Lötanleitung

Multimate (mit Platine)

Schritt-für-Schritt Anleitung

Bitte sorgfältig lesen, da jeder Schritt für die korrekte Funktionalität des Boards relevant ist.

Stand 4. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 1

Abbildungsverzeichnis 2

1 Einleitung 3

2 Bestückung der Platine 4

2.1 MOSFETs . . . 4
2.2 DCDC Stepup Converter . . . 5
2.3 ESP32 D1 Mini . . . 6
2.4 Stepper . . . 7
2.5 Photosensor . . . 9
2.6 Rührmotor . . . 10
2.7 Buzzer (optional) . . . 11
2.8 Erweiterungs-Platinen . . . 11

3 Hinweise zu Inbetriebnahme und Messoptimierung 14

3.1 Bootprobleme beim ESP . . . 14
3.2 Einstellen des Stepper-Stroms . . . 15
3.3 Drehgeschwindigkeit des Rührmotors . . . 15
3.4 Aufbau der Messzelle . . . 16
3.5 Beheben von starken Messwertschwankungen . . . 17
3.5.1 Optimierung des Rührers . . . 17
3.5.2 Anpassung der BCG-Konzentration . . . 17
3.5.3 Parameter-Tuning . . . 17

4 Haftungsausschluss und Sicherheitshinweise 18

4.1 Allgemeiner Haftungsausschluss . . . 18
4.2 Fachkenntnisse und Zielgruppe . . . 18
4.3 Sicherheit beim Löten . . . 18
4.4 Elektrische Sicherheit . . . 19
4.5 Verwendung im Zusammenhang mit Meerwasseraquarien . . . 19
4.6 Keine Garantie oder Zertifizierung . . . 19
4.7 Haftungsausschluss für Folgeschäden . . . 20
4.8 Eigenverantwortung des Nutzers . . . 20

Abbildungsverzeichnis

1 MOSFETs 4
2 Lötbrücke für Rührmotor 4
3 DCDC Stepup Converter 5
4 ESP32 D1 Mini 6
5 ESP32 D1 Mini mit Pinheader 6
6 Stepper Driver DRV8825 7
7 Microstepping Jumper 7
8 Verkabelung Stepper 8
9 Verkabelung Photosensor 9
10 Verkabelung Rührmotor 10
11 Verkabelung Buzzer 11
12 Aux Buchsenleiste 12
13 Gestapelte Platinen mit Verbindung über Buchsenleiste 12
14 Pinbelegung der Stiftleiste J15 (Aux) 13
15 Belegung der externen Ausgänge und Pumpen-Pins 13
16 Überbrückung Diode 14
17 Anordnung Messzelle 16

1 Einleitung

In diesem Dokument wird Schritt-für-Schritt erklärt wie die elektrischen Komponenten des Multimate in der Konfiguration "Mit-Platine - 8mm-Stepper - Photometriemethode" zusammengelötet werden können. Eine (aktuelle) Einkaufsliste befindet sich auf der Website. Grundsätzlich werden folgende Teile benötigt:

- Multimate Platine
- 2x SOT-23 MOSFET N-CH (z.B. NXP BSS 138P)
- DCDC Stepup Converter 5 V auf 12 V
- ESP32 D1 Mini
- 3x DRV8825 Breakout Board
- 3x 8mm Stepper Peristaltikpumpe
- 4mm DC Motor
- Photosensor
- dünnes Kabel ca. 50cm
- ggf. Widerstandssortiment

Die Reihenfolge der Arbeitsschritte sollte eingehalten werden um das Löten so unproblematisch wie möglich zu gestalten.

Wichtige Hinweise:

- Immer darauf achten, dass das USB Kabel am ESP ausgesteckt ist, bevor gelötet wird.
- Vor dem ersten Einstecken des ESPs Strom an den Stepper auf das Minimum begrenzen.
- Nur auf einer nicht brennbaren Oberfläche Löten, die gesamte Platine kann sehr heiß werden.

2 Bestückung der Platine

2.1 MOSFETs

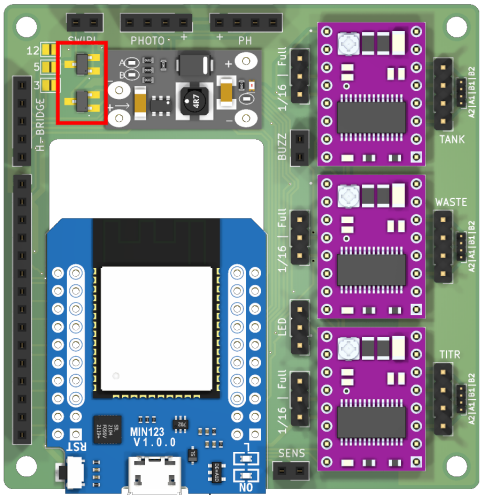

Abb. 1: MOSFETs

Zum Auflöten der MOSFETs (siehe Abbildung 1 roter Kasten) sollte zuerst jeweils auf das einzelne Pad (im Bild links) etwas Lötzinn aufgebracht werden. Daraufhin wird der MOSFET mit einer Pinzette an dem einzelnen Beinchen festgelötet. Die anderen beiden Füßchen können danach mit zusätzlichem Lötzinn festgelötet werden.
Die Versorgungsspannung für den Rührermotor kann über die drei Lötbrücken neben den MOSFETs eingestellt werden. Wird der Motor aus der Bestellliste verwendet, sollte 5V ausgewählt werden (beschriftet mit 5).

! Niemals zwei Lötbrücken gleichzeitig überbrücken !

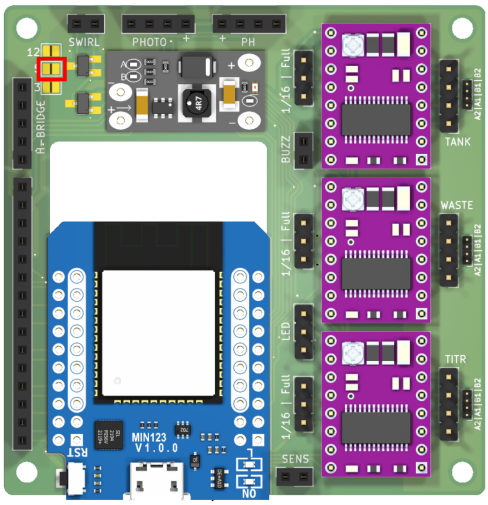

Abb. 2: Lötbrücke für Rührmotor

2.2 DCDC Stepup Converter

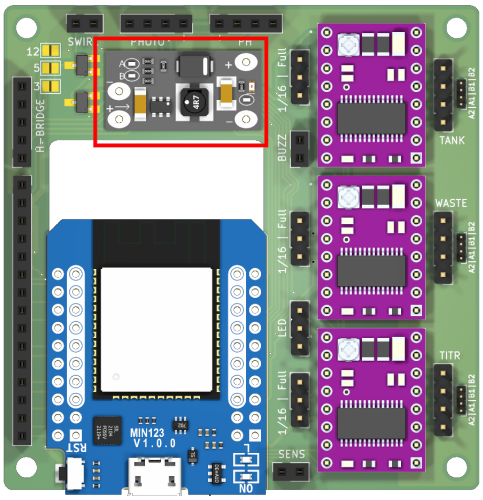

Abb. 3: DCDC Stepup Converter

Der DCDC Converter kann einfach auf die Oberfläche der Platine aufgelötet werden. Es ist dabei wichtig, die Lötpads lang genug mit dem Lötkolben aufzuwärmen, damit das Lötzinn nach unten auf die Platine fließen kann. Ob die Lötstelle gut genug ist, kann man von unten überprüfen. Wenn das Lötpad auf der Platine von unten auch teilweise mit Lötzinn gefüllt ist, ist die Lötstelle ausreichend gut. Kann man die DCDC Platine von unten noch durch das Loch erkennen, muss nochmal mit mehr Lötzinn und längerer Erhitzung mit dem Lötkolben wiederholt werden.

2.3 ESP32 D1 Mini

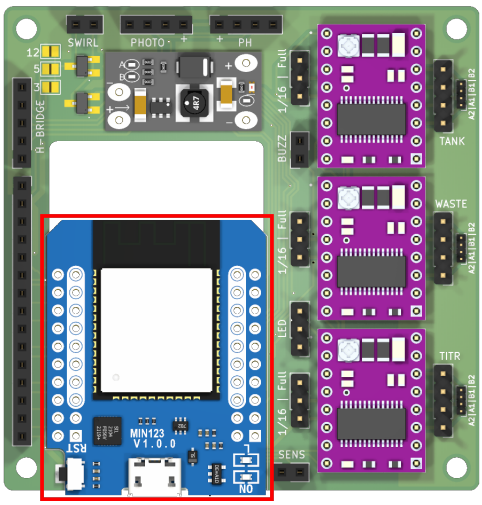

Abb. 4: ESP32 D1 Mini

Der ESP kann sowohl mit als auch ohne Stiftleiste aufgelötet werden. Wichtiger Hinweis: In diesem Fall muss beim Gehäuse darauf geachtet werden, dass die Buchse entsprechend weiter oben ist. Ohne Stiftleiste kann wie beim DCDC-Converter vorgegangen werden. Lötanfängern wird empfohlen mit Stiftleiste zu löten. Dazu muss zuerst eine passende Stiftleiste in das ESP32 Board eingelötet werden (2.54mm Pitch straight male pinheader). Dieser muss ggf. zugekauft werden. Das Board sollte dann wie folgt aussehen:

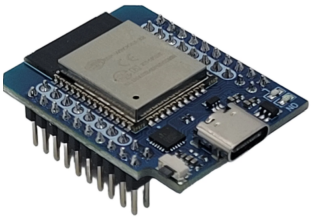

Abb. 5: ESP32 D1 Mini mit Pinheader

Der ESP kann dann auf das Board aufgesteckt werden und Pin für Pin festgelötet werden. Bei Bedarf können die überstehenden Pins auf der Rückseite des Boards abgeknipst werden.
Die Diode auf dem ESP MUSS überbrückt werden. Siehe Abbildung 16.

2.4 Stepper

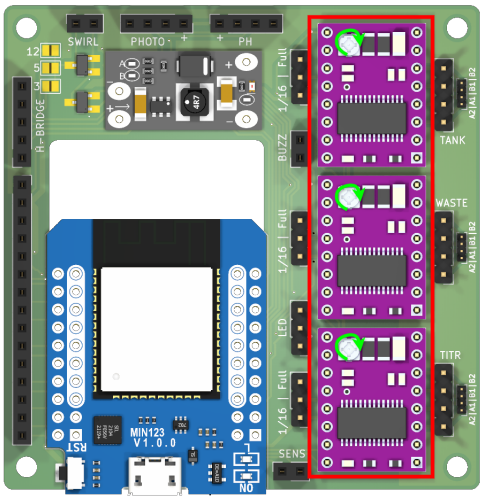

Abb. 6: Stepper Driver DRV8825

Die Stepper Driver können (beim ModuRack Gegäuse) mit Buchsenleisten verbaut, oder einfach durch das Board gesteckt und festgelötet werden (Hangon Gehäuse). Dabei ist zu beachten, dass die Module richtig herum eingelötet werden (siehe Abbildung 6). Dabei können gleich die Potentiometer mit einem kleinen Kreuzschlitzschraubendreher **vorsichtig** im Uhrzeigersinn bis an den Anschlag gedreht werden (siehe grüne Pfeile). Außerdem müssen die Jumper für die Microstepping Auswahl gebrückt werden. Für 1/16 Stepping siehe Abbildung 7. Dazu entweder direkt mit Lötzinn die rot markierten Pins miteinander verbinden, oder ein kurzes Stück Draht dazwischen einlöten.

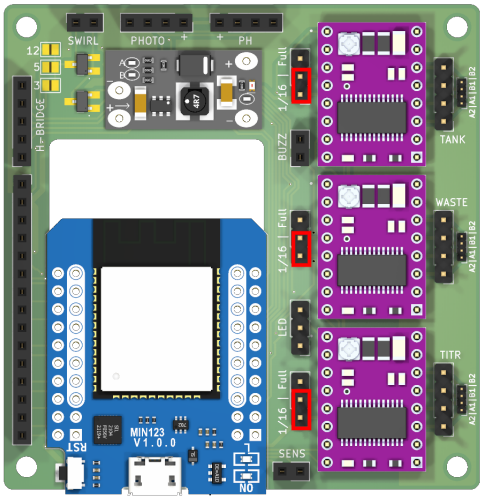

Abb. 7: Microstepping Jumper

Zum Anlöten der Stepper Motoren muss auf die Reihenfolge der Motorkabel geach-

tet werden. Die Reihenfolge ist auch auf der Platine abgebildet (A2|A1|B1|B2). Diese Bezeichnung findet sich auch im Datenblatt des verwendeten Stepper Motors wieder. Für den 8-mm Stepper ist folgende Pinbelegung zu nutzen:

- A2: Schwarz
- A1: Braun
- B1: Weiß
- B2: Rot

Der Stecker des Stepper-Motors wird bündig abgeschnitten und die Kabelenden vorsichtig etwas abisoliert. Die abisolierten Kabel können dann verzinnt und an den 2.54mm Header angelötet werden:

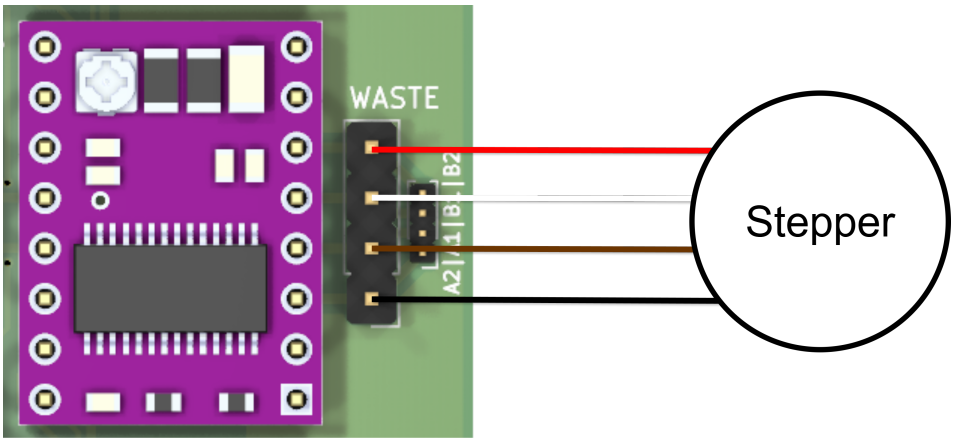

Abb. 8: Verkabelung Stepper

2.5 Photosensor

Der Photosensor muss mit vier Kabeln wie folgt mit dem Board verbunden werden:

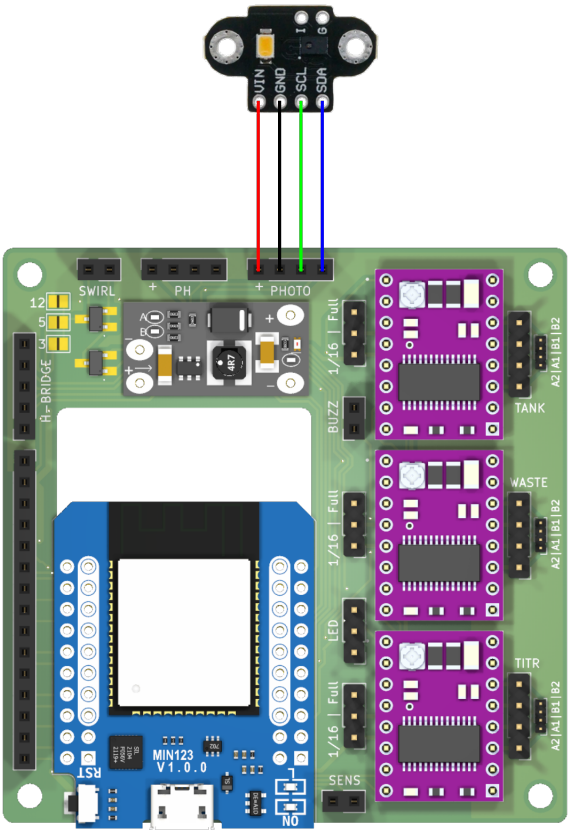

Abb. 9: Verkabelung Photosensor

2.6 Rührmotor

Der Rührmotor muss wie folgt mit dem Board verbunden werden (Kabel muss lang genug gelassen werden):

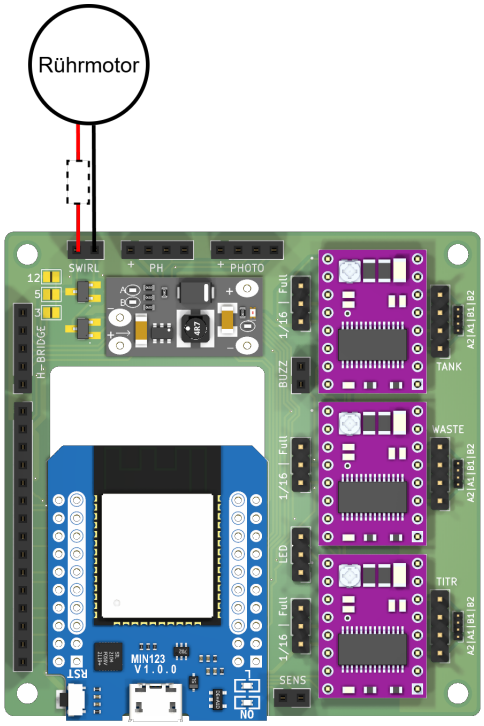

Abb. 10: Verkabelung Rührmotor

Für eine genaue Messung ist es später wichtig, dass sich der Motor relativ langsam um keine Luftblasen zu erzeugen. Sollte sich der Motor mit minimaler PWM-Einstelung immernoch zu schnell drehen, kann wie in Abbildung 10 dargestellt ein Widerstand mit ca. 33 - 100 Ohm eingefügt werden. Hat der Motor Probleme beim Anlaufen, muss ggf. eine höhere PWM gewählt werden, oder mit den Lötjumpern neben den Mosfets eine höhere Spannung ausgewählt werden.

2.7 Buzzer (optional)

Wenn der Multimate Töne abspielen können soll, muss ein Buzzer wie folgt mit dem Board verbunden werden:

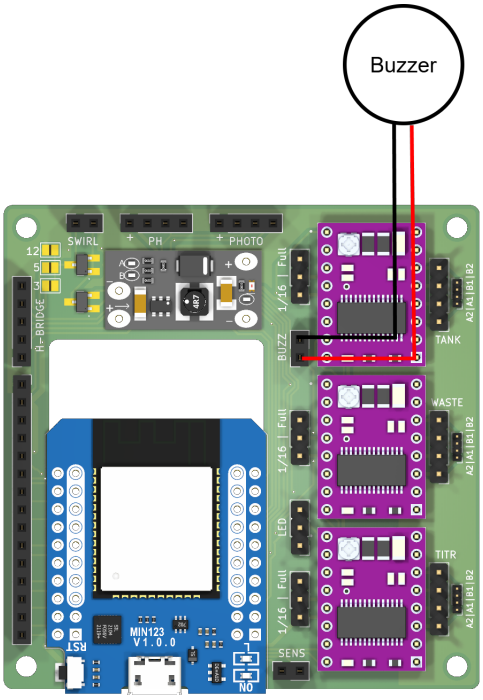

Abb. 11: Verkabelung Buzzer

2.8 Erweiterungs-Platinen

Wenn bspw. für die Phosphatmessung weitere Steppermotoren benötigt werden kann eine weitere Platine mit vereinfachter Bestückung auf die Hauptplatine gestapelt werden. Um diese miteinander zu verbinden kann die Pinleiste am linken Platinenrand direkt neben dem ESP verwendet werden (siehe Abbildung 12).

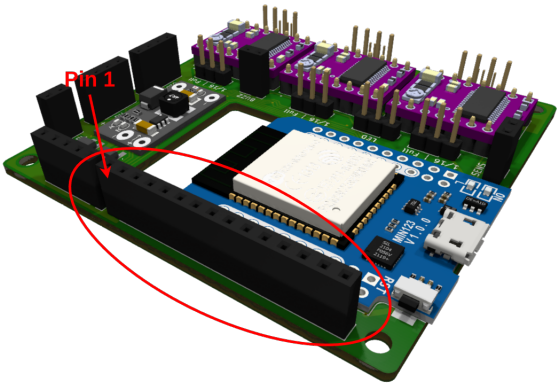

Abb. 12: Aux Buchsenleiste

Statt die Platine mit Schrauben zu befestigen können direkt M3-Abstandsbolzen (z.B. 20mm Länge) eingeschraubt werden. Um die Signale nach oben zu führen empfiehlt es sich stapelbare Buchsenleisten übereinander zu stapeln um auf die gewünschte Höhe zu kommen.

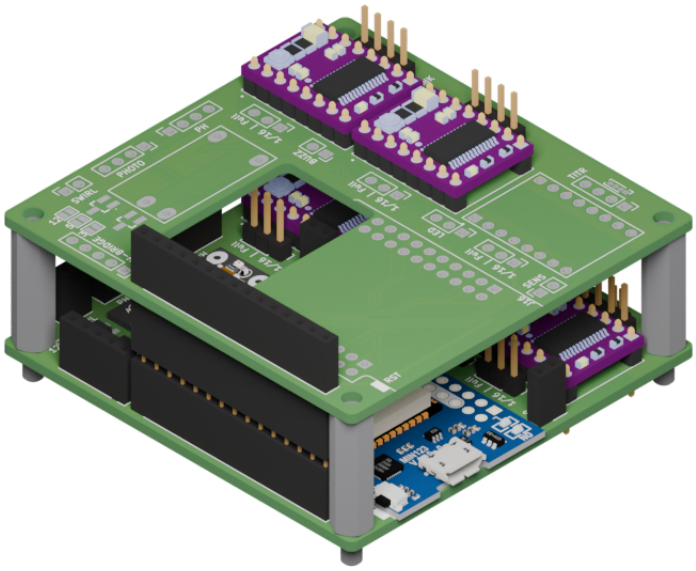

Abb. 13: Gestapelte Platinen mit Verbindung über Buchsenleiste

Dabei ist folgende Pinbelegung zu beachten:

Pin	Signal	Funktion
1	+12V	Versorgung 12 V
2	VUSB	Versorgung USB 5 V
3	+3V3	Versorgung 3,3 V
4	GND	Masse
5	DIR	Schrittmotor Richtung
6	STEP	Schrittmotor Takt
7	EN_EXT1	Enable extern 1
8	EN_EXT2	Enable extern 2
9	EN_EXT3	Enable extern 3
10	EN_EXT4	Enable extern 4
11	EN_EXT5	Enable extern 5
12	EN_EXT6	Enable extern 6
13	EN_EXT7_BUZZ	Enable extern 7 / Buzzer
14	I2C_SDA	I²C Daten
15	I2C_SCL	I²C Takt

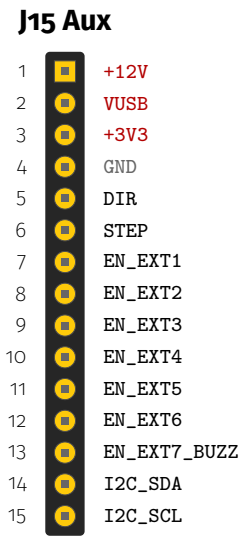

Abb. 14: Pinbelegung der Stiftleiste J15 (Aux)

Um nun einen der EXT-Pins mit einem Pumpenkanal zu verbinden muss ein Kabel vom EXT-Pin mit dem TANK, WASTE oder TITR Pin verbunden werden. Für P04 z.B. EXT3 mit TANK und EXT4 mit WASTE. Dazu kann ein kurzes Stück Kabel verwendet werden. In der folgenden Abbildung ist die Pinbelegung der EXT Pins und der Stepper Pins dargestellt.

Pin	Signal
Externe Ausgänge	
37	EN_EXT1
30	EN_EXT2
6	EN_EXT3
9	EN_EXT4
12	EN_EXT5
13	EN_EXT6
18	EN_EXT7_BUZZ
Pumpen	
32	WASTE
28	TANK
26	TITRATION

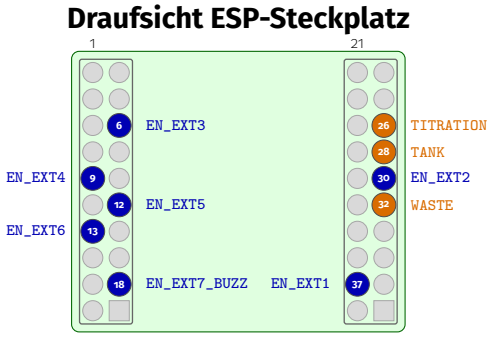

Abb. 15: Belegung der externen Ausgänge und Pumpen-Pins

3 Hinweise zu Inbetriebnahme und Messoptimierung

Vor dem ersten Einstecken nochmal überprüfen, ob der Stepperstrom auf das Minimum begrenzt ist, indem die Potentiometer auf den Treibern vorsichtig bis an den rechten Anschlag gedreht wurden (im Uhrzeigersinn).

3.1 Bootprobleme beim ESP

Das Board wird über USB mit Strom versorgt. Daher ist es wichtig, dass ein ausreichendes USB-Netzteil oder ein gut genuger USB-Ausgang am PC verwendet wird. Sollte das Board nicht booten (und im Terminal die Meldung “Brownout detected “o.Ä. angezeigt werden) liegt dies sehr wahrscheinlich an einer mangelhaften Stromversorgung.
Sollte das Problem auch mit einem anderen USB-Netzteil weiterhin bestehen, kann eine Diode auf dem ESP Board überbrückt werden.

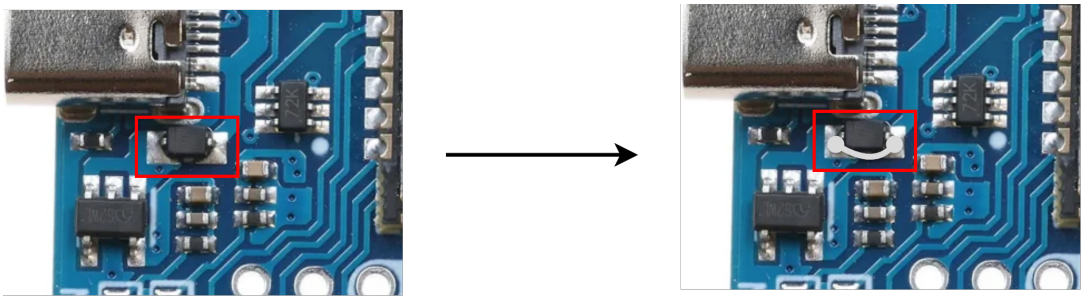

Abb. 16: Überbrückung Diode

Dazu einfach die beiden Diodenpins mit einem kurzen Stück Draht verbinden. Hierbei sollte vorsichtig gearbeitet werden, da sich sonst schnell die umliegenden Bauteile auf der Platine miteinander verbinden oder verschieben können.
Hinweis: Durch das Überbrücken der Diode geht der Verpolschutz des Boards verloren. Dies ist bei der Verwendung von normalen USB-Netzteilen kein Problem.

3.2 Einstellen des Stepper-Stroms

Diesen Schritt erst ausführen, wenn die Firmware bereits erfolgreich installiert und nutzbar ist.

Um den minimal nötigen Stepperstrom einzustellen, können die einzelnen Motoren über das Webinterface angesteuert werden. Diese müssen dazu als Stepper konfiguriert werden auf **1/16** Microstepping und einer Geschwindigkeit von **ca. 0.5 ml/min**. Die Anzahl der Steps pro ml sollte sich im Bereich **1500000 - 2000000** befinden. Außerdem empfiehlt sich die Funktion **"Anlauf-Rampe (Soft-Start)"**

Wenn der Motor nun manuell angesteuert wird, sollte sich dieser vorerst nicht drehen und auch keine Geräusche von sich geben. Nun kann das Potentiometer Stück-für-Stück gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden, bis der Motor bei manueller Ansteuerung sauber anläuft. Wenn der Motor lange läuft sollte dieser nicht so warm werden, dass man sich daran den Finger verbrennt. Ist dies auch bei minimaler Potentiometereinstellung der Fall, muss die ml/min Geschwindigkeit reduziert werden.

Dieser Schritt muss für jeden Motor separat durchgeführt werden. Die Einstellung kann von Motor zu Motor variieren, da diese auch einer Toleranz in der Mechanik unterliegen.

Es sollte nach jeder Kalibrierung erneut überprüft werden, ob die Motoren zu warm werden.

3.3 Drehgeschwindigkeit des Rührmotors

Für eine stabile Messung ist es sehr wichtig, dass sich der Rührer sowohl sehr rund und nicht zu schnell dreht. Luftblasen und zu viel Strömung in der Küvette stören den Photosensor, da dadurch die Wasseroberfläche aufgewühlt wird und das Licht der LED anders gestreut wird. Die Drehgeschwindigkeit kann über die PWM des Rührmotors konfiguriert werden und sollte so eingestellt werden, dass die Probe im Messintervall ausreichend umgerührt wurde, bzw. gerade so keine zu starken Oberflächenbewegungen entstehen. Dreht sich der Motor auch bei minimaler PWM noch zu schnell, kann wie in Unterabschnitt 2.6 beschrieben ein zusätzlicher Widerstand eingelötet werden. Je tiefer der Rührer in die Probe ragt umso höher kann die Drehgeschwindigkeit gewählt werden, ohne die oben beschriebenen Effekte auszulösen (siehe Unterabschnitt 3.4).

3.4 Aufbau der Messzelle

Die Anordnung des Rührers, der Schläuche und des Sensors in der Messzelle ist essentiell für stabile Messwerte. Folgende Punkte sind zu beachten:

- **Sensorposition:** Der Sensor muss sich möglichst weit unten an der Küvette befinden. Er sollte außerdem senkrecht angebracht werden, wobei die LED oben ist und der Sensor unten. Die Sichtlinie des Sensors und der LED in der Küvette muss frei bleiben.
- **Rührerposition:** Der Rührer sollte sich möglichst nahe am Rand der Küvette befinden (also außerhalb der Sichtlinie des Sensors) und ca. 5mm vom Boden der Küvette entfernt sein.
- **Zuwasserschlauch:** Der Zuwasserschlauch muss so weit oben in der Küvette enden, dass er bei vollem Probenvolumen die Probe nicht berührt.
- **Abwasserschlauch:** Der Abwasserschlauch muss bis zum Boden der Küvette reichen. Durch Anschrägen des Schlauches, oder das Ausschneiden eines Dreiecks aus dem Ende des Schlauches kann sichergestellt werden, dass sich der Schlauch beim Abpumpen nicht am Boden der Küvette fest saugt.
- **Titrationsschlauch:** Der Titrationsschlauch sollte in der Nähe des Rührers enden, damit die Säure direkt gleichmäßig verteilt werden kann.

Hier geht's zur Aufbauanleitung ▶. So sollte die Messzelle am Ende aussehen:

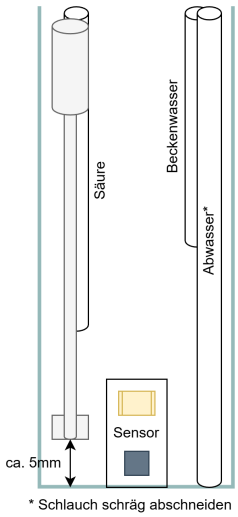

Abb. 17: Anordnung Messzelle

3.5 Beheben von starken Messwertschwankungen

Sollte es während der Titration zu starken Schwankungen des Messwerts kommen können die folgenden Maßnahmen helfen.

3.5.1 Optimierung des Rührers

Siehe Unterabschnitt 3.4 und Unterabschnitt 3.3.

3.5.2 Anpassung der BCG-Konzentration

Je mehr Bromkresolgrün in die Säure gemischt wird, umso stabiler werden die Messwerte. Es empfiehlt sich daher zur Bestimmung der optimalen BCG Konzentration zu Beginn eine Test-Titrationslösung zu mischen. Ein guter Startwert sind 50ml BCG pro Liter 0.01-N mol Salzsäure. Sollten nach der Optimierung des Messzelle, bzw. Rührer- und Sensorpsoition und -Einstellungen immernoch starke Schwankungen auftreten, kann die BCG-Konzentration in der Test-Titrationslösung schrittweise erhöht werden, bis sich eine stabile Kurve einstellt und die gewünschte Messgenauigkeit erreicht wird.

3.5.3 Parameter-Tuning

Zum Schluss können noch die Titrationsparameter angepasst werden. Für diese Parameter gibt es aktuell noch keine allgemeingültigen Optimalwerte. Wer sehr saubere Messergebnisse erhält kann diese Parameter gerne in der Gruppe teilen ;). Es sollten folgende Richtlinien betrachtet werden:

- Wartezeit je Messpuntk auf ca. 3-4 Sekunden
- Peak und Ziel nah beeinander wählen ca. 0.02 voneinander entfernt
- Min und Max Dosis so, dass bei Max nicht überschossen wird, sondern ca 10 Messpunkte mit Min Dosis laufen, Min dosis so hoch, dass es zügig ins Ziel läuft, ohne dass der farbumschlag hängen bleibt (weil er sich zurück ändert)

4 Haftungsausschluss und Sicherheitshinweise

4.1 Allgemeiner Haftungsausschluss

Der Herausgeber übernimmt keinerlei Gewähr für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität der Inhalte. Die Umsetzung der beschriebenen Schritte erfolgt ausdrücklich auf eigene Verantwortung und eigenes Risiko des Nutzers.

Der Nachbau, die Montage sowie der Betrieb des beschriebenen Geräts erfolgen eigenverantwortlich. Für Schäden an Personen, Sachen, Tieren (insbesondere Aquarienbewohnern) oder der Umwelt, die direkt oder indirekt aus der Nutzung dieser Anleitung oder des nachgebauten Geräts entstehen, wird keine Haftung übernommen.

4.2 Fachkenntnisse und Zielgruppe

Diese Anleitung richtet sich an technisch versierte Personen mit Grundkenntnissen im Umgang mit Elektronik, Löttechnik und elektrischen Bauteilen. Unsachgemäße Ausführung kann zu Fehlfunktionen, Schäden oder Gefährdungen führen.

Wenn keine ausreichenden Kenntnisse vorhanden sind, wird dringend empfohlen, eine fachkundige Person hinzuzuziehen.

4.3 Sicherheit beim Löten

Beim Löten entstehen hohe Temperaturen sowie potenziell gesundheitsschädliche Dämpfe. Bitte beachten Sie daher folgende Sicherheitsmaßnahmen:

- Verwenden Sie ausschließlich geeignetes Werkzeug (z. B. temperaturgeregelte Lötstation).
- Arbeiten Sie in gut belüfteten Räumen oder nutzen Sie eine Absaugung.
- Vermeiden Sie Hautkontakt mit heißen Lötspitzen und geschmolzenem Lötzinn (Verbrennungsgefahr).
- Tragen Sie geeignete Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille).
- Halten Sie brennbare Materialien vom Arbeitsplatz fern.
- Lassen Sie Lötgeräte niemals unbeaufsichtigt eingeschaltet.

4.4 Elektrische Sicherheit

- Arbeiten Sie ausschließlich an spannungsfreien Bauteilen.
- Überprüfen Sie alle Verbindungen sorgfältig vor Inbetriebnahme.
- Unsachgemäße Verdrahtung kann Kurzschlüsse, Überhitzung oder Brand verursachen.
- Verwenden Sie nur geprüfte und geeignete Netzteile und Komponenten.
- Das Gerät ist nicht für den Betrieb in feuchter Umgebung ohne entsprechende Schutzmaßnahmen geeignet.

4.5 Verwendung im Zusammenhang mit Meerwasseraquarien

Das selbstgebaute Gerät dient ausschließlich zu Informationszwecken und zur Unterstützung bei der Überwachung von Wasserparametern.

- Die Messwerte können ungenau oder fehlerhaft sein.
- Verlassen Sie sich nicht ausschließlich auf dieses Gerät zur Steuerung kritischer Aquarienparameter.
- Überprüfen Sie wichtige Wasserwerte regelmäßig mit kalibrierten Referenzmessgeräten.
- Eine Fehlfunktion kann zu falschen Messwerten führen und dadurch Aquarienbewohner gefährden.

4.6 Keine Garantie oder Zertifizierung

Das beschriebene DIY-Gerät ist kein zertifiziertes Messinstrument und entspricht möglicherweise nicht geltenden Normen oder gesetzlichen Anforderungen. Es besteht keinerlei Anspruch auf Funktionalität, Genauigkeit oder Sicherheit.

4.7 Haftungsausschluss für Folgeschäden

Jegliche Haftung für direkte, indirekte oder Folgeschäden – einschließlich, aber nicht beschränkt auf Datenverlust, Geräteschäden, Ausfälle von Aquariensystemen oder Verlust von Tierbestand – ist ausgeschlossen, soweit gesetzlich zulässig.

4.8 Eigenverantwortung des Nutzers

Mit der Nutzung dieser Anleitung erkennt der Nutzer an, dass er alle Arbeiten eigenverantwortlich durchführt und die Risiken vollständig selbst trägt.