ist eine Justage von drei verschiedenen Druckwerten notwendig. Diese Justage muss nicht in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Selbst wenn die Versorgungsspannung eine kurze oder auch eine längere Zeit nicht anliegt, gehen die einmal angelernten und abgespeicherten Justagewerte nicht verloren.

Bei dieser Justage wird das Steuermodul mehrfach ein und ausgeschaltet. Die Schalterfunktion wird nur beim Einschalten der Versorgungsspannung vom Steuercontroller ausgewertet. Wenn eine Schalterfunktion erkannt wurde, bleibt die Status LED dauerhaft eingeschaltet. Bei den vier Funktionen mit einer Speicherfunktion, wird der Wert in dem Moment gespeichert, wenn alle Schalter aus sind. Die Status LED zeigt mit einem langsamen und gleichmäßigen Blinken an, dass Speichervorgang abgeschlossen ist. Die Versorgungsspannung muss im Anschluss wieder abgeschaltet werden.

Die jetzt beschriebene Schnelljustage ist nur für eine Erstjustage erforderlich, wenn Bauteile der Steuerplatte gewechselt wurden oder ein neue Drucksonde verwendet werden soll.

Blinkfunktionen der LED

Daten LED (links)

- | | |
|---------------|--|
| dauerhaft aus | - Drucksonde nicht angeschlossen oder defekt |
| dauerhaft ein | - Kurzschluss in Leitung zur Drucksonde |
| blinken | - alles ok (jede Sekunde kommen neue Daten der Sonde an) |

Status LED (rechts)

- | | |
|-----------------|--|
| dauerhaft aus | - Spannungsversorgung prüfen |
| dauerhaft ein | - Programmiermodus ist durch Schalter aktiviert worden |
| kurzes blinken | - normaler Betrieb (alles ok) |
| langsam blinken | - nach Programmiermodus wurden Werte gespeichert |
| doppelblinken | - Sensorfehler Unterspannung (Kabel zu lang, lose Klemmstelle) |
| dreifachblinken | - Sensorfehler Kabelbruch (Verbindung Sonde – Steuermodul) |
| vierfachblinken | - neuer Maximaldruckwert (unten) erkannt und gespeichert |

Schnelljustage (Start-/Erstjustage) – neu ab Version 1.00e

Spannungsversorgung abschalten und die Drucksonde aus dem Wasser ziehen und neben die Zisterne legen.

Schalter 0011 setzen (nur Schalter 3 und 4 einschalten)

- Spannung einschalten
- Status LED leuchtet durchgehend. Die Daten LED blinkt.
- Wichtig !!! Mindestens 60 Sekunden warten.
- Alle Schalter ausschalten und auf das langsame Blinken warten.
- Spannung abschalten.

Nun kann die Drucksonde zum Boden der Zisterne abgelassen werden. Es ist dabei unerheblich, ob diese unten stehend oder liegend den Füllstand erkennt.

Besonderheit ab Version V1.00e:

Wenn alle Schalter entfernt sind, erfolgt eine automatische Maximalfüllstandsjustage. Die Sonde kann damit schon bei teilbefüllter Zisterne montiert werden und erkennt den steigenden Pegel als neue 100% Füllmenge. Es wird also automatisch der Wert „unten“ (voller Druck) nachjustiert.

Sollte eine solche Korrektur nicht gewünscht sein, kann diese Funktion durch das Setzen von Schalter 2 jederzeit abgeschaltet werden.

Einzelwertjustage (auch für Erstjustage nutzbar – dauert aber länger !)

Die Werte „unten“, „oben“ und „Referenz“ müssen zwingend an einem gleichen Tag gelernt werden. Sie können also nicht den Wert „oben“ anlernen, die Sonde in der Zisterne versenken und dann erst Tage/Wochen später, wenn die Zisterne richtig voll ist, den Wert „unten“ anlernen.

Nun die drei Druckwerte einzeln anlernen.

Druckwert „oben“ (Drucksonde liegt neben der Zisterne und ist nicht im Wasser)
Schalterfunktion 1110

- Spannung abschalten.
- Schalter 1,2,3 einschalten.
- Spannung einschalten
- Status LED leuchtet durchgehend. Die Daten LED blinkt.
- Mindestens 60 Sekunden warten.
- Alle Schalter aus und auf das langsame Blinken warten.
- Spannung abschalten.

Druckwert „unten“ (Drucksonde liegt auf dem Grund der zu 100% gefüllten Zisterne)
Schalterfunktion 1101

- Spannung abschalten.
- Schalter 1,2,4 einschalten.
- Spannung einschalten
- Status LED leuchtet durchgehend. Die Daten LED blinkt.
- Mindestens 60 Sekunden warten.
- Alle Schalter aus und auf das langsame Blinken warten.
- Spannung abschalten.

Referenzwert (Referenzdruckwert)
Schalterfunktion 1100

- Spannung abschalten.
- Schalter 1,2 einschalten.
- Spannung einschalten
- Status LED leuchtet durchgehend. Die Daten LED blinkt.
- Mindestens 60 Sekunden warten.
- Alle Schalter aus und auf das langsame Blinken warten.
- Spannung abschalten.

Der Referenzdruckwert ist der Wert des aktuellen Luftdrucks. Er wird nicht durch den Drucksensor der Drucksonde, sondern durch den Drucksensor auf der Steuerplatine ermittelt. Der Wert wird für eine interne Kompensation benötigt.

Benutzung und Umschaltung der Zisternenform

Das Steuermodul kann grundsätzlich bei jeder beliebigen Zisternenform verwendet werden. Wenn man die stehende Zisternenform (Standard) einstellt, wird die befüllte Höhe der Zisterne von 0-100% mit 0-10 Volt ausgegeben. Man könnte also auch sagen, dass bei einer befüllten Höhe von 90% auch 90% der Füllmenge in der Zisterne ist.

Bei einer liegenden Rundzisterne stimmt aber diese Proportionalität durch die rundlichen Wände nicht. Bei einer befüllten Höhe von 90% sind eben schon 95% der Füllmenge in der Zisterne. Wenn beim Einschalten des Steuermodul der ganz rechte Schalter (Schalter 4) eingeschaltet ist, wird passend für eine liegende Rundzisterne die Füllhöhe in die Füllmenge einer solchen liegenden Rundzisterne umgerechnet. Der

rechte Schalter sollte also gesetzt werden, wenn Sie eine liegende Rundzisterne verwenden und als 0-10 Volt Spannungsausgabe die befüllte Menge benötigen. Die Justage ist bei beiden Zisterneformen gleich. Bei einer teilbefüllten liegenden Rundzisterne kommt folgende Formel zum Berechnen der Füllmenge zum Einsatz.

$$V = l \cdot \left(r^2 \arccos\left(\frac{r-h}{r}\right) - (r-h)\sqrt{2rh-h^2} \right)$$

Sonstige Justage und Testfunktionen

Bei allen hier beschriebenen Justage- und Testfunktionen werden die vier Schalter als Eingabemöglichkeiten und die Spannungsausgabe an K3-1 und K3-2 als Ausgabemöglichkeit für Werte verwendet. Ein einfaches Multimeter mit Spannungsmessung von 10 Volt genügt.

Justage der 10 Volt Ausgangsspannung, die bei 100% Füllstand ausgegeben werden soll.

Schalterfunktion 1000

ACHTUNG ! Bei einem Fertigmodul habe ich diese Spannung mit meinem hochgenauen kalibrierten Labormessgeräte bereits justiert.

- Spannung abschalten.
- Nur Schalter 1 einschalten.
- Spannung einschalten und mit einem Spannungsmesser die Spannung an K3-1 und K3-2 messen
- Mit R5 kann die Spannung justiert werden
- Spannung abschalten

Druckwert der Drucksonde ansehen (Der Druckwert der Drucksonde ist ein Wert zwischen 0 und 1000. Dabei wird dieser Wert wie folgt über K3 ausgegeben. Der Wert 1000 entspricht der maximalen Ausgangsspannung 10Volt. Eine Ausgangsspannung von z.B. 4,26 Volt würde einem Druckwert von 426 entsprechen)

Schalterfunktion 1001

- Spannung abschalten.
- Schalter 1 und 4 einschalten.
- Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
- Ausgangsspannung messen, dann Spannung abschalten

Temperaturwert der Drucksonde ansehen (Der Temperaturwert der Drucksonde ist ein Wert zwischen 0 und 1000. Dabei wird dieser Wert wie gerade beschrieben an K3 ausgegeben. Um die reale Temperatur in Grad Celsius zu berechnen, müsste man den Wert z.B. bei 10 und 40 Grad ermitteln und dann entsprechend umrechnen.)

Schalterfunktion 1010

- Spannung abschalten.
- Schalter 1 und 3 einschalten.

- Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
 - Ausgangsspannung messen, dann Spannung abschalten
-

Spannungswert der Drucksonde ansehen (Der Spannungswert der Drucksonde ist ein Wert zwischen 0 und 1000. Dabei wird dieser wie schon beschrieben an K3 ausgegeben)

Schalterfunktion 1011

- Spannung abschalten.
 - Schalter 1, 3 und 4 einschalten.
 - Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
 - Ausgangsspannung messen, dann Spannung abschalten
-

Referenzdruckwertwert ansehen (Der Referenzwert vom Steuermodul ist ein Wert zwischen 0 und 1000. Dabei wird dieser wie schon beschrieben an K3 ausgegeben)

Schalterfunktion 1100

- Spannung abschalten.
 - Schalter 1 und 2 einschalten.
 - Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
 - Ausgangsspannung messen, dann Spannung abschalten
-

Brunnenprogramm (wenn diese Funktion gestartet wird, werden die Werte von „oben“, „unten“ und „Referenz“ mit je einem festen Wert überschrieben. Gedacht ist diese Funktion evtl. für den Einsatz in einem Brunnen, wo es keinen richtigen 100% Füllstand gibt.

Wenn die Sonde nach dieser Justage ausserhalb des Brunnen liegt, wird eine bestimmte aber sehr kleine Ausgangsspannung (Nullspannung) geliefert. Diese Spannung erhöht sich um genau 0,4 Volt bei jedem Meter, den die Sonde ins Wasser des Brunnen gelassen wird.

Beispiel: Nullspannung 0,25 Volt.

Nachdem die Sonde 4m tief im Wasser gelassen wird, ist die Spannung 1,85 Volt.

Sollte nun der Wasserstand im Brunnen um einen weiteren Meter steigen (nun 5m) , liegen 2,25 Volt an.

Sollte der Wasserstand um 1,5m fallen (nun 3,5m), liegen 1,65 Volt an.

Schalterfunktion 1111

- Spannung abschalten.
 - Alle Schalter stecken.
 - Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
 - Alle Schalter ausschalten und auf das langsame Blinken warten
 - Spannung abschalten
-

Abschaltung der automatischen Maximalfüllstandslernfunktion. Der Füllstandsmesser erkennt automatisch, wenn der Füllstand über seinem Maximalfüllstand liegt und berichtet dabei automatisch seinen Druckwert „unten“. Sollte die Funktion im normalen Betrieb nicht gewünscht sein, muss der Schalter 2 gesetzt ein bleiben.

Schalterfunktion 0100 (kann auch einfach im normalen Betrieb gesetzt werden)

Softwareversion des Steuermoduls mit Spannungswerten ausgeben. Dabei entspricht die Zahl 1 einem Spannungswert von 1 Volt, die Zahl 2 von 2 Volt, ... die 9 einer Spannung von 9 Volt und die Zahl Null entspricht der Spannung 10 Volt.

Diese hier beschriebene Softwareversion nennt sich 100e. Damit man den Anfang der Zahlenkette genau erkennen kann, wird eine 10 Sekunden Pause mit Null Volt vorangestellt. Zwischen den einzelnen Zahlenwerten gibt es ebenso eine Null Volt Pause von 2 Sekunden. Die Ausgabe der Zahl als Spannungswert erfolgt für 5 Sekunden, gleichzeitig leuchtet die Status LED. Den Buchstaben „e“ gebe ich als Hexzahl mit 65 aus. Das hört sich bestimmt sehr kompliziert an, ist es aber nicht. Probieren Sie es einfach mal aus. Der Durchlauf beginnt immer wieder automatisch von vorn.

Schalterfunktion 0111

- Spannung abschalten.
 - Schalter 2,3 und 4 einschalten.
 - Spannung einschalten, Status LED leuchtet kurz auf
 - Ausgangsspannungen messen, wenn die Status LED leuchtet
 - Spannung abschalten
-

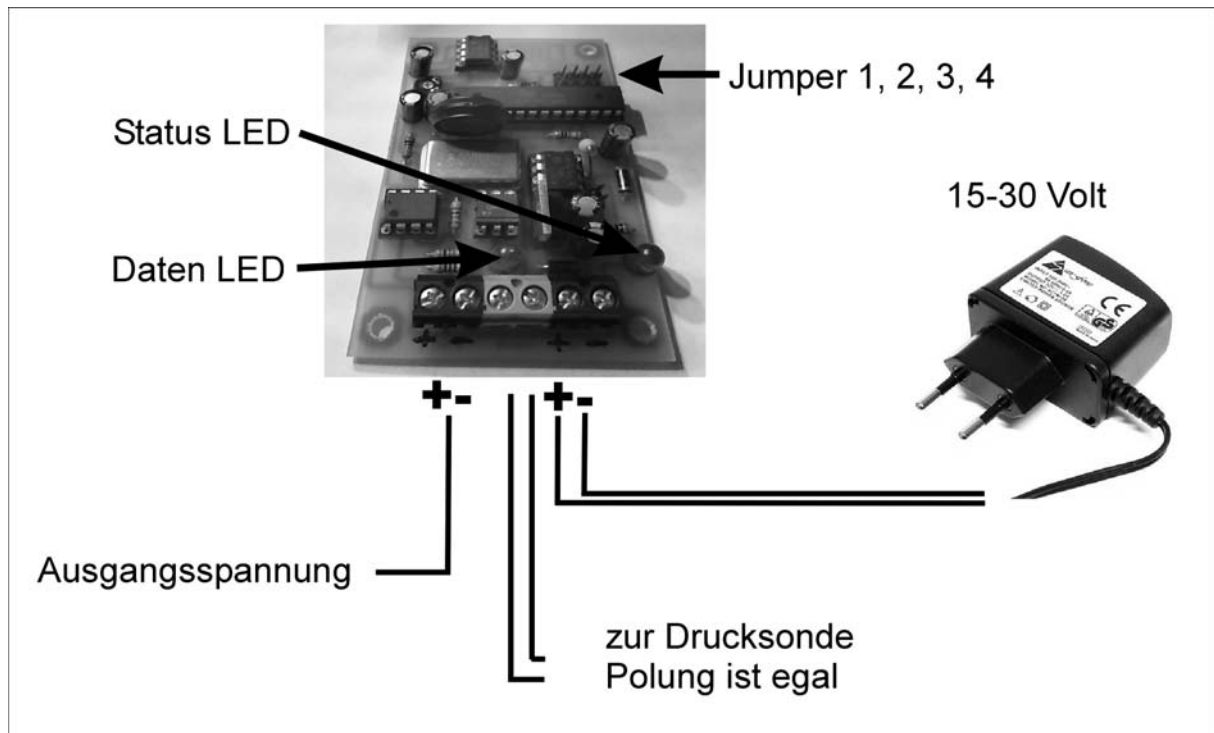
Diese Funktion ist aus einer Zeit, als es die automatische Maximalfüllstandsjustage noch nicht gegeben hat. (Version 1.00a-1.00d)

Spezielle Justagefunktion bei der Montage in einer nur teilbefüllten Zisterne. Voraussetzung ist, dass Sie dem Steuermodul die drei Werte der Start- / Erstjustage angelernt haben und die Zisterne mindestens halb gefüllt ist.

Schalterfunktion 0010

- Spannung abschalten
- Nur Schalter 3 einschalten
- Spannung einschalten, Status LED leuchtet dauerhaft
- Schalter 3 aus
- Status LED geht aus
- Mindestens 60 Sekunden warten
- Es wird eine Spannung von 10 Volt ausgegeben, da das Steuermodul annimmt, dass die Zisterne 100%-ig voll ist
- Wenn nun der Schalter 4 (rechts) ein ist, verringert sich der Spannungswert von 10 Volt langsam.
- Lassen Sie den Schalter solange ein, bis die passende Spannung angezeigt wird. (wenn die Zisterne nur 85% gefüllt ist, warten Sie bis sich der Spannungswert von 8,5 Volt einstellt)
- Wenn der Schalter aus ist, bleibt der Spannungswert konstant

- Man kann nun jederzeit den Schalter 4 einschalten um den Spannungswert weiter zu verringern aber auch den Schalter 1 (links) verwenden, um den Wert wieder zu erhöhen
- Spannung wieder abschalten



Bauteile Steuermodul:

100 Ohm	1	braun,schwarz,schwarz,schwarz,braun
1K	1	braun,schwarz,schwarz,braun,braun
10K	4	braun,schwarz,schwarz,rot,braun
10K (liegend Regelw.)	1	
10µ/50V	4	
47µ/50V	1	
100µ/35V	2	
1N4001	1	Verpolungsschutz
1N5819	1	für Schaltregler
MPX4250A	1	Drucksensor
CNY17-3	1	Optokoppler
Drossel 220µH	1	wie ein dicker Widerstand (rot,rot,braun,gold)
LM2574N5	1	Schaltregler
ICL7660	1	
µA7812	1	Längsregler
ATMEGA8	1	
Oszillator 8MHz	1	
LED rot	2	
Schraubklemmen (2polig)	3	2xschwarz 1xorange
Buchsenleiste 2polig	1	
Buchsenleiste 8polig	1	Schalterleiste
Leiterplatte	1	
Schalter	4	
IC Fassung 6 polig	1	
IC Fassung 8 polig	3	
IC Fassung 28 polig	1	