

Quelle: Messen Sie den pH-Wert mit einer kostengünstigen Arduino pH-Sensorplatine – E-Tinkers

<https://www.e-tinkers.com/2019/11/measure-ph-with-a-low-cost-arduino-ph-sensor-board/>

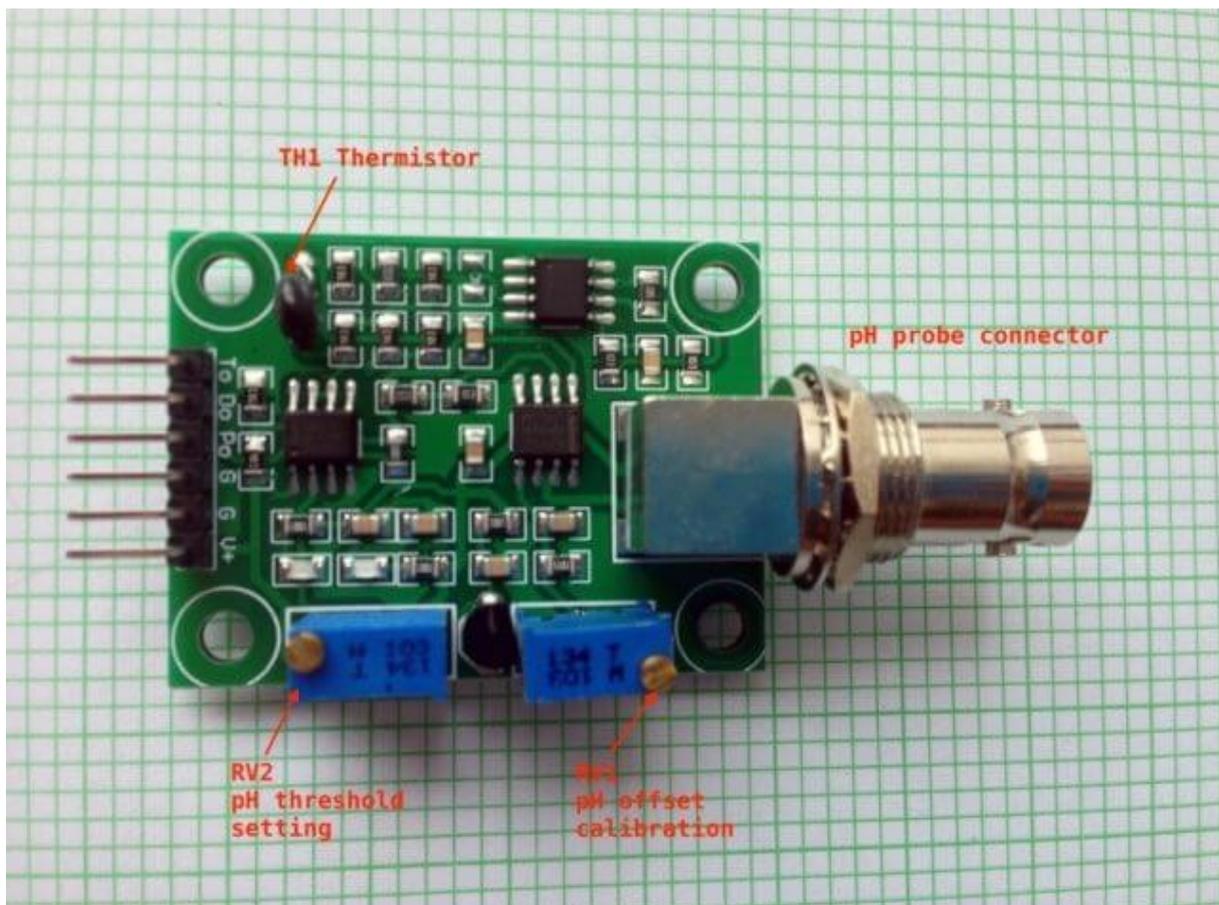
Pauschal mit Google auf Deutsch übersetzt – ohne Korrekturen ect. (1:1 Übersetzung)

Dies nur zur Übersetzung und zum Verständnis...

Messen Sie den pH-Wert mit einer kostengünstigen Arduino-pH-Sensorplatine

30. November 2019 in [Arduino](#), [Hydroponik](#), [IoT-Sensoren](#), [ph Sensor](#) 2766 Wörter

[teilen](#) [Tweet](#) [whatsapp](#)



Ich habe kürzlich ein Arduino pH-Sensor-Kit zur Messung des pH-Wertes meines hydroponischen Setups gekauft, es ist billig, hat aber sehr wenig Informationen / Dokumente zur Verwendung, also beschloss ich, es selbst herauszufinden, wie es funktioniert und wie man es benutzt.

Beliebte pH-Messkits für Arduino

Wenn Sie im Internet nach einem pH-Sensor mit Arduino suchen, sehen Sie wahrscheinlich 3 wichtige kommerziell erhältliche oder in Massenproduktion hergestellte Lösungen:

[Atlas Scientific](#) bietet ein hochwertiges und gut durchdachtes Sensor-Kit für die pH-Messung. Das [Gravity Analog pH Kit](#) besteht aus einem pH-Sensor und einer Schnittstellenplatine für Verbraucher sowie 3 Paketen Kalibrierpufferlösungen, die 65,00 US-Dollar kosten. Atlas Scientific Hardware ist von hoher Qualität, scheint aber nicht Open Source zu sein.

[DFRobot](#) hat auch eine Lösung mit dem gleichen Namen Gravity (warum?) wie Atlas Scientific. Seine Version 1 [Gravity: Analog pH Sensor Kit](#) besteht aus pH-Sonde plus Sensorplatine und kostet \$ 29.50. Es gibt eine Version 2 von [Gravity: Analog pH Sensor Kit](#), die mit dem Board mit verbessertem Design bei \$ 39.50 geliefert wird, indem Pufferlösungen und Befestigungsschrauben für das Board enthalten sind. DFRobot veröffentlichte seinen Schaltplan, das PCB-Layout und den Arduino-Code für Version 1 auf seiner Website und seinem Github unter GPL2-Lizenz. Aber es veröffentlicht nur das PCB-Layout für Version 2 ohne Schaltplan, so dass ich nicht weiß, was genau im Design für die Version 2 verbessert wurde.

Das dritte allgemein verfügbare pH-Sensor-Kit für Arduino, das Sie fast auf allen E-Commerce-Marktplätzen wie Taobao, AliExpress und Amazon sehen, ist dieses "mysteriöse" pH-Sensor-Kit, das ich gekauft habe. Sie können es bei so niedrig wie \$ 17.00 für eine pH-Sonde mit der Sensorplatine finden. Es ist "mysteriös", weil es scheint, dass es mehrere chinesische Hersteller gibt, die das gleiche Board produzieren, aber ich kann nicht wirklich herausfinden, welche Firma das Design tatsächlich besitzt. Ich kaufte es trotzdem mit dem Gedanken, dass, wenn ich verstehen könnte, wie die pH-Sonde funktioniert und mit ein wenig "Reverse-Engineering" des Schaltungsdesigns, um mir zu helfen, die Schaltung besser zu verstehen, dann sollte ich in der Lage sein, herauszufinden, wie es funktioniert. Das passt gut zu meinem Bastlergeist...

Abgesehen von diesen drei allgemein verfügbaren pH-Sensor-Kits gibt es andere auf dem Markt, aber sie sind relativ Nische mit begrenzter Verbreitung.

Wenn Sie sich für pH-Messung oder pH-Sensorplatine interessieren, lesen Sie bitte weiter auf [Ein Überblick über Seeed Studio pH- und eC-Sensor-Kits - Teil 1](#).

Wie funktioniert die pH-Sonde elektronisch?

Eine pH-Sonde besteht aus zwei Hauptteilen: einer Glaselektrode und einer Referenzelektrode, wie im Bild unten gezeigt. Ich bin nicht sehr gut in Chemie, also werde ich nicht versuchen, es so zu erklären, dieser [pH-Theorie-Leitfaden](#) bietet eine sehr umfassende Erklärung über die Theorie dahinter. Kurz gesagt, der pH-Wert wird

im Wesentlichen durch Messung der Spannungsdifferenz zwischen diesen beiden Elektroden bestimmt.

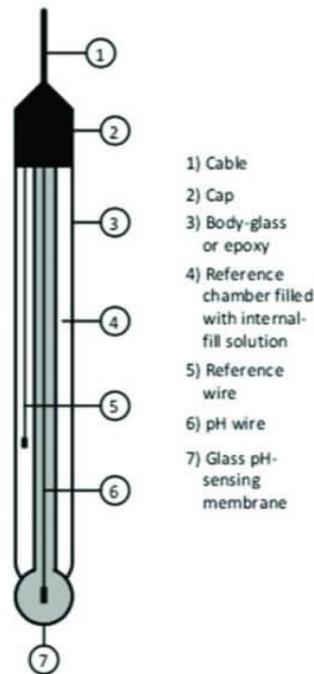


Figure 1. Typical pH Glass Electrode

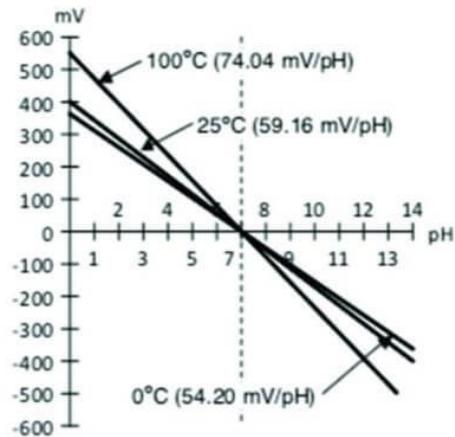


Figure 2. pH-Electrode Transfer Function

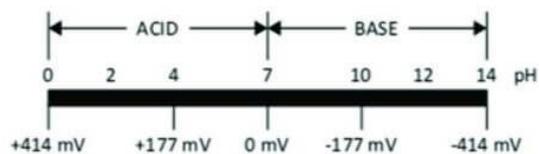


Figure 3. pH Scale

Source: AN-1852 Designing With pH Electrodes, Texas Instruments

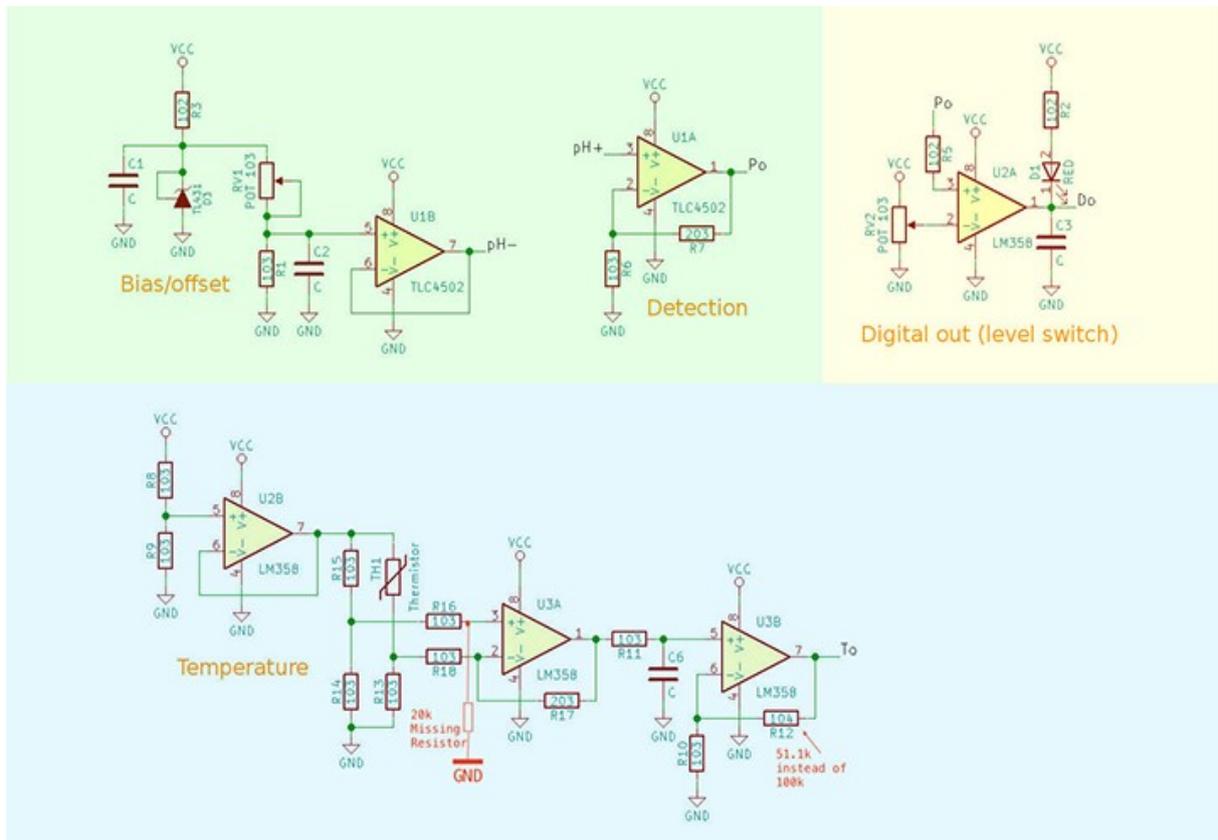
Typische pH-Sonde und Eigenschaften

Die pH-Sonde ist ein passiver Sensor, was bedeutet, dass keine Anregungsspannung oder Strom benötigt wird. Es erzeugt einen Spannungsausgang, der linear vom pH-Wert der zu messenden Lösung abhängt. Eine ideale pH-Sonde erzeugt 0 V-Ausgang, wenn der pH-Wert bei 7 liegt, und sie erzeugt eine positive Spannung (einige hundert Mili-Volt), wenn der pH-Wert sinkt, und ein negatives Spannungsniveau, wenn der pH-Wert steigt, was durch die Wasserstoffionen verursacht wird, die sich an der Außenseite (und im Inneren) der Membranglassspitze der pH-Sonde bilden, wenn die Membran mit Lösung in Kontakt kommt. Die Quellimpedanz einer pH-Sonde ist sehr hoch, da der dünne Glaskolben einen großen Widerstand aufweist, der typischerweise im Bereich von 10 MΩ bis 1000 MΩ liegt. Jede Messschaltung, die an die Sonde angeschlossen wird, muss hochimpedanz sein, um den Belastungseffekt der Schaltung zu minimieren.

Hardware – Die pH-Sensorplatine erklärt

Die pH-Sensorplatine, die ich gekauft habe, kam ohne Benutzerhandbuch, Schaltplan oder Beispielcode. Ich bat den kleinen chinesischen Verkäufer vergeblich um Informationen. Ich beschloss, das schematische Diagramm "zurückzuentwickeln", aber schließlich finde ich das schematische Diagramm im Anhang dieser [Arduino-](#)

Forumsdiskussion. Die pH-Sensorplatine kann je nach Funktionalität in 3 verschiedene Abschnitte unterteilt werden. Ich färbe die drei Schlüsselabschnitte mit unterschiedlicher Farbe für die Diskussion hier.



Funktionale Highlights der pH-Sensorplatine

pH-Messkreis

Der hellgrüne Abschnitt mit dem hochfesten Operationsverstärker TLC4502 besteht im Wesentlichen aus einem Spannungsteiler und einem Unity-Gain-Verstärker. Der pH-Ausgang (Po) lieferte einen analogen Ausgang für die pH-Messung. Da die pH-Sonde zwischen positiver und negativer Spannung schwankt und der TLC4502 mit einer einzigen Stromquelle betrieben wird, wird die Hälfte des TLC4502 als Spannungsteiler verwendet, um eine Referenzspannung von 2,5 V bereitzustellen, um den pH-Sondeneingang zu "schweben", so dass der Ausgang von Po basierend auf dem pH-Wert +/-2,5 V beträgt. **Ein Potentiometer RV1 wird für Kalibrierungszwecke verwendet, auf die ich später näher eingehen werde.**

Dieser Teil der Schaltung ist gut konzipiert und alles, was er für die Messung des pH-Wertes benötigt. Die anderen Teile des Boards sind meiner Meinung nach nicht gut gestaltet und irgendwie in der Kategorie "nice-to-have" und nicht wesentlich.

pH-Schwellenwert-Erkennungsschaltung

Der gelbe Abschnitt bietet eine pH-Schwellenwert-Erkennungs-/Benachrichtigungsschaltung. **Zum Beispiel können Sie das Potentiometer RV2 so einstellen, dass bei Erreichen eines Schwellenwerts (z. B. 7,5) die ROTE LED D1 eingeschaltet wird (Digitaler Ausgang von hoch auf niedrig geändert).** Alternativ

können Sie es verwenden, um die untere pH-Schwelle zu erkennen, z. B. wenn der pH-Wert unter 5,5 liegt, wird die ROTE LED ausgeschaltet und **ändert** sich von niedrig zu hoch. Aber Sie können mit dieser Schaltung nicht sowohl untere als auch obere Schwellenwerte festlegen. Meiner Meinung nach wird es einfacher sein, nur eine Softwarelösung als diese Hardwarelösung für die Schwellenwernererkennung zu verwenden.

Temperatur-Messkreis

Der hellblaue/cyanfarbene Abschnitt der Platine besteht aus 1 und einem halben LM358 OpAmp und bietet einen analogen Messwert bei **To**. U2B von LM358 fungiert als nicht so genauer Spannungsteiler und liefert eine Spannungsreferenz von 2,5 V zu einer [Wheatstone-Brücke](#), die aus R13 – R15 und einem Thermistor TH1 besteht. Der U3A verhält sich wie ein differenzieller OpAmp, der Ausgang wird dann durch einen Tiefpassfilter geleitet und durch einen nicht invertierenden OpAmp U3B weiter verstärkt. Dieser gesamte Kreislauf hat nichts mit der pH-Messung zu tun, zumindest nicht direkt. Ich werde gegen Ende dieses Artikels darüber sprechen.

Der einzige Grund für die Messung der Temperatur im Zusammenhang mit der Messung des pH-Wertes ist, dass sich diese pH-Kurvenneigung ändert, wenn sich die Temperatur zwischen 0 und 100 Grad Celsius ändert. Es ist daher wichtig, die Temperatur der Lösung zu messen und den Temperaturkompensationsfaktor in die pH-Berechnung einzubeziehen.

Eine interessante Sache ist, dass alle Hersteller für dieses Board-Design, die ich auf dem Markt gesehen habe, das Thermistor-Lot auf der Platine hatten, anstatt eine wasserdichte Thermistorsonde wie die, die ich in [meinem vorherigen Beitrag](#) beschrieben habe. Durch das Löten des Thermistors an Bord, d.h. der Thermistor misst die Umgebungstemperatur in der Nähe der Platine anstelle der Temperatur der Lösung, in der der pH-Wert gemessen wurde, macht dies einfach keinen Sinn. Dies lässt mich denken, dass all diese chinesischen Hersteller einfach das Design aus einem Schaltplan oder Reverse-Engineering kopieren, ohne den Zweck des Thermistors für die Temperaturmessung im Zusammenhang mit der pH-Messanwendung zu verstehen.

Jetzt habe ich den Schaltplan studiert und verstanden, es ist Zeit, den pH-Sensor zu kalibrieren und einen Code zur Messung des pH-Wertes zu schreiben!

Wie kalibriert man den pH-Sensor?

Wie bereits erwähnt, oszilliert die pH-Sonde durch ihr Design zwischen negativen und positiven Werten. Wenn der pH-Wert bei 7,0 liegt, wird der pH-Ausgang um 2,5 V versetzt, so dass sowohl negative als auch positive Werte, die von der pH-Sonde erzeugt werden, als positive Werte im vollen Bereich dargestellt werden können, was bedeutet, dass, wenn der pH-Wert bei 0 liegt, der **Po** bei 0 V und wenn der pH-Wert bei 14 liegt, der **Po** bei 5 V liegt.

Um sicherzustellen, dass bei einem pH-Wert von 7,0 kalibriert werden kann, können wir den Messwert kalibrieren, um sicherzustellen, dass **Po** bei 2,5 V ist, indem wir die Sonde vom Stromkreis trennen und den inneren Pin des BNC-Anschlusses mit dem äußeren BNC-Ring kurzschließen. Mit einem Multimeter messen Sie den Wert des Po-Pins und stellen Sie das Potentiometer auf 2,5 V ein. Keine Sorge, wenn Sie kein Multimeter haben, können Sie eine Arduino-Skizze schreiben, um den analogen Eingang zu lesen, indem Sie den **Po** an den analogen Eingang **A0** des Arduino anschließen.

ph_calibrate.ino

```
#include <Arduino.h>

const int adcPin = A0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  int adcValue = analogRead(adcPin);

  float phVoltage = (float)adcValue * 5.0 / 1024;

  Serial.print("ADC = "); Serial.print(adcValue);

  Serial.print("; Po = "); Serial.println(phVoltage, 3);

  delay(1000);
}
```

Verbinden Sie **Po** mit Analog Eingang **A0** auf Arduino und **G** mit Arduino **GND**. Führen Sie die Arduino-Skizze aus und öffnen Sie den seriellen Monitor der Arduino-IDE, um den Messwert zu beobachten, stellen Sie das Potentiometer RV1 (das in der Nähe des BNC-Anschlusses auf der Platine) langsam ein, bis der **Po-Wert** 2,50 V beträgt.

Dies setzt voraus, dass alle pH-Sonden gleich sind und bei einem pH-Wert von 7,0 genau 0 V erzeugen, aber in Wirklichkeit unterscheiden sich alle Sonden geringfügig voneinander, insbesondere für pH-Sonden in Verbraucherqualität. Die Temperatur beeinflusst auch den Messwert des pH-Sensors leicht, so dass der bessere Weg ist, eine pH-Pufferlösung von pH = 7,0 zu verwenden, um die Sonde zu kalibrieren. Die

gesamte Pufferlösung enthält die Temperaturkompensationsinformationen auf dem Paket, die Sie für Ihre Kalibrierung berücksichtigen können.



pH-Pufferlösung zur Kalibrierung

pH-Pufferpakete für Kalibrierzwecke in flüssiger Form oder in Pulverform erhältlich, flüssigkeitspackung ist einfach zu bedienen, aber Pulverpackung ist gut für die Lagerung. Diese Lösungen werden in verschiedenen Werten verkauft, aber die häufigsten sind pH 4,01, pH 6,86 und pH 9,18.

pH-Werte sind über einen bestimmten Bereich relativ linear (zwischen pH 2 und pH 10), wir benötigen zwei Kalibrierpunkte, um die lineare Linie zu bestimmen, und leiten dann die Steigung der Linie ab, so dass wir jeden pH-Wert mit einem gegebenen Spannungsausgang berechnen können (siehe Abbildung 2 Diagramm oben). Welcher Wert des pH-Puffers für diese zweite Kalibrierung verwendet werden soll, hängt von Ihrer Anwendung ab, wenn Ihre Anwendung zur Messung saurer Lösung ist, verwenden Sie Pufferlösung für $\text{pH} = 4,01$ für die zweite Kalibrierung; wenn Ihre Anwendung hauptsächlich zur Messung von Basis-/Alkaninlösung dient, verwenden Sie für die zweite Kalibrierung eine Pufferlösung von $\text{pH} = 9,18$. In meinem Fall, da Hydrokultur für den Gemüseanbau tendenziell leicht sauer ist und der pH-Wert zwischen 5,5 und 6,5 liegt, verwende ich für meine Kalibrierung $\text{pH} = 4,01$ Pufferlösung.

Um Kreuzkontaminationen zu vermeiden, tauchen Sie die Sonde für ein paar Minuten in destilliertes Wasser, bevor Sie sie in verschiedene Pufferlösungen tauchen. Um die Genauigkeit zu erhöhen, lassen Sie die Sonde einige Minuten in der Pufferlösung bleiben, bevor Sie den Messwert als Ergebnis nehmen.

Verwenden Sie die gleiche Arduino-Skizze, um den Spannungswert für pH = 4,01 zu erhalten, und notiert Sie den Spannungswert, in meinem Fall ist die Spannung 3,06 @ pH = 4,01. Die Spannungswerte bei pH von 4,01 Vph4 und bei pH von 7,0 Vph7 ermöglichen es uns, eine gerade Linie zu zeichnen, und wir können die Spannungsänderung pro pH-Wert m wie möglich erhalten:

$$m = (pH7 - pH4) / (Vph7 - Vph4) /$$

$$m = (7 - 4.01) / (2.5 - 3.05)$$

$$m = -5.436$$

So kann der pH-Wert bei jeder Spannungsmessung bei P_o mit dieser Formel abgeleitet werden:

$$pH = pH7 - (Vph7 - P_o) * m$$

i.e.

$$pH = 7 - (2.5 - P_o) * m$$

pH-Wert messen

Mit der Formel können wir die Arduino-Skizze erstellen, um den pH-Wert basierend auf dem Spannungsmesswert am P_o zu messen.

```
#include <Arduino.h>
```

```
const int adcPin = A0;
```

```
// calculate your own m using ph_calibrate.ino
```

```
// When using the buffer solution of pH4 for calibration, m can be derived as:
```

```
// m = (pH7 - pH4) / (Vph7 - Vph4)
```

```
const float m = -5.436;
```

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  float Po = analogRead(adcPin) * 5.0 / 1024;

  float pHValue = 7 - (2.5 - Po) * m;

  Serial.print("pH value = "); Serial.println(pHValue);

  delay(5000);
}

```

Wie wäre es mit Temperaturmessung?

Wie ich bereits erwähnt habe, macht es keinen Sinn, die Umgebungstemperatur in der Nähe der Leiterplatte zu messen, also habe ich als erstes den On-Board-Thermistor entlötet und durch einen dieser [wasserdichten Thermistoren](#) ersetzt.

Eine [Wheatstone-Brückenschaltung](#) ist nichts anderes als zwei einfache reihenparallele Anordnungen von Widerständen, die zwischen einer Referenzspannungsversorgung und einer Masse verbunden sind und eine Nullspannungsdifferenz zwischen den beiden parallelen Zweigen erzeugen, wenn sie ausgeglichen sind. Wenn einer der Arme der Widerstandsanordnungen aus einem Thermistor besteht, ändert sich sein Widerstand mit der Temperaturänderung, was zu einem Ungleichgewicht von zwei Widerstandsarmen und einer Spannungsdifferenz zwischen den beiden parallelen Zweigen führt, die entsprechend der Änderung des Thermistorwiderstands entsteht, die in direktem Zusammenhang mit der Temperaturänderung steht.

Speziell für diese Schaltung wird die Spannungsreferenz von U2B bereitgestellt, die einen Spannungsteiler bildeten und eine Referenzspannung (nennen wir es V_{ref}) von 2,5 V an Pin 7 von U2B erzeugten. Entsprechend den Eigenschaften des Thermistors hat der Thermistor einen Widerstand von 10k-Ohm bei einer Temperatur von 25 Grad Celsius. Die Wheatstone Bridge wird ausgeglichen und die Ausgangsspannung V_d der Wheatstone Bridge an den Klemmen der Widerstände R16 und R18 wird Null sein und wird über und unter 0 Volt schwingen, wenn sich die Temperatur ändert. Der V_d wird dann durch U3A verstärkt, was ein Differenzverstärker zu sein scheint, der U3B ist ein typischer nicht invertierender Verstärker. Da ich mir über den Gewinn von U3A nicht ganz sicher bin, habe ich mich entschieden, bei [Electrical Engineering](#) StackExchange zu fragen, und ich habe meine Fragen innerhalb einer Stunde beantwortet. Die Schaltung hat eine

Gesamtverstärkung von 14,33, wenn der Thermistor bei 10k liegt (d.h. wenn die Temperatur bei 25 Grad Celsius liegt). Die Verstärkung von U3A ändert sich jedoch, wenn sich der Thermistorwiderstand ändert, offensichtlich ist dies kein sehr gutes Design.

Ich habe auch meinen Verdacht bestätigt, dass zwischen Pin 3 von U3A und Masse auf dem Schaltplan ein 20k-Widerstand fehlt, interessanterweise ist die Leiterplatte so konzipiert, dass sie diesen Widerstand hat, aber wo der Widerstand sein soll, bleibt leer (warum?). Bei weiterer Inspektion der Schaltung habe ich festgestellt, dass der R12 auf der Platine tatsächlich einen Wert von 51,1k anstelle von 100k hat, wie im Schaltplan gezeigt. Der Übergewinn wird also $1,33 + 5,11 + 1 = 7,44$ sein.

Wir können die V_d basierend auf der gemessenen Spannung von T_o ableiten und den Widerstandswert von TH1 bei der Temperatur, bei der T_o gemessen wird, weiter ableiten:

$$V_d = T_o / 7.44$$

$$V_d = V_{ref} * (R_{14} / (R_{14} + R_{15})) - V_{ref} * (R_{13} / (R_{13} + TH1))$$

Die absolute Temperatur T basierend auf der [Steinhart-Hart-Gleichung](#) für die Thermistorberechnung kann dann abgeleitet werden aus:

$$T = 1 / (1/T_o + 1/B * \ln(TH1/R_o))$$

Dabei

gilt: T ist die absolute Temperatur, die in Kelvin gemessen werden soll;

T_o ist die Referenztemperatur in Kelvin bei 25 Grad Celsius;

R_o ist der Thermistorwiderstand bei T_o ;

B ist Beta- oder B-Parameter = 3950, der vom Hersteller in seiner Spezifikation angegeben wird.

Theoretisch besteht der Hauptvorteil der Wheatstone Bridge-Schaltung in ihrer Fähigkeit, im Gegensatz zu einem einfachen Spannungsteiler extrem genaue Messungen durchzuführen, da ein Spannungsteiler oft von der Lastimpedanz des Messkreises beeinflusst wird. In der tatsächlichen Anwendung hängt die Genauigkeit der Wheatstone Bridge stark von der Präzision der Widerstände ab, die zur Bildung der Wheatstone Bridge verwendet werden, der Präzision der Spannungsreferenz sowie der Schaltung, die mit der Wheatstone Bridge verbunden ist. Obwohl ich die Formel zur Messung der Temperatur herausgefunden habe, habe ich den Code zur Berechnung der Temperatur nicht geschrieben, da die Verstärkung von U3A variiert, da der Wert des Thermistors je nach Temperatur variiert. Dies macht das Leseergebnis fast unvorhersehbar und ich werde diese Schaltung wahrscheinlich nicht zur Messung der Wassertemperatur verwenden, ohne das Design weiter zu ändern.

Zusammenfassung

Insgesamt hat diese pH-Sensorplatine ein gutes pH-Messschaltungsdesign, die restlichen Teile der Schaltung sind ziemlich nutzlos und ein wenig überentwickelt. Durch die Beseitigung des schlechten Teils des Schaltungsdesigns und die Beibehaltung des guten Teils könnte es einfacher und vielleicht etwas billiger sein als das aktuelle Design für eine pH-Sensorplatine.

Verwandtes

Thema: [Ein Überblick über Seeed Studio pH- und EC-Sensorkits – Teil 1 \(PH\)](#)".

[Ein Überblick über Seeed Studio pH- und EC-Sensorkits – Teil 2 \(EC\)](#).

Post-Navigation

[Erstellen eines ESP32-Webserver und einer IR-Fernbedienung](#)

[Erste Schritte mit STM32 und Dingen, die Sie beachten müssen](#)

18 Kommentare von Lesern

1.  **Huysonyoung Akihabara**

Februar 20, 2020 bei 11:30 pm

Sehr geehrter Herr!

Es ist ein wirklich hilfreiches Thema. Vielen Dank für Ihr Teilen. Ich habe 1 pH-Meter-Kit seit Sep-2019 bis jetzt gemacht, also habe ich 1 Problem;

Ich habe mit pH7,01 Pufferlösung getestet, es zeigt mir pH = 7,04 bei 2,51V; und mit pH4,01 Pufferlösung bekam ich pH = 3,98 bei 3,02V.

Jetzt nehme ich 1 Liter Abwasserprobe aus der Sammelgrube (Abwassersystem) dann getestet, es zeigte pH = 7,62 bei 2,49V aber ich ließ die pH-Sonde fallen, um direkt mit dem Abwasserbehandlungssystem zu testen, dann zeigte es pH = – 6,68 bei 4,83 V.

Können Sie mir erklären, warum die "Po" -Spannung mit der gleichen Wasserprobe so hoch von 2,49 V auf 4,83 V abfliegt?

Vielen Dank

Antwort

1.  Henry Cheung

Februar 21, 2020 bei 2:42 pm

Ich weiß nicht, was es verursacht hat, aber $\text{pH} = -6,68$ bei 4,83 V liegt im Grunde außerhalb des linearen Bereichs, den die Sonde genau messen könnte, oder Ihre Sonde ist nicht angeschlossen. Messen Sie auch nicht den pH-Wert beim laufenden Durchfluss, da der Wert nicht genau ist, und wenn Sie eine TDS-Sonde haben, legen Sie sie von der pH-Sonde weg.

Antwort

2.  **John Smith**

Juni 1, 2020 bei 11: 05 Uhr

Danke für den schönen Artikel. Ich möchte Folgendes hinzufügen.

Wenn das pH-Sensormodul mit einem Mikrocontroller wie Arduino verwendet wird, können Berechnungen und Kalibrierungen vereinfacht werden, indem die Spannungsberechnung entfällt. Bei der Kalibrierung mit 7,0 pH-Lösung kann RV1 nur dann darauf abgestimmt werden. Die Piste $\text{float pHVoltage} = (\text{float})\text{adcValue} * 5.0 / 1024 = 2.5\text{adcValue} = 512$

$$m = (\text{pH7} - \text{pH4}) / (\text{adc7Value} - \text{adc4Value})$$

kann in Gleichungen verwendet werden

$$\text{pH} = \text{pH7} - (\text{adc7Value} - \text{adcValue}) * m = 7 - (512 - \text{adcValue}) * m$$

Ich denke, die Spannungsberechnung ist nützlich, wenn jemand eine Schaltung ohne Software entwirft, und in diesem Fall kann das Signal von "Do" verwendet werden, um ein Gerät wie ein Relais auszulösen, um etwas ein- / auszuschalten. Je nach Schaltung kann ein Aktiv-Hoch- oder Einschaltrelais verwendet werden.

Antwort

1.  [Henry Cheung](#)

Juni 2, 2020 bei 11: 03 Uhr

Danke für den Kommentar.

Auf "Do" hat es [Hysterese-Effekt](#), dh wenn Sie erwarten, dass es etwas auslöst, wenn ein Wert bis zu einem bestimmten Punkt erreicht ist, ist es nicht notwendig, dass es am selben Punkt ausgelöst wird, an dem der Wert zurückfällt. Ich persönlich bevorzuge also eine Softwarelösung als das "Do".

[Antwort](#)

1.  **John Smith**

Juni 3, 2020 bei 2:09 pm

Auch ich bevorzuge den Software-Ansatz. Viele dieser Boards basieren auf abgelaufenen Patenten, deshalb sind sie "low-cost". Das heißt, sie sind alt und damals war Software nicht weit verbreitet. Die meisten Schaltungen wurden auf der Grundlage von Hardware entwickelt und ausgeführt. Ich könnte mir ein paar Anwendungen vorstellen, die die Funktion nutzen könnten. Natürlich kann Genauigkeit erreicht werden, nicht mit der Geschwindigkeit, die wir gewohnt sind, aber genug, um die Bedürfnisse zu befriedigen.

[Antwort](#)

3.  **Dan**

Juni 18, 2020 bei 6: 16 Uhr

Hallo,
toller Artikel.

Der pH-Wert ändert sich mit der Temperatur. wie würden wir eine temporäre Kompensation auf die pH-Werte anwenden?

Danke

Antwort

1.  **Henry Cheung**

Juni 21, 2020 bei 12:40 pm

Die PH-Variation aufgrund der Temperatur ist weniger signifikant als bei der EC-Messung, zum Beispiel, ph von 4,00 bei 25 Grad C wird etwa 4,01 @ 30 C betragen und um 0,01 für ca. jede 5 Grad Temperaturänderung steigen, aber es bleibt bei etwa 4,00 im Bereich zwischen 10 - 25 C. Also werde ich den Temperaturfaktor bei der ph-Messung einfach ignorieren, es sei denn, Sie messen ph über 30 Grad C oder unter 10 Grad C. Ich werde der Temperaturmessschaltung für diese spezielle Platine aus dem Grund, den ich in meinem Artikel erwähnt habe, nicht vertrauen. Wenn Sie wirklich eine Temperaturmessung wünschen, holen Sie sich eine wasserdichte DS18B20.

Antwort

2.  **Jäger Lu**

Juli 26, 2020 bei 7:26 pm

Hallo

Schauen Sie sich die unten verlinkte PDF-Datei an, die ein Formular zur Anwendung einer temporären Entschädigung enthält.

<https://www.hach.com/quick.search-download.search.jsa?keywords=pH>

Antwort

4.  Chan

Juni 22, 2020 bei 3: 18 Uhr

Hallo Henry, ich bin kein Experte,
aber ich möchte einen intelligenten PH- und EC-Sensor
bauen, der mir hilft, die Wassernährstoffe und PH-Werte für
ein Indoor-Hydrokultursystem zu regulieren.
Können Sie mich auf einem wirtschaftlichen Weg führen, um
dies zu erreichen?
Grüße
Chan

Antwort

5.  Jäger Lu

Juli 26, 2020 bei 7:22 pm

Hallo

Vielen Dank für den Beitrag und die Diskussion, auch ich habe
die gesamte Schaltung für die PH-Messung dupliziert und den
wasserdichten DS18B20- und EC-Sensor auf der Leiterplatte
hinzugefügt, in dem ich plante, ein Öko-Messsystem für die
Messung im Türpflanzenanbau zu bauen. Alles funktionierte
gut, aber
ich hatte zwei Probleme: 1. Große Variationen der PH-
Wertausgabe, die allein ohne DS18B20 und EC-Sensor
gemessen wurden, nicht sicher warum, da ich keinen
Oszillator habe, konnte ich nicht identifizieren, woher die
Variation kommt, vielleicht könnten Sie dabei helfen.
2. Alle 3 Sensoren zusammen, DS18B20 und EC-Sensoren
funktionieren gut, aber PH-Sensor bekam erhebliche
Interferenzen durch DS18B20 und EC-Sensor, was vernünftig
zu sein scheint (jeder von ihnen emittierte Potenzial in Lösung
mit Auswirkungen auf den Mikrospannungspegel PH-Sensor.
Ich muss den DS18B20- und EC-Sensor über die Arduino-
Software und die Hardware-Schalterschaltung isolieren /
trennen.

Die Kalibrierung des PH-Sensors verlief gut, die ich mit Standard-Pufferauflösung verwendete, gab die Daten genau wie erwartet aus, aber als ich sie in ein Glas mit Leitungswasser legte, gab es große Variationen, wie ich oben erwähnt habe...

Würde mich freuen, wenn mir jemand helfen könnte.

Antwort

1.  Henry Cheung

Juli 26, 2020 bei 8:29 pm

Die Dinge, die mir einfällt 1) PH-Sensor funktioniert nicht gut mit fließendem Wasser oder in einem Strom. 2) Welche MCU verwenden Sie? Arduino? Ich würde vorschlagen, dass Sie einen 10uF- und einen 100nF-Kondensator parallel an der PH-Sensorplatine Vcc und Ground hinzufügen. 3) Wenn Sie eine andere PH-Sensorplatine als dieses Design verwenden, stellen Sie sicher, dass die Ausgangsimpedanz der Platine, die in den ADC von Arduino eingespeist wird, weniger als 10k Ohm beträgt, Sie können über meine jüngsten Erfahrungen bei der Evaluierung der pH-Sensorplatine von Seeed Studio für das Problem lesen, auf das ich gestoßen bin.

Ich habe kein Problem damit, DS18B20 Temperatursensor zusammen mit PH-Sensor zu haben, eigentlich in meinem Setup, mein PH-Sensor ist direkt neben dem DS18B20 mit weniger als 1cm Abstand, DS18B20 sollte sich vom EC-Sensor fernhalten, da der EC-Sensor ein Magnet- / Elektrodenfeld um seine Spitze erzeugt.

Antwort

6.  **Jäger Lu**

Juli 26, 2020 bei 10:59 pm

Danke für die schnelle Antwort, Henry.

Meiner Meinung nach schalten DS18B20 und EC-Sensor einmal ein und haben einen direkten Aufprall auf den PH-Sensor. Wie durch Ihren Kommentar bestätigt, kann ich verstehen, dass der EC-Sensor Auswirkungen auf den PH-Sensor hat, DS18B20 sollte keine Auswirkungen auf den PH-Sensor haben, ich verstehe diesen Teil nicht, muss herausfinden. Eine weitere Alternative ist die Verwendung des wasserdichten Thermowiderstands B 3950 mit Schraubnuss für eine einfache Installation.

Ich mache tatsächlich ein Board mit allen Komponenten auf einschließlich PH, EC-Sensorschaltungen, mit ATMEGA328P MCU als Arduino Nano simulieren. 10uF und 100nF zu VCC des Verstärkers CD4052 hinzuzufügen ist eine gute Idee, irgendwie habe ich es verpasst. Das Layout muss verbessert werden, damit der CD4052 näher am PH-BNC-Steckplatz end ist.

Ich habe das ADC-Problem mit dem Im impedance-Problem nicht erlebt, werde Ihren Blog später als Referenz überprüfen.

Tolle Kommentare, danke Henry.

[Antwort](#)

7.  **Mohamad**

Oktober 17, 2020 bei 1:46 pm

Ich habe in meiner Forschung erwähnt, dass der Temperatursensor entfernt wird und ich einen anderen Sensor installiert Kann der Sensor an Ort und Stelle belassen und die gemessene Temperatur angepasst werden?
Wie wirkt sich die Temperatur auf den pH-Wert aus?

[Antwort](#)

1.  **Henry Cheung**

Oktober 18, 2020 bei 8: 34 Uhr

In Abhängigkeit vom pH-Wert von der Temperatur sollten Sie das Benutzerhandbuch ihres

Sondenherstellern konsultieren. Im Allgemeinen liegt der pH-Wert von reinem Wasser beispielsweise bei 0 °C bei etwa 7,47. Bei 25 °C sind es 7,00 und bei 100 °C 6,14. Für die praktische Anwendung hängt es davon ab, wo sich Ihre Region befindet, ich lebe in tropischen Regionen und siehe meine Antwort auf Frage 3 oben.

Antwort

8.  **Gennadiy**

April 11, 2021 bei 4: 52 Uhr

Hallo Henry!

Zuallererst möchte ich sagen, dass es sehr sehr nützliche Informationen sind - wirklich zu schätzen.

Ich mache das letzte Jahr Projekt - automatisches Steuerungssystem für Hydrokultur.

Wie Sie zu Beginn des Beitrags geschrieben haben, gibt es sehr wenig – fast keine Informationen darüber, wie man diese Sensoren richtig kalibriert. Ihr Beitrag ist sehr informativ, aber trotzdem konnte ich den Punkt über Temperaturkompensation nicht herausfinden.

Können Sie es bitte klären? Von dem, was ich verstanden habe, ist, dass Sie keinen Code für Temp. Kompensation geschrieben haben, aufgrund der Tatsache, dass der eingebaute Thermistor nutzlos ist - becuase er misst Umgebungstemperatur. (nicht in Wasser).

Ich möchte eine präzise Kalibrierung an meinem EC-Sensor vornehmen und habe einen tauchfähigen DS18B20-Sensor erhalten.

Sollte ich den T1-Pin (Temperatur out) am EC-Sensor nicht angeschlossen haben? Oder wenn ich es nicht verwenden möchte - verbinden Sie sich mit GND?

Jede Hilfe wird geschätzt.

Antwort

1.  Henry Cheung

April 11, 2021 bei 8:14 pm

Ich habe ein paar Gründe angegeben, warum ich keine Temperaturkompensation bei pH-Messungen in den Kommentaren gemacht habe, Sie können nach oben scrollen und es lesen. Für den EC bin ich mir nicht sicher, welchen EC-Sensor Sie verwenden, daher kann ich nicht wirklich kommentieren, wie er angeschlossen werden sollte, im Allgemeinen, wenn Sie ihn nicht verwenden, lassen Sie ihn offen, sollte es in Ordnung sein. Sie können auch meinen anderen [Beitrag](#) lesen, der eine wasserdichte DS18B20 mit einem EC-Sensor verwendet.

[Antwort](#)

9.  **Steve**

April 26, 2021 bei 2:40 pm

Hallo Henry,
ich fand deinen Artikel wirklich sehr interessant.
Ich habe alle Schritte in Ihrem Artikel befolgt, ich erkannte, dass, wenn ich das BNC-Signal kurzfolge, um die 2,5-Volt-Einstellung vorzunehmen, die maximale Reichweite, die ich durch einstellen des Trimmers erhalten kann, 2,4- 4,99 Volt beträgt. Mein Board geht nicht unter 2,4 Volt.
Glauben Sie, dass es defekt ist?

[Antwort](#)

1.  **Jean-Philippe**

Mai 19, 2021 bei 4: 38 Uhr

Hallo,
ich habe das gleiche Problem bei der Kalibrierung des Minimums, ich kann es 2,6 Volt bekommen, ich kann nicht 2,5 erreichen ...
Für mich ist der Bereich 2,6-4,99