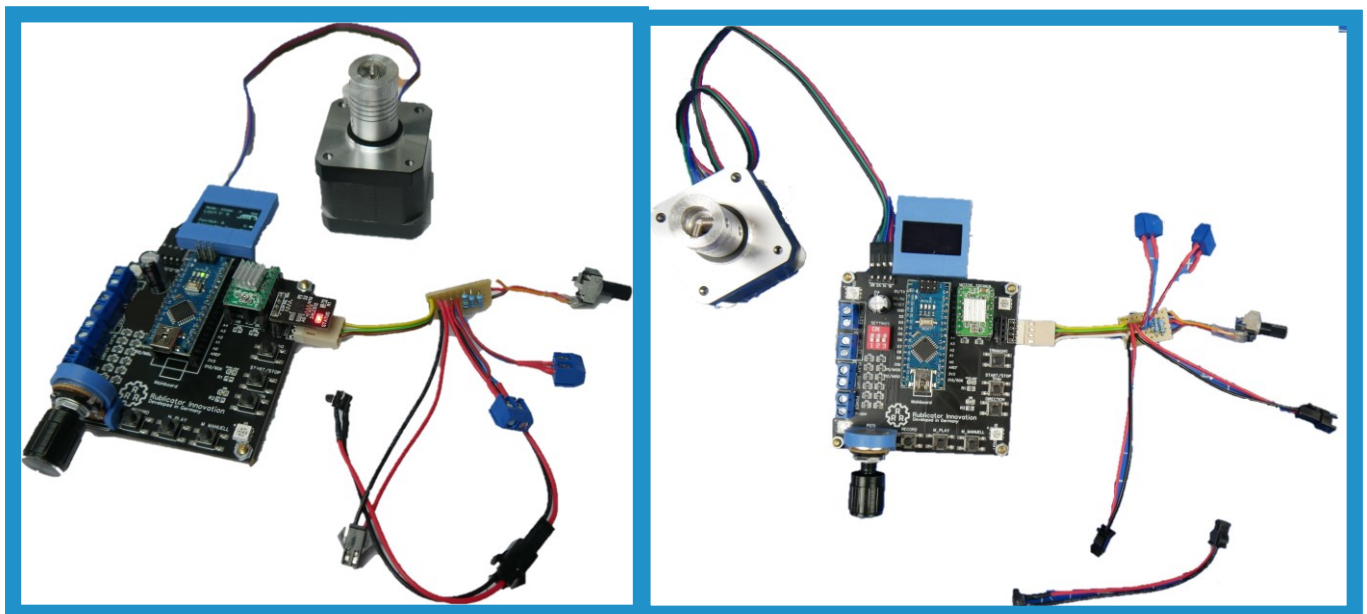


Projekt: RUBLICATOR

SCHRITTMOTORSTEUERUNG



Mit dieser Schrittmotorsteuerung kann man **ohne** langwieriges **Programmieren** einen **Schrittmotor** ganz einfach ansteuern. Das besondere ist, dass diese Steuerung eine **Record Funktion** bietet. Durch diese kann man mit Hilfe der Taster ganz einfach einen kompletten Bewegungsablauf des Motors abspielen. Während der **Aufnahme** kann man den Motor mit dem **Start/Stopp** Taste starten anhalten. Zudem kann man auch die **Drehrichtung** immer wieder per Knopfdruck verändern. Die **Geschwindigkeit** wird über das Poti auf dem Mainboard verändert.



Anwendungsbeispiel

Wenn man z.B. ein Fließband automatisieren möchte drückt man auf Record. Anschließend kann man den Motor loslaufen lassen. Nach z.B. 10 Sekunden wird durch Drücken der Stopp Taste das Fließband (der Motor) angehalten. Anschließend nach 5 Sekunden wird die Start/Stopp Taste betätigt und das **Fließband** läuft weiter. Dann wird die **Aufnahme** gestoppt. Diese kann dann durch den **Play-Mode** wieder abgespielt werden. Somit hat man das Fließband **automatisiert**. Die Steuerung hat noch deutlich mehr Funktionen, was im Folgenden erklärt wird.

Fazit:

Mit der **Rublicator Schrittmotorsteuerung** kann man somit einen **Schrittmotor** (welcher sich genau positionieren lässt) komplett **automatisieren**. Es ist auch möglich mehrere Steuerungen zu koppeln. Dadurch kann man Problemlos mehrere Motoren unabhängig ansteuern. Vergleichbare Automatisierungsmöglichkeiten wie z.B. Speicherprogrammierbare Steuerung müssen von Fachpersonal programmiert werden, was lange dauert und sehr teuer werden kann. Bei der **Rublicator Schrittmotorsteuerung** muss nur die intelligente Software aufgespielt (< 5 Min) werden. Anschließend kann man **ohne Vorkenntnisse** seine **Anwendung automatisieren** und viel **Geld sparen!**

Hinweis: Diese Beschreibung ist nur eine schriftliche Ergänzung zu den Anleitungsvideos. In den Videos ist die Anwendung der Steuerung durch echte Beispiele deutlich einfacher verständlich. Dieses Dokument ist daher mehr zum Nachschlagen geeignet.



Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Bauteilliste	4
Spezifikationen der Steuerung	5
.....	5
Montage der Rublicator Schrittmotorsteuerung	6
Installation der Software	7
Hilfe bei Problemen:.....	9
Aufbau der Rublicator Schrittmotorsteuerung.....	10
Aufbau der Steuerung.....	10
Aufbau des Extension Board	13
Aufbau des Displays.....	15
Bedienung der 4 Modi von der Schrittmotorsteuerung:	16
Funktionsweise der einzelnen Modi:	16
Einstellung der Stromstärke am Schrittmotor Treiber	19
Kopplung mehrerer Rublicator Schrittmotorsteuerungen	20
Verbindung der einzelnen Steuerungen	20
Bedienung der gekoppelten Steuerungen	21
Weiterführende Internetseiten:	23



Bauteilliste

Um eine Steuerung zu bauen werden folgende Komponenten gebraucht:

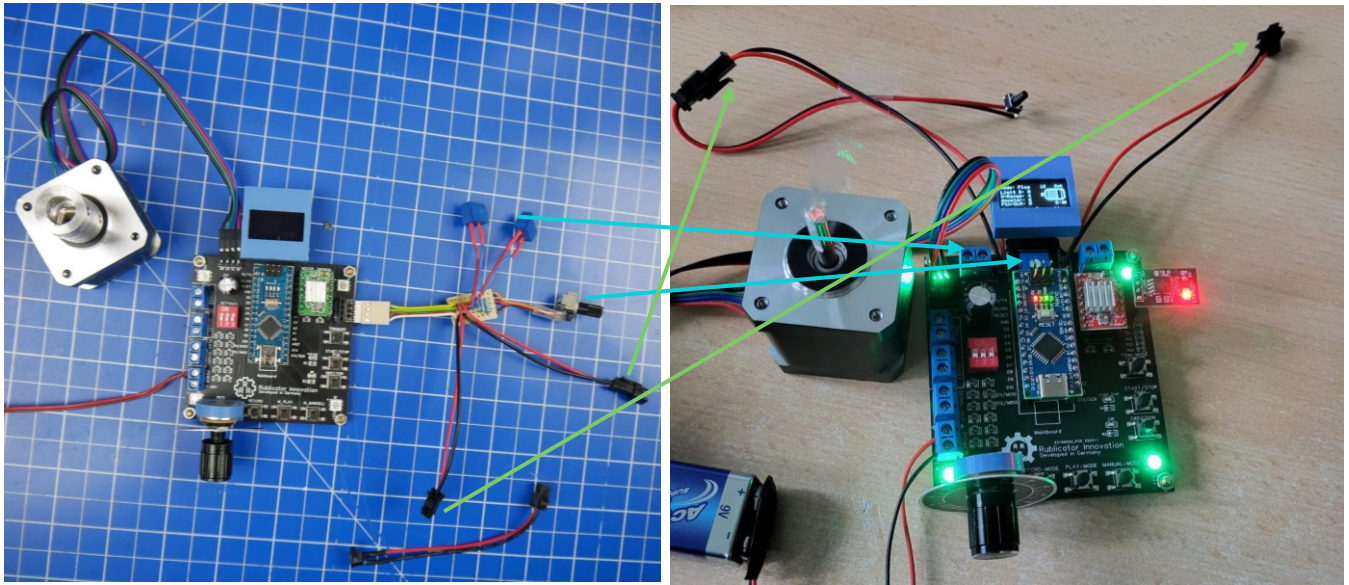
1. Rublicator Schrittmotorsteuerung Kit
2. Arduino Nano
3. Netzteil (empfohlen 12V 3A DC)

Das Rublicator Schrittmotorsteuerung Kit enthält:

<u>Teile Nr.</u>	<u>Bauteil</u>	<u>Anzahl</u>
1	Mainboard	1
2	Potentiometer zur Geschwindigkeitsregelung	1
3	Display Modul	1
4	Motor Treiber (A4988 oder TMC 2208)	1
5	Extension Board	1
6	Externes Speichermodul	1
7	DIP Schalter	1
8	470 uF Kondensator	1
9	Schraubklemmen 2-Polig blau	4
10	Platinen Abstandshalter Messing + Mutter	4
11	Stiftleiste male 4-Polig	1
12	Buchsenleiste female 4-Polig (Für Display & Externer Speicher)	2
13	Buchsenleiste male 15-Polig (Arduino Nano)	2
14	Buchsenleiste male 8-Polig (Treiber)	2
15	Pinstecker 4-Polig, gewinkelt (Extension Board)	1
16	Stiftleiste 2-Polig male (für Treiber Auswahl)	1
17	Jumper 2-Polig	1
18	Potentiometer Kappe	1
19	Potentiometer Skalar	1
20	9v Batterie Anschluss	1
21	Aktivierungstaster	1
22		
23		



Spezifikationen der Steuerung

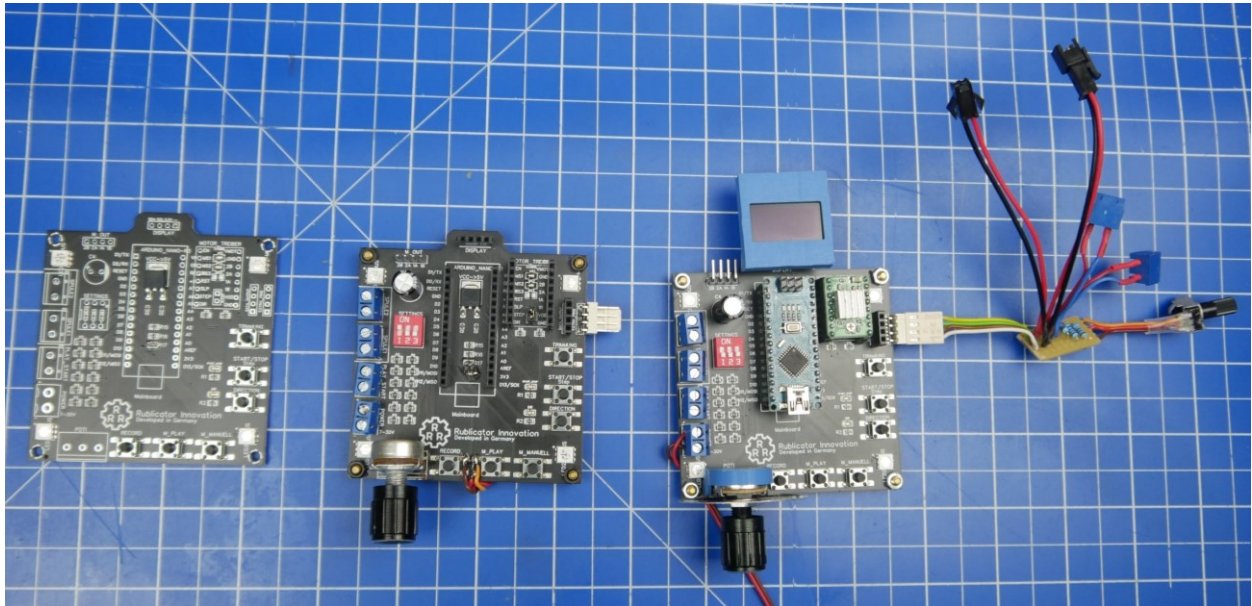


Die Pfeile zeigen die veränderte Anordnung in der neuen ab 2024 gelieferten Version.

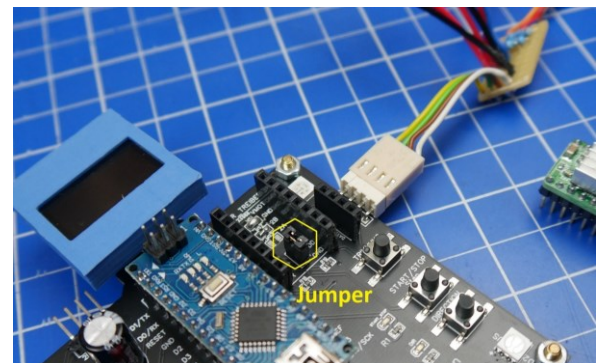
Versorgungsspannung:	7-30 Volt DC (empfohlen 12V 2 Ampere)
Aufnahmezeit:	> 90 Min mit externem Speichermodul
Schrittmotor Drehzahlbereich:	0,03–4 Umdrehungen/Sekunde
Maximaler Strom pro Motorphase:	2 Ampere (mit externem Treiber steigerbar)
Gewicht:	100 Gramm



Montage der Rublicator Schrittmotorsteuerung



1. Zum Bau der Motorsteuerung müssen nur noch wenige Teile gelötet werden. SMD Komponenten sind bereits alle vormontiert. Die Bauteile müssen wie auf dem Bild zu sehen zusammengebaut werden. Die Geschwindigkeitsskala kann montiert werden, ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Bei dem Kondensator muss die Polung beachtet werden.
2. Im nächsten Schritt müssen wir den entscheiden ob wir den Jumper brauchen. Bei den TMC2208 muss dieser entfernt werden. Bei den A4988 Treibern muss dieser auf die 2 Pinne draufgeschoben werden. Wird dies nicht gemacht läuft der Treiber und somit auch der Motor nicht.
3. Im 3 Schritt werde die zusätzlichen Komponenten wie Display, externer Speicher und der Motor Treiber in die Stiftheisten gesteckt. Hier muss darauf geachtet werden, dass die Module richtig stecken.



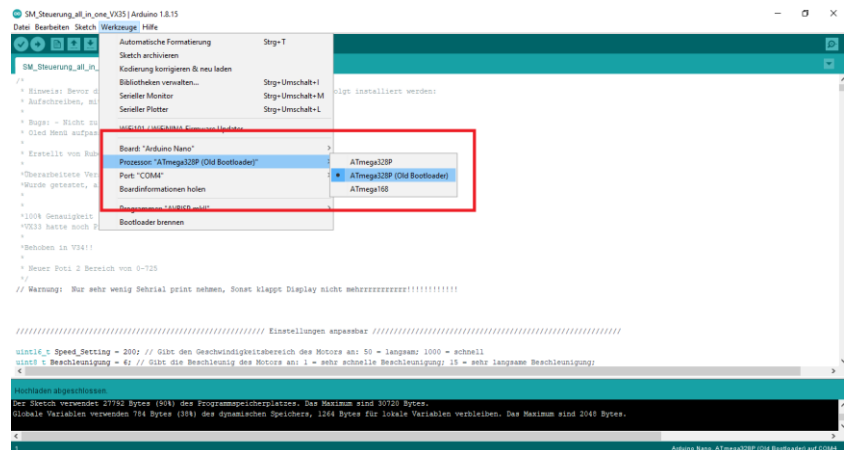
Installation der Software

Um die Steuerung verwenden zu können, muss vorher noch mit einem Kabel (USB auf USB-Mini B) die Software auf dem Arduino Nano installiert werden. Keine Angst, hier sind keine speziellen Kenntnisse nötig.

1. Zuerst muss die Arduino IDE installiert werden. Dazu muss diese [hier](https://www.arduino.cc/en/software) heruntergeladen werden: <https://www.arduino.cc/en/software>
2. Nach dem Installieren muss die eigentliche Software Datei für unsere Steuerung von [hier](#) heruntergeladen werden.
3. Diese muss jetzt mit der Arduino IDE geöffnet werden. Dazu auf Datei -> öffnen und die Datei „Rublicator_Schrittmotorsteuerung_V1“ auswählen.
4. Jetzt schließen wir den Arduino an den PC per USB-Kabel an.

Hinweis: Zum Installieren der Software auf dem Arduino, sollte dieser vorher aus dem Mainboard herausgezogen werden, weil sonst Fehler beim installieren auftreten könnten.

5. Anschließend muss unter Board -> der Arduino Nano ausgewählt werden. Bei Port muss man auswählen, an welchem USB der Arduino angeschlossen ist. Bei mir COM5 (siehe Bild). Dies kann auch z.B. COM3 oder COM9 sein. Sollten mehrere erscheinen, dann ziehen sie den Arduino heraus. Der COM Anschluss der verschwindet ist der Arduino. Dieser wird dann ausgewählt. Sollte es Probleme geben, können sie uns einfach kontaktieren.



```
#include <EEPROM.h>
#include <Wire.h> // I2C EEPROM
```

- 5.1 Bevor wir die Software Datei „Rublicator_Schrittmotorsteuerung_V1“ auf den Arduino Nano laden können, müssen wir noch 2 sogenannte Libraries (Zusatzsoftware) installieren. Wie benötigen zusätzlich die: „Adafruit_GFX.h“ und „Adafruit_SSD1306.h“ Library. Sonst bekommen wir wie auf dem Bild zusehen diese Fehlermeldung.

```
//////////////////////////////// Display //////////////////////////////////
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

#define SCREEN_WIDTH 128 // Display Breite 128 Pixel
#define SCREEN_HEIGHT 64 // Display Höhe 64 Pixel

// SSD1306 I2C start (SDA, SCL pins)
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,

//////////////////////////////// Display //////////////////////////////////
<
Adafruit_GFX.h: No such file or directory
compilation terminated.
```

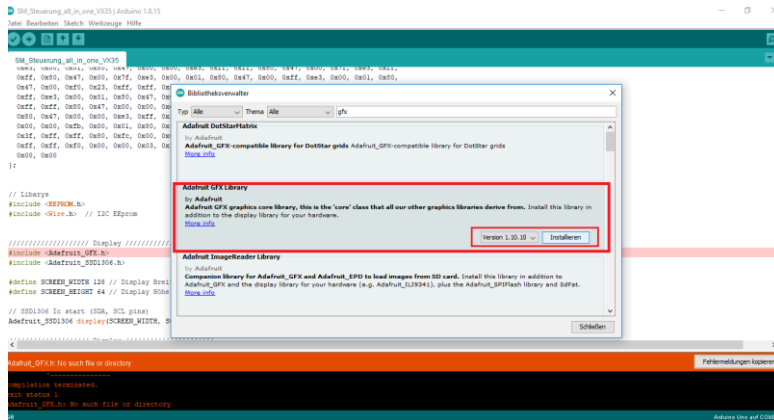
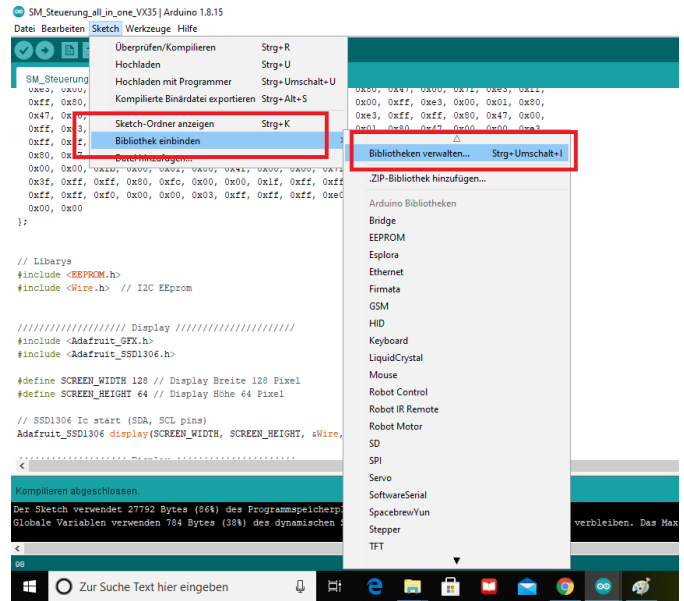


5.2

Um dies in 2 Min zu erledigen öffnen wir (wie auf dem Foto gezeigt) unter

Sketch -> Bibliothek einbinden -> Bibliothek verwalten

die Bibliotheksverwaltung.

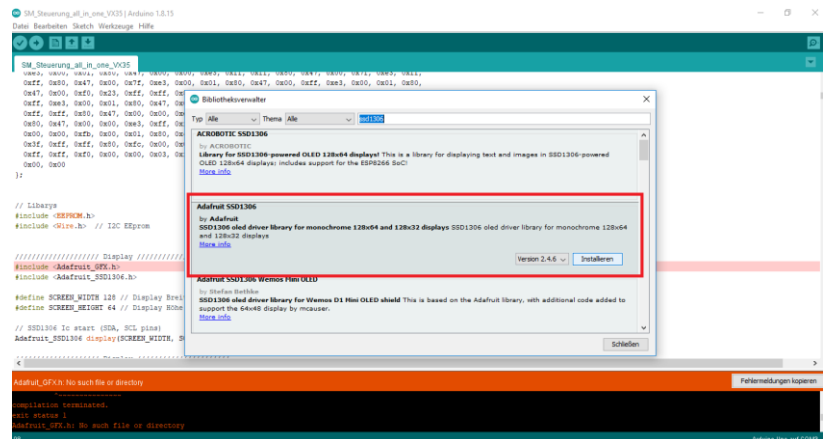


5.3

Jetzt suchen wir „gfx“ und wählen bei der „**Adafruit GFX Library**“ Version 1.10.10 aus. Anschließend drücken wir auf Installieren (wie im Bild).

5.4

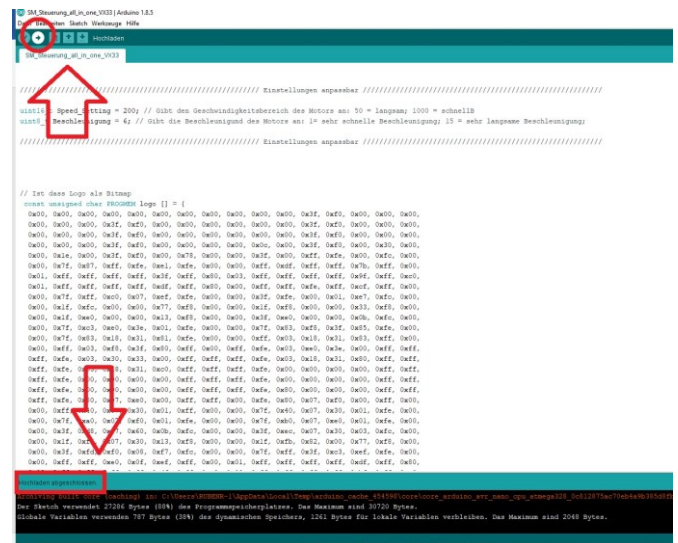
Das gleiche machen wir jetzt mit der „**Adafruit SSD1306 Library**“. Dazu öffnen wir zunächst wie in 5.2 erklärt, die Bibliotheksverwaltung. erneut und suchen dieses Mal „**ssd1306**“. Anschließend wählen wir als Version 2.4.6 aus und klicken auf installieren (siehe Bild).



6. Jetzt muss man am Ende die Software noch draufladen. Dazu oben links den Pfeil, welcher nach rechts zeigt drücken.

Am Ende bekommen wir unten die Information: „Hochladen abgeschlossen“. (Sollte es zu Fehlern kommen, einfach bei dem Kundensupport für Hilfe melden).

Bei Problemen, kann man unter dem Suchbegriff „Arduino Nano Code uploaden“ mehr als genug Anleitungen finden.



-So einfach, fertig! -

Hilfe bei Problemen:

Das Hochladen funktioniert problemlos, wenn man die Anleitung schrittweise befolgt. Hier sind noch einmal ein paar Tipps, wenn es nicht am Anfang klappt.

1. Unter den Reiter Werkzeuge -> Port wird kein COM5 / COM3 ... angezeigt, obwohl der Arduino am PC mit einem passenden USB-Datenkabel angeschlossen ist.

Lösung: Bei einigen günstigen Arduinos wird ein anderer Programmier IC verwendet. Um dies schnell zu lösen einfach die Tipps von hier befolgen.

2. Das Kompilieren der Datei „Rublicator_Schrittmotorsteuerung_V1“ kann überprüft werden, indem in der IDE der Hacken (obere rechte Ecke) gedrückt wird.

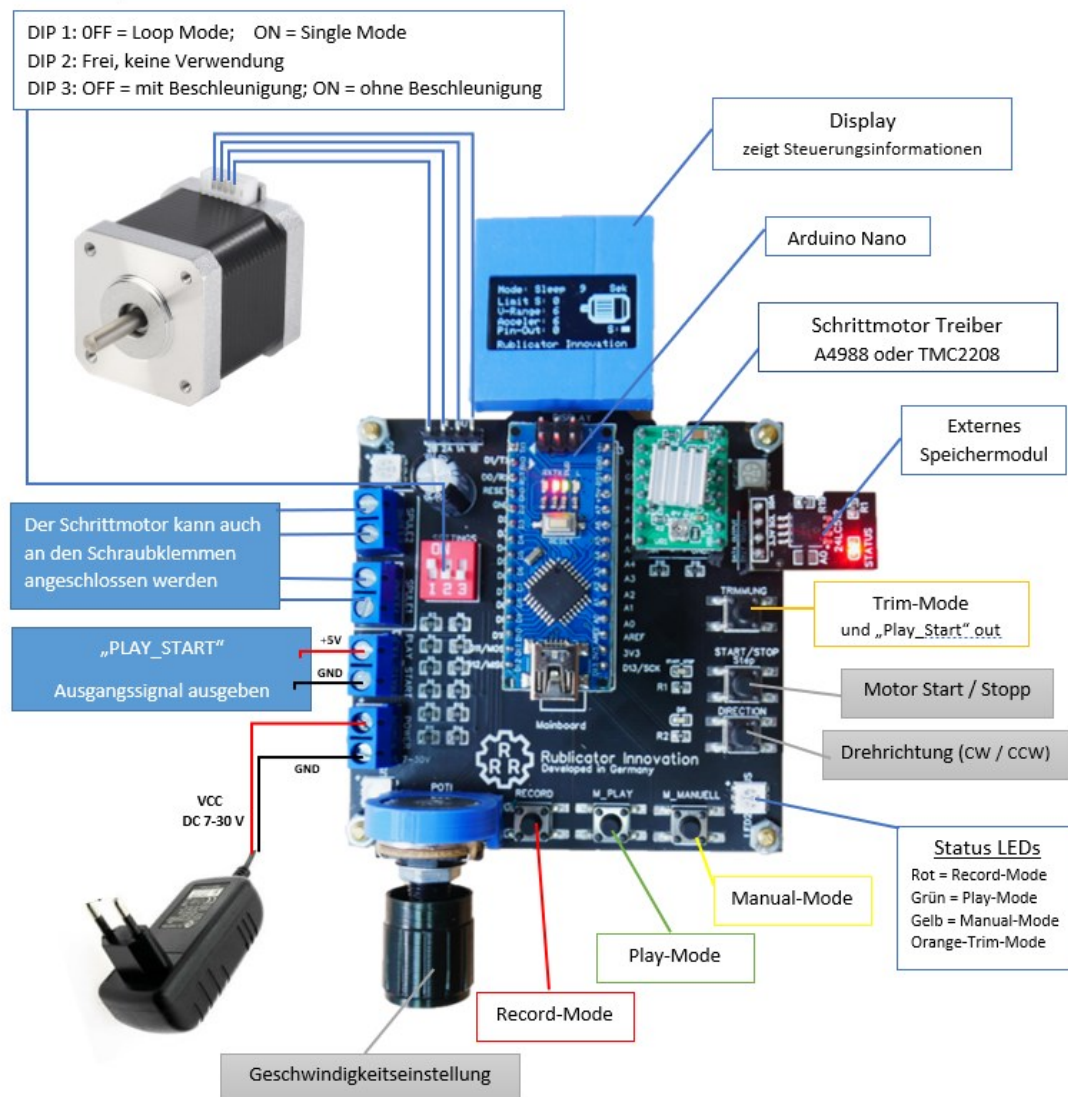
Lösung: Wenn nach 30 Sekunden alles grün bleibt und die Info „Kompilierung abgeschlossen“ erscheint, kannst du diese Lösung überspringen. Wenn nicht, prüfe ob die Libraries wie in 5.1- 5.1 beschrieben richtig installiert wurden. Falls das alles stimmt, prüfe ob die Arduino DIE Version 1.8.15 genutzt wird.

3. Sonst Kontaktaufnahme über: ruben.r.rodemann82@gmail.com



Aufbau der Rublicator Schrittmotorsteuerung

In diesem Kapitel schauen wir uns nun an, wie man die Rublicator Schrittmotorsteuerung in Betrieb nimmt. Dazu können wir unser Netzteil sowie natürlich den Schrittmotor anschließen. Um die Funktionsweise der Steuerung zu verstehen, schauen wir uns erst einmal die Anschlüsse nochmal an.



Aufbau der Steuerung

Display: Hier werden die wichtigsten Informationen angezeigt. Zum Betreiben der Steuerung ist dieses jedoch nicht notwendig. Durch die angezeigten Informationen wird die Bedienung der Steuerung jedoch verständlicher. Informationen wie z.B. ob die Mechanik gegen einen der Endschalter gekommen ist und deshalb z.B. der Motor steht wird hier schnell erkennbar. Für weitere Details siehe das Kapitel Display.

Arduino Nano: Das ist der Mikrokontroller der sämtlichen Daten speichert und auswertet. Auf diesen muss nach dem Kauf noch die spezielle Software für die



Steuerung installiert werden. Dies dauert ca. 5 Minuten. (Mehr Informationen siehe Kapitel Installation der Software)

Schrittmotor Treiber: Dieser setzt die Signale von dem Arduino in Pulse für den Schrittmotor um. Standardmäßig wird ein A4988 Treiber mitgeliefert. Der TMC2208 Treiber kann auch verwendet werden, wenn der Schrittmotor extrem leise sein muss. Wer leistungsstärkere Schrittmotoren wie z.B. Nema 34 ansteuern möchte, der kann den Treiber entfernen und einen leistungsstarken Motor Treiber wie z.B. DM556 anschließen.

Externes Speichermodul: Um die Bewegung des Motors aufzunehmen benötigt man natürlich Speicherplatz. Die Steuerung kann mit und ohne externem Speichermodul arbeiten. Wenn das externe Speichermodul erkannt wurde, blinken die Status LEDs beim Start einmal blau. Mit dem **internen Speicher** des Arduinos sind die einstellbaren Geschwindigkeitsstufen auf **7** begrenzt. Die maximale Aufnahmezeit ist auch mit knappen **5 Minuten** sehr gering. Wird das **externe Speichermodul** in die Steuerung gesteckt, wird die maximale Aufnahmezeit auf über **90 Minuten (!)** gesteigert. Zudem wird die Geschwindigkeit in **30 Stufen** deutlich feiner gespeichert.

Anschluss des Schrittmotors: Der Schrittmotor kann entweder an der 4-poligen Stiftleiste (siehe Bild) angeschlossen werden. Wenn der Motor nur abisolierte Kabel hat, können diese alternative auch an den 2 Schraubklemmen „Spule1“ und „Spule2“ angeschlossen werden.

Status LEDs: Von den Status LEDs gibt es 4 Stück. Diese zeigen den aktuellen Status an. Ausgeschaltete LEDs bedeuten, dass die Steuerung im Sleep Mode ist und nichts macht. Wenn diese z.B. rot blinkt ist die Steuerung dabei eine neue Motorbewegung aufzunehmen. Die Bedeutung aller Farben im Betrieb sind auf der Zeichnung (siehe Bild) vermerkt.

Die Eingabemöglichkeiten: Bei der vollen Automatisierung einer Maschine mit einem Motor kann man 3 Parameter verändern. Bei dem Motor kann die Drehrichtung, die Drehzahl und ob der Motor laufen soll oder steht eingestellt werden. Alle dieser Möglichkeiten kann man in die Steuerung eingeben. Das ist der Start/Stopp Taster, der Taster für die Drehrichtung und die Geschwindigkeitseinstellung / das Poti (siehe grau markierte Felder auf dem Anschlussplan).

Die Mode Taster: Mit den 4 Taster kann man die 4 unterschiedlichen Modi der Steuerung starten und beenden. Die Status LEDs zeigt den jeweiligen Modus anhand der Farbe der LEDs an. Zu den 4 Modi gehören: 1.) **Record- Mode**; 2.) **Play-Mode**; 3.) **Manual-Mode** und 4.) **Trim-Mode**. Im Record-Mode wird eine neue Motorbewegung aufgezeichnet. Mit dem Play-Mode kann diese beliebig oft abgespielt werden. Im Manual-Mode kann man den Motor einfach nur in eine gewünschte Drehrichtung mit einstellbarer Geschwindigkeit kontinuierlich laufen lassen. Im Trim-Mode kann man die aufgenommene Bewegung noch trimmen. Zu den Modi jedoch später mehr.

„PLAY START“ Ausgang: An den 2 Polen ist Minus und ein Plus Anschluss. Dieser kann im Record/Play-Mode auf 5 Volt gezogen werden. Somit kann man ein **Ausgangssignal generieren**. Beispiel: Die Steuerung hält den Motor eines Fließbandes an. Anschließend muss sich eine Klappe öffnen um z.B. Sand auf das Fließband zu schütten. Die Klappe braucht allerdings über ein Relai ein Signal zum Öffnen. Dieses

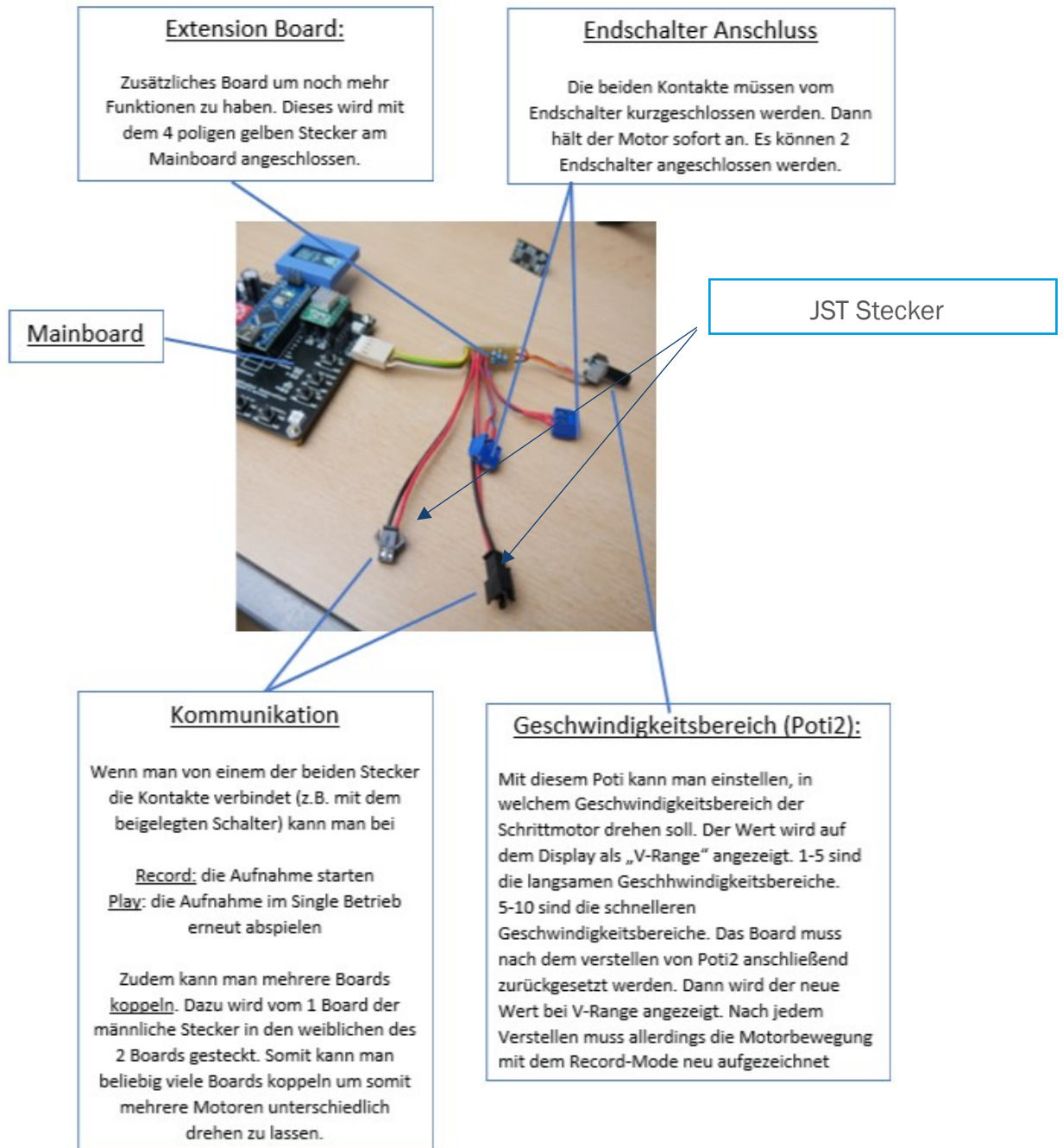


könnte dann von der Steuerung über den „PLAY_START“ Anschluss ausgegeben werden. Wie das genau funktioniert schauen wir uns später an.

DIP Schalter: Über diesen kann man **Einstellungen** vornehmen. Zum einen kann mit dem DIP 3 entschieden werden, ob der Schrittmotor bei Bewegungsänderung beschleunigen soll oder mit voller Drehzahl direkt losdreht. Zum beschleunigen braucht der Motor je nach Einstellung ein paar Sekunden um die Wunschkrehzahl zu erreichen. Dies hat jedoch den Vorteil, dass mit einem kleinen Motor größere Lasten bewegt werden können ohne Schritte (Genauigkeit) zu verlieren. Zudem kann mit dem DIP 1 eingestellt werden, ob im Play Modus am Ende der aufgenommenen Bewegung immer wieder vom Anfang automatisch losgelegt werden soll (loop Mode) oder erst wieder auf ein externes Input Signal (durch en Aktivierungstaster) gewartet werden soll (Single Mode). Die Belegung steht auch noch auf dem Schaltplan (siehe Bild).



Aufbau des Extension Board



Extension Board: Zu dem Mainboard gibt es noch ein Extension Board. Dieses bietet weitere Funktionen.

Hinweis: Bei den kommenden Steuerungen sind die Kabel, welche hier am Extension Board sind, direkt auf dem Mainboard. Die Funktionsweise bleibt jedoch gleich.



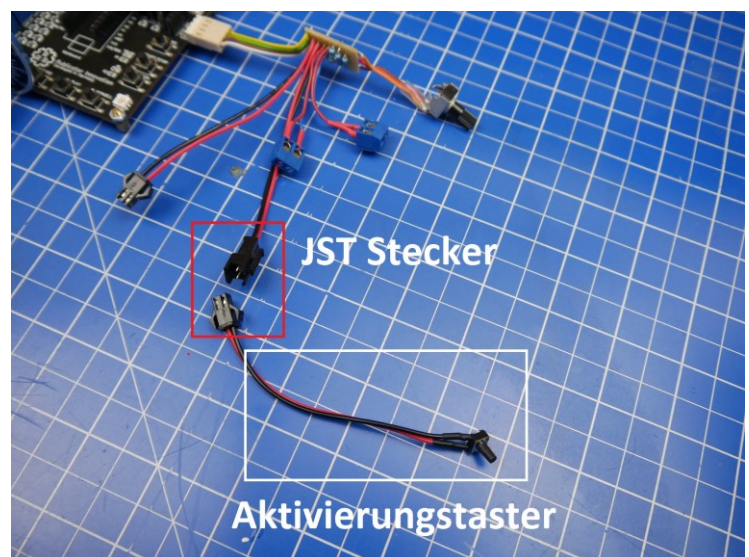
Das Extension Board wird einfach mit dem 4-Pol Stecker an das Mainboard angeschlossen. Dieses bietet die zusätzliche Möglichkeit noch **Endschalter anzuschließen**. Die Endschalter werden einfach an den 2 Pol (blau) Schraubklemmen angeschlossen. Werden die beiden Pole einer Schraubklemme durch einen Endschalter kurzgeschlossen, hält der Motor sofort an. Es gibt 2 blaue Schraubklemmen, was ermöglicht 2 Endschalter anschließen zu können. Zudem ist auf diesem ein zweites Poti angebracht (**Poti2**). Dieses ist für den **Geschwindigkeitsbereich** zuständig. Das Poti auf dem Mainboard ist zwar zur Geschwindigkeitseinstellung des Motors zuständig, hat jedoch seine Grenzen. Je nach Anwendungsfall muss man mit dem Poti auf dem Mainboard sehr hohe Drehzahlen (2-12 U/Sek) einstellen können. Manchmal muss man im äußerst langsamen Drehzahlbereich (0,1 -1 U/Sec) arbeiten. Um dies zu ermöglichen, kann man mit dem **Poti2**, welches am Extension Board befestigt ist den Geschwindigkeitsbereich von 1 (langsam) bis 10 (schnell) einstellen. Der eingestellte Wert wird auf dem **Display als V-Range** angegeben. Das Poti2 am Extension Board für den Geschwindigkeitsbereich sollte in der Regel nur selten verstellt werden. Der neue Wert beim verdrehen des Poti2 wird erst beim Neustart der Steuerung aktualisiert. Anschließend muss jedoch die **Motorbewegung neu aufgenommen** werden. Das liegt daran, dass beim z.B. verdoppeln des Geschwindigkeitsbereiches vom 3 auf 6 der Motor mit der Aufnahme, welche im Geschwindigkeitsbereich 3 erstellt wurde, nun immer doppelt soweit dreht, da die Geschwindigkeit verdoppelt wurde.

Merke: Bei Veränderung des Poti2 (Geschwindigkeitsbereiche) muss immer die Motorbewegung erneut mit dem Record-Mode aufgenommen werden.

Anschlüsse Kommunikation: Am Extension Board sind noch 2 Kommunikationsanschlüsse. Einer männlich, der andere weiblich. Diese haben 2 Aufgaben. Die erste Aufgabe ist für den Play-Mode. Wenn DIP 1 ON ist wird der Play Modus im Singe Mode betrieben. Das bedeutet, dass nach Beendigung des Abspielens der Motorbewegung die Steuerung **wartet auf ein erneutes Startsignal** um die Aufnahme **erneut abzuspielen**. Dies kann durch anschließen des mitgelieferten **Aktivierungstasters** an den **schwarzen JST Steckers** passieren. Ebenfalls im Record-Mode muss durch kurzes Bestätigen des Aktivierungstasters die eigentliche Aufnahme gestartet werden. Die 2 Aufgabe ist, dass dadurch mehrere **Steuerungen gekoppelt werden können**. Durch die Kopplung mehrere Boards kann man mehrere Motoren beim Abspielen einer Motorbewegung unabhängig von einander Steuern. Dazu allerdings im Kapitel Kopplung der Steuerungen mehr.

Der Aktivierungstaster:

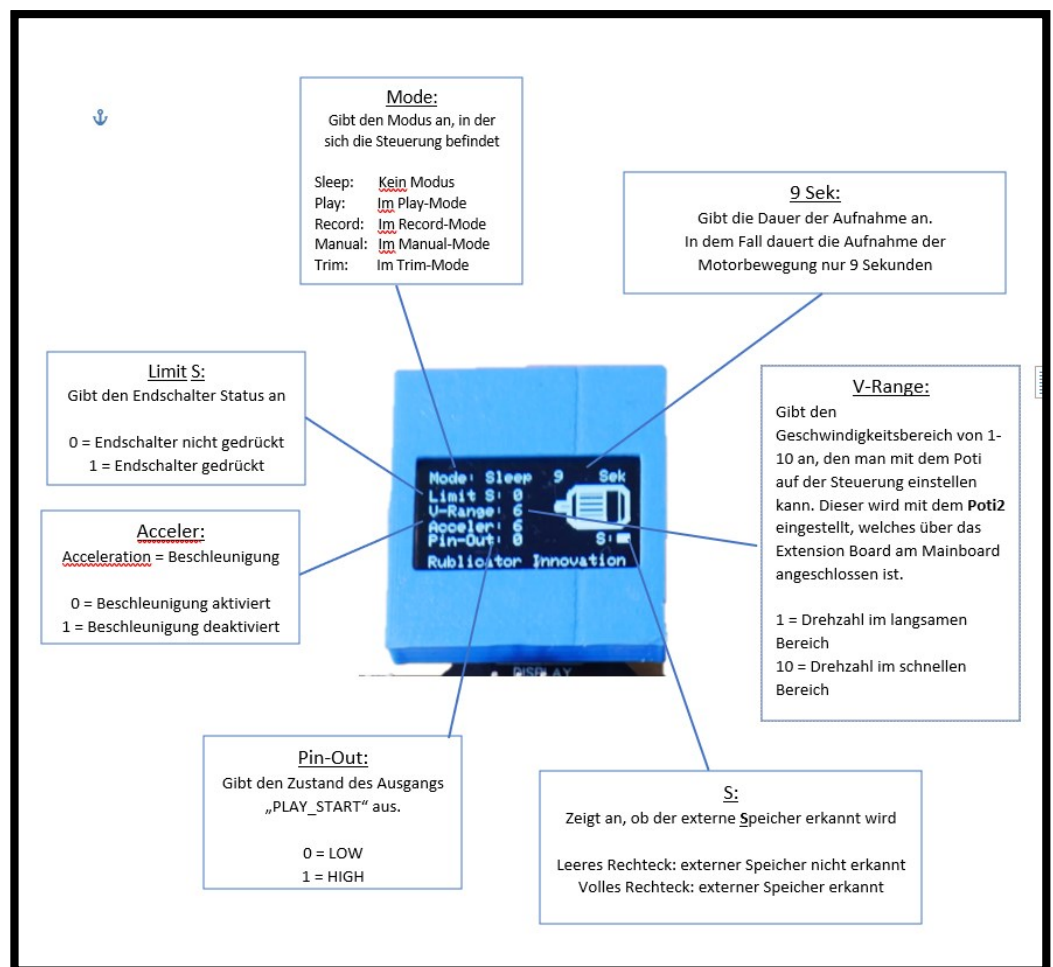
Der Aktivierungstaster wird für den Play/Record-Mode gebraucht. Dieser hat einen weiblichen, schwarzen JST Stecker, welcher in den männlichen, schwarzen JST Stecker (Buchse) am Extension Board hineingesteckt wird. Im Record-Mode wird dieser verwendet um die Aufnahme zu starten. Zuerst startet man den Record-Mode über den Record Taster. Anschließend blinken die Status LEDs schnell rot. Jetzt ist die Steuerung bereit zur Aufnahme einer neuen Motorbewegung. Um die **Aufnahme**



letztendlich zu starten, muss noch einmal der **Aktivierungstaster gedrückt** werden. Wenn die Aufnahme zu Ende ist, kann diese durch erneutes drücken der Record Taste beendet werden. Der **Aktivierungstaster** wird auch im Play-Mode mit der Single Einstellung verwendet. In diesem Mode **blinken die LEDs kurz grün** und **warten** darauf, dass der **Aktivierungstaster gedrückt** wird. Danach wird die **Aufnahme abgespielt**. Wenn diese zu **Ende** ist, blinken die Status LEDs wieder grün und die Steuerung **wartet auf ein erneutes Drücken des Aktivierungstasters** zum erneuten abspielen. Das Prinzip wird verwendet, um eine Kopplung mehrerer Steuerungen zu ermöglichen. Dazu allerdings im Kapitel Kopplung mehrerer Steuerungen später mehr.

Aufbau des Displays

Auf dem Display kann man wichtige Informationen von der Steuerung entnehmen. Diese erleichtert somit auch das Bedienen der Schrittmotorsteuerung. Auf der Grafik wird nocheinmal genau erläutert, welche Bedeutung die Werte auf dem Display haben.



Bedienung der 4 Modi von der Schrittmotorsteuerung:

Die Schrittmotorsteuerung bietet **4 unterschiedliche Modi** um den Schrittmotor laufen zu lassen. Die Modi werden durch den jeweiligen Taster aktiviert (siehe Schaltplan). Wird ein Modus durch kurzes drücken des Tasters aktiviert, zeigen die 4 Status LEDs dies auch noch mit der jeweiligen Farbe an, in welchem Modus die Steuerung sich befindet. Um in einen **anderen** Modus zu wechseln muss man durch erneutes drücken der gleichen Modus Taste zuerst aus dem **aktuellen Modus herausspringen**. Dann kann man den **neuen** Modus per **Tasterdruck aktivieren**.

Es gibt diese **4 Modi**:

- 1.) **Record-Mode** -> Hier kann eine neue Motorbewegung aufgenommen werden.
- 2.) **Play-Mode** -> Hier kann die aufgenommene Motorbewegung abgespielt werden.
- 3.) **Manual-Mode** -> Hier kann der Motor konstant in eine Richtung drehen.
- 4.) **Trim-Mode** -> Hier kann die aufgenommene Motorbewegung getrimmt werden.

Funktionsweise der einzelnen Modi:

1. Record-Mode:

Dieser Modus wird verwendet um eine **neue Motorbewegung aufzuzeichnen**. Wenn die Aufnahme startet läuft eine interne Uhr mit, welche die Zeit zählt. Wird z.B. nach 10 Sekunden die Start/Stopp Taste im Record-Mode gedrückt, läuft der Motor dann los. Anschließend ändern man z.B: nach 15 Sekunden die Drehrichtung durch drücken des Direction Tasters. Die **Aufnahme** wird durch **erneutes drücken** des Record Tasters gestoppt und gespeichert. Bei der Aufnahme kann man den: Direction Taster, Start/Stopp Taster, das Poti (Drehzahl des Motors) auf dem Mainboard und den **Taster für die Trimmung** verwenden. Wenn man **während der Record-Mode** den **Trimmung Taster drückt**, wird der **Ausgang** von dem Anschluss „PLAY_Start“ von LOW auf HIGH bzw. von HIGH auf LOW **gesetzt**. Im Record-Mode erfüllt somit die Trimmung Taste die Aufgabe zum Steuern des „PLAY_START“ Ausgangs. Der Zustand des Ausgangs wird auf dem Display unter Pin-Out 0/1 angezeigt.

Wenn durch den Play-Mode anschließend die Aufnahme wieder abgespielt wird passiert genau das gleiche. Nach 10 Sekunden fängt der Motor an sich zu drehen und nach 15 Sekunden ändert dieser die Drehrichtung. Der Unterschied ist jetzt jedoch, dass man nicht mehr die einzelnen Taster drücken muss, wie bei der Aufnahme. Dies passiert im Play-Mode automatisch, weil sich die Steuerung die **Eingaben der Taster im Record-Mode gespeichert** hat. Diese Aufnahme kann im Play Modus später immer wieder abgespielt werden, dazu jedoch später mehr.



Zum Aktivieren wird der **Record Taster kurz gedrückt** (siehe Schaltplan). Anschließend blinken die Status LEDs kurz rot. Die Steuerung ist bereit für die Aufnahme. Nun muss durch den **Aktivierungstaster die Aufnahme schließlich gestartet werden**. Jetzt blinken die Status LEDs langsam 1 pro Sekunde.

Wenn man seine Motorbewegung aufgenommen hat, kann durch erneutes **drücken der Record Taste die Aufnahme wieder beendet** werden.

2. Play-Mode:

Im Play Modus kann man die **Aufnahme der Motorbewegung**, welche im Record Modus erstellt worden ist, wieder **abspielen**. Der Play-Mode kann aktiviert werden, durch kurzes Drücken der „M_Play“ Taste. Die Status LEDs leuchten grün. Im Play Modus gibt es **2 Möglichkeiten, wie die Aufnahme abgespielt werden kann**. Es gibt den Single Play (DIP 1 = ON) und den Loop Play (DIP1 = OFF),

1. **Loop Play:** Mit dieser Einstellung wird die Aufnahme im Play-Mode abgespielt. Wenn die Aufnahme nach z.B. 45 Sekunden zu Ende ist, blinken die Status LEDs kurz grün und die Aufnahme wird **automatisch erneut abgespielt**. Dies passiert solange, bis der Play-Mode beendet wird.
2. **Single Play:** In dieser Einstellung **wartet** die Steuerung **vor jedem Start** auf ein **Signal**, was durch **drücken des Aktivierungstasters** entsteht. Wenn anschließend nach einer Dauer die Aufnahme zu Ende abgespielt ist, blinken die Status LEDs grün. Die Steuerung **wartet** wieder auf eine **Aktivierung durch den Aktivierungstaster**. Im Unterschied zum Loop Play wartet die Steuerung bei dem erneuten Abspielen der Aufnahme also immer auf eine Aktivierung des Benutzers und startet nicht automatisch erneut mit dem abspielen der Aufnahme.

3. Manual-Mode:

Der Manual-Mode ist der einfachste Modus. In diesem soll der Schrittmotor mit einer **eingestellten Geschwindigkeit, in eine eingestellte Drehrichtung konstant drehen**. Die Drehzahl des Motors wird wieder mit dem Poti auf dem Mainboard eingestellt. Die Drehrichtung kann durch drücken des Direction-Tasters umgedreht werden. Der Motor kann auch hier mit dem Start/Stopp Taste zum anhalten / loslaufen gebracht werden. Die Status LEDs leuchten **gelb**.

4. Trim-Mode:

Dieser Modus ist dafür gedacht **eine Aufnahme**, welche im Record-Mode erstellt wurde **zu trimmen**. Der Trim-Mode muss jedoch nicht zwingend genutzt werden. Dieser ist nur bei **sehr präzisen Anwendungen** erforderlich.

Um die Funktion zu verstehen hier ein **Beispiel:**

Ein Fließband soll automatisiert werden. Eine Aufnahme wurde erstellt, wo der Schrittmotor (das Fließband) an speziellen Positionen anhält. Auf dem Fließband sind spezielle Halterungen. Der **Play-Mode wird im Loop Play** verwendet, sprich die **Aufnahme startet automatisch immer wieder neu**. Das Problem ist jedoch, dass bei dem Beenden der Aufnahme das Fließband z.B. 5cm zu weit gefahren ist, weil die Aufnahme etwas zu spät gestoppt wurde. Durch die **geringe Toleranz beim Stoppen** des Fließbandes wird bei **jedem Durchgang** das Fließband **um 5cm weiter verschieben**. Bei einem Durchgang ist das kein Problem. Jedoch nach z.B. 20 Durchgängen ist das Fließband schon um **100**



cm (!) verschoben. Um diese **Aufsummierung** zu vermeiden muss das Fließband am besten **exakt** nach der Aufnahme wieder bei 0 stehen. Um das **fein einstellen** zu können, kann man im Nachhinein mit dem **Trim-Mode die 5cm Toleranz auf 0 trimmen**. Durch die Trimmung läuft das Fließband nach dem abspielen der Aufnahme 5 cm wieder zurück. Somit stoppt das Fließband exakt immer dort, wo es am Anfang gestartet ist. Durch 0 cm Toleranz findet keine Aufsummierung der vorherigen Ungenauigkeit (5 cm) statt und das Fließband kann im Play Loop Modus **lange Zeit ohne Abweichung** verwendet werden.

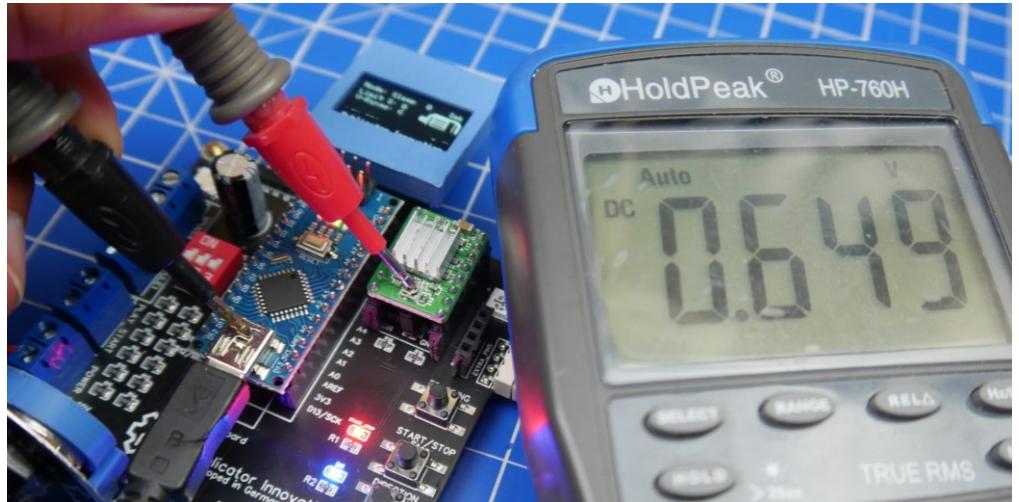
Zum starten drückt man kurz die Trim-Mode Taste. Die Status **LEDs leuchten orange**. Anschließend wird die Aufnahme einmal abgespielt. Danach **blinkt eine rote LED** auf dem Board. Jetzt kann getrimmt werden. Mit dem Direction Taster wird ausgewählt, in welche Richtung getrimmt werden muss. In unserem Fall muss das Fließband etwas zurücklaufen. Durch öfters **Drücken der Start/Stopp Taste** bewegt sich nun der Schrittmotor (das Fließband) in **sehr kleinen Sprüngen**. Wenn das Fließband exakt auf 0 steht, kann durch **erneutes Drücken der Trim-Mode Taste** der Modus **verlassen** werden. Die Trimmung wird nun jetzt auch bei dem abspielen der Aufnahme am Ende im Play-Mode berücksichtigt. Somit ist unser Fließband auch nach 20 Durchgängen immer noch exakt und nicht wie vorher wegen der Aufsummierung um 100cm nach 20 Durchgängen verschoben.



Einstellung der Stromstärke am Schrittmotor Treiber

A4988: Die Stromstärke für den Schrittmotor des A4988 Schrittmotor Treibers kann über das kleine **SMD Poti** eingestellt werden. Dazu muss man den **Plus** eines Voltmeters auf das **kleine SMD Poti** auf dem grünen A4988 Treiber **halten** und den Minus des Multimeters auf GND. Durch drehen des SMD Potis kann die Stromstärke zwischen 0,1-2 Ampere verstellt werden. Die eingestellte Stromstärke kann berechnet werden durch die Formel:

$$I_{max} = V_{ref} * 2,5$$



Misst man z.B. **0,4 Volt**, so ergibt sich aus der Formel einen Strom von **1 Ampere** ($0,4 * 2,5 = 1$ Ampere). Insbesondere bei kleinen Motoren muss der Strom reduziert werden. **Ab Werk** sind die Treiber auf 0,6 Volt, sprich **1,5 Ampere pro Motorphase** eingestellt.

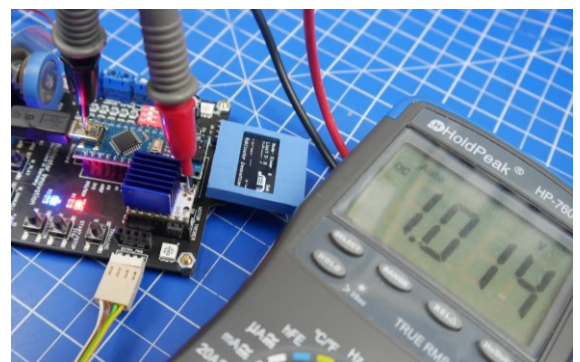
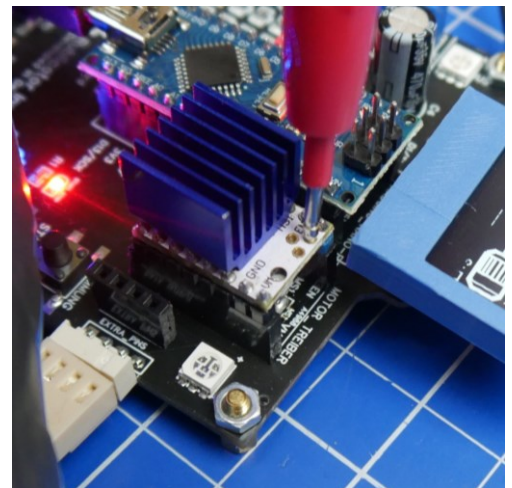
TMC2208:

Der TMC2208 ist wie der A4988 ein Schrittmotor Treiber. Dieser ist zwar teurer, jedoch sind die Resonanzen (Lautstärke) des Motors deutlich geringer, weshalb dieser bei **extrem leisen Anwendungen verwendet** wird. Dieser wird wie der A4988 in die Halterung gesteckt. Der Strom ist bei diesem Treiber zwischen 0,1 und 1,77 Ampere einstellbar. Das **Poti** zum Einstellen ist jedoch bei dem Treiber auf der **Unterseite**. Die Formel zum berechnen der Stromstärke ist:

$$I_{max} = (V_{ref} * 1,77A) / 2,5V$$

Sprich in unserem Beispiel wäre der **Strom pro Motorphase**: $(1,014 * 1,77A) / 2,5V = \underline{0,72 \text{ Ampere}}$.

Standartmäßige Nema 17 Schrittmotoren sollten dabei nicht zu heiß werden.

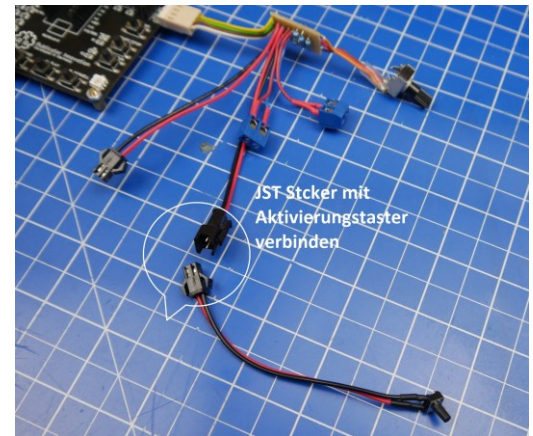


Kopplung mehrerer Rublicator Schrittmotorsteuerungen

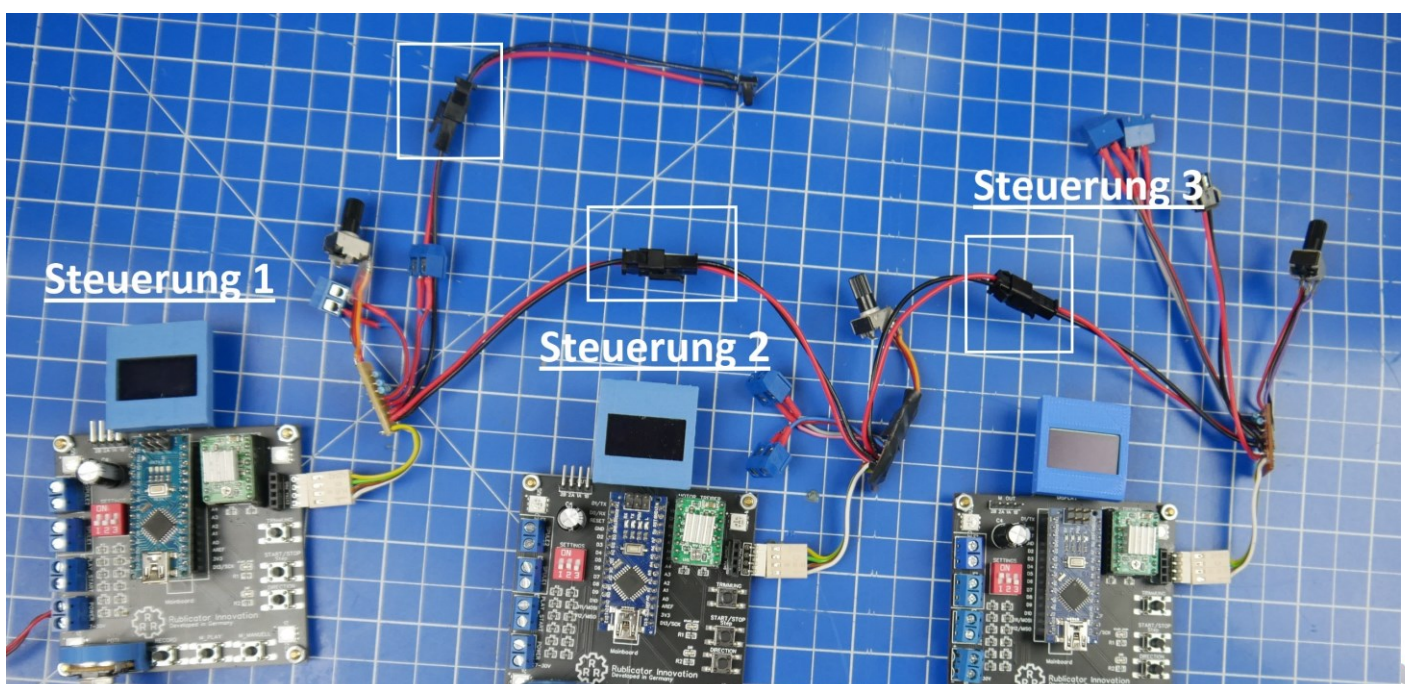
Bei der Automatisierung von Maschinen ist meistens 1 Motor nicht ausreichend. Natürlich können wir auch **2 Motoren an einer Steuerung parallel** anschließen. Diese können allerdings keine unterschiedlichen Bewegungen ausführen, für mehrere Aufgaben. Die einzelnen Schrittmotorsteuerungen kann man jedoch **koppeln**. Somit kann man problemlos mit den Steuerungen auch Abläufe, wo z.B. **>5 Motoren unabhängig gesteuert** werden müssen automatisieren. Für die Kopplung werden die schwarzen zwei poligen **JST Stecker** verwendet.

Verbindung der einzelnen Steuerungen

Um mehrere Steuerungen zu koppeln müssen diese verbunden werden. An der **ersten Steuerung** wird der **Aktivierungstaster** befestigt. Dieser kann später gedrückt werden, um im Play-Mode die Aufzeichnung abzuspielen. Die anderen Steuerungen starten mit der ersten gleichzeitig, weil diese über die schwarzen JST Stecker miteinander verbunden sind und somit das Signal von dem Aktivierungstaster zu jeder Steuerung geht.



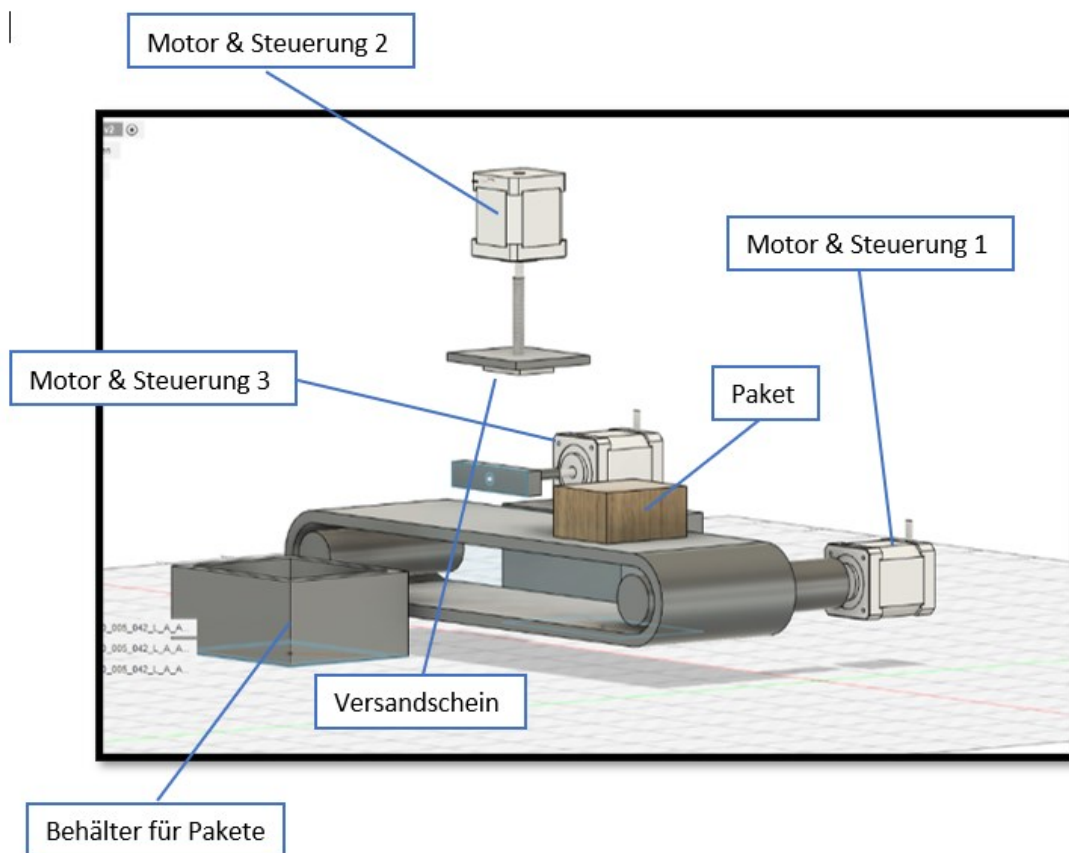
Um die Steuerungen 2,3 (...) mit der ersten zu koppeln, muss (wie auf dem Bild zu sehen) der **männliche schwarze JST Stecker des 1 Boards** mit dem **weiblichen** (Buchse) Stecker **der 2. Steuerung** verbunden werden. Von der **2. Steuerung** wird wiederum der **männliche** mit dem **weiblichen JST Stecker der 3. Steuerung** verbunden. Wer noch mehr Motoren benötigt, schließt diese nach demselben Muster an. Man kann somit beliebig viele Steuerungen koppeln und somit beliebig viele Motoren bet



Bedienung der gekoppelten Steuerungen

Jetzt müssen wir noch bei jeder Steuerung mit dem Record-Mode **einzeln eine Motorbewegung aufnehmen**. Um besser verstehen zu können wie dabei vorzugehen ist, schauen wir uns das ganze an unserem **Beispiel** mit dem Fließband an.

Bei diesem soll ein Paket auf einem Fließband zu einem Motor 2 befördert werden, welcher ein Versandschein auf das Paket drückt. Anschließend soll das Fließband weiterlaufen und zum Schluss warten, während ein 3. Motor das Paket in einen Behälter drückt.



Bei unserer Beispiel Automatisierung soll also folgendes passieren:

Anforderung an den Ablauf:

- 1.) Das Fließband (Motor 1) läuft 30 Sekunden und befördert ein Paket. Anschließend hält es nach den 30 Sekunden an einer speziellen Position an.
- 2.) Im 1. Prozess drückt der Motor 2 ein Versandschein auf das Paket. Nach 10 Sekunden läuft das Fließband wieder los. In der Zwischenzeit wurde vom Motor 2 der Versandschein auf das Paket gedrückt. Jetzt läuft das Fließband noch 50 Sekunden bis zum Ende. Dort hält es an.
- 3.) Im 3. Prozess wird nun das Paket mit dem Motor 3 von dem Fließband in einen Sammelbehälter gedrückt.



Zum Schluss bewegen sich alle Motoren wieder zum Start um für einen erneuten Durchlauf bereit zu sein.

Wie können wir das jetzt Schrittweise automatisieren?

Zuerst ist es wichtig, dass bei allen 3 Steuerungen (mit den 3 Motoren) der **DIP1** Schalter auf **On** steht und somit der Play-Mode im Single Betrieb arbeitet. Grundsätzlich muss **chronologisch vorgegangen** werden, sprich zuerst wird die Bewegung der ersten Steuerung aufgenommen. Anschließend wird die Bewegung der 2. Steuerung aufgenommen usw. Dabei muss bei jeder Anwendung neu herausgefunden werden, in welcher Reihenfolge die Motoren an der Maschine automatisiert werden müssen. In diesem Beispiel muss der Motor zum Antreiben des Fließbandes an die erste Steuerung. Dieser gibt nämlich den Takt an. (fährt erst 30 Sekunden zum Motor 2, wo der Versandschein draufgedrückt wird. In der Zeit muss Motor 2 warten und ist daher an Steuerung 2 angeschlossen)

1 Motor: Zuerst muss bei der 1. Steuerung **der Record Modus aktiviert** werden. Nach dem drücken des Aktivierungstasters startet die Aufnahme. Jetzt lässt der Benutzer den Motor mit den START/Stopp Taster den Motor loslaufen, stoppt den Motor 1 in unserem Beispiel nach 30 Sekunden und drückt erneut den Start/Stopp Taste nach 10 Sekunden. Nach 50 Sekunden wird der Motor wieder angehalten. Anschließend wird die **Aufnahme mit der Record-Mode Taste beendet**. Jetzt läuft der Motor genauso im Takt wie oben in der Anforderung geschrieben (im Play-Mode beim abspielen).

2 Motor: Um jetzt die Bewegung des 2. Motors aufzunehmen, muss die **1. Steuerung** (welche bereits die Bewegung aufgenommen hat) sich **im Play-Mode befinden**, so dass die Status LEDs **grün blinken**. Die **2. Steuerung**, bei der jetzt die Motorbewegung aufgenommen werden soll, muss sich im **Record-Mode** befinden. (kurzes Rotes blinken) Anschließend wird der Aktivierungstaster gedrückt. Der 1. Motor vom Fließband setzt sich in Bewegung. Unserer 2. Motor für das aufkleben des Versandscheins wartet nun 30 Sekunden, bis das Fließband (Motor 1) anhält. Jetzt kann der Anwender den Start/Stopp Taste der 2. Steuerung drücken und die Motorbewegung (Geschwindigkeit, Drehrichtung...) welche zum aufkleben des Versandscheins nötig ist durchführen. Wenn diese erledigt ist, läuft das Fließband (Motor 1) wie vorher aufgenommen nach 10 Sekunden weiter. Jetzt kann der **Record-Mode des Motors beendet** werden und somit die Aufnahme gestoppt werden. Das Fließband führt jetzt noch die Bewegungen zu Ende, welche vorher aufgenommen wurden.

3 Motor: Nach dem **gleichen Prinzip** wie beim 2. Motor wird jetzt auch noch der 3. Motor automatisiert. Motor 1 & 2 haben ja bereits ihre Motorbewegung aufgezeichnet. Jetzt wird Motorsteuerung **1&2 in den Play-Mode** gebracht (Status LEDs blinken grün). Bei der **3. Steuerung** wird über den Record Taster der **Record-Mode aktiviert** (blinkt kurz rot). Anschließend wird der Aktivierungstaster gedrückt. Steuerung 1 & 2 spielen ihre Aufnahme ab, sprich das Fließband (Motor 1) läuft mit einem neuen Paket los. Nach 30 Sekunden hält es an, Motor 2 drückt den Versandschein auf das Paket und das Fließband läuft weiter. **Motor 3** steht dabei die ganze Zeit, **nimmt somit das Warten auf**. Zum Schluss hält das Fließband nach 50 Sekunden wieder an. Jetzt wird bei der Steuerung 3 der Start/Stopp Taster gedrückt und der 3. Motor läuft los. Nun wird mit



Hilfe der Eingabe Tasten (Start/Stopp Taster, Driection Taster, Poti für die Drehzahl) eine Bewegung durchgeführt, welche das Paket vom Fließband in den Behälter vom Fließband schiebt. Danach kann man den Motor 3 wieder auf die Start Position fahren und die Aufnahme beenden.

Fertig! Wir haben unseren Ablauf komplett automatisiert. Jetzt kann bei **allen 3** Steuerungen der **Play-Mode aktiviert** werden (Status LEDs blinken grün) und die Bewegung (Motor 1: Fließband, Motor 2: zum befestigen des Versandscheins und Motor 3: zum verschieben des Paketes in den Behälter) wird komplett ausgeführt!

Hinweis: Die Kopplung mehrere Steuerungen kann sich beim lesen zunächst kompliziert anhören. Deshalb wird empfohlen die **Anleitungsvideos** auf zu der Steuerung anzuschauen. Hier wird anschaulich in kurzer Zeit klar, wie **einfach** die Kopplung der Boards ist.

Weiterführende Internetseiten:

Eine Projektbeschreibung als Video:

<https://youtu.be/1GLjGYsHOK8>

Die Software kann hier herunterladen:

<https://github.com/Rublicator/Schrittmotorsteuerung-mit-Record-Funktion>

Passende Bauteile kann man unter dem Titel Kit:

„Rublicator Schrittmotorsteuerung mit Record-Mode“ bestellen:

Einfach eine E-Mail an ruben.r.rodemann82@gmail.com schreiben und innerhalb 1-2 Tage ein Angebot erhalten!

