

Frame MotionController

V 2.9.13

Hans Vollmer & Johannes Jaeger

5. Februar 2022



Die Intension zur Entwicklung des Frame MoCo war es, eine kostengünstige Alternative zu teuren Motion Controller Systemen zu bieten. Der Frame MoCo kann bis zu 3 Stepper Motore individuell steuern und ist somit für Anwendungen wie Motion Timelapse, Panorama Aufnahmen, Gigapixel, 360° und weitere Anwendungen bestens präpariert.

Die Steuerung über eine Smartphone / Tablet App bietet optimale Bedienung. Weitere Details zur App findet man im Abschnitt Firmware .

Die momentane Version hat den Staus „Beta Release“

Inhaltsverzeichnis

1	Features	1
2	Hardware	2
2.1	Spannungsversorgung	3
2.2	Die richtige Powerbank	3
2.3	Stepper Motor und Anschluss	4
2.4	Kamera Anschluss	4
2.5	MoCo Befestigung	5
2.6	Technische Daten	5
2.7	Frame MoCo das Kit	6
3	Software	8
3.1	Verbindungsaufbau	8
3.2	Hauptmenü	9
3.3	Settings	11
3.3.1	Update Motion Controller	11
3.4	Motor Einstellungen	12
3.5	Select Motor Type	13
3.6	Motor Type Settings	14
3.7	Motor Type Edit / Create	15
3.8	Jog Modus	17
3.9	Timelapse	18
3.9.1	Timelapse - Ramping	19
3.10	Giga-Pixel	20
3.11	360°-Panorama	22
3.12	Fokus Stacking	24
3.13	Star Tracker	25
3.14	Dragonframe	26

1 Features

- **3 Achsen Motion Timelapse Motor Controller**
- **Steuerung des Frame MoCo per Smartphone / Tablet APP (Android)**
- **Modis**
 - **Motion Timelapse**
 - **GigaPixel**
 - **360° Panorama**
 - **StarTracker**
 - **Focus Stacking**
 - **DragonFrame**
- **Duale Stromversorgung per DC 12-24V oder USB-C (QC3.0 / PD)**
- **Einfaches Setup für eine Vielzahl von Stepper Motoren**
- **Kompakte Abmessungen**
- **Controller Firmware Update per Smartphone APP**
- **2 Kamera Ports**

2 Hardware

Das Herzstück des Fame MoCo ist ein leistungsstarker ESP32 Controller mit integriertem Bluetooth und WLAN. Die Stepper Motoren werden mit einem Silent Step Stick (TMC 2209) gesteuert, welcher einen für geräuschlosen Betrieb, maximale Effizienz und bestes Motordrehmoment sorgt. Die Motorausgänge sind mit Freilaufdiolen gegen Induktionsspannungen geschützt.

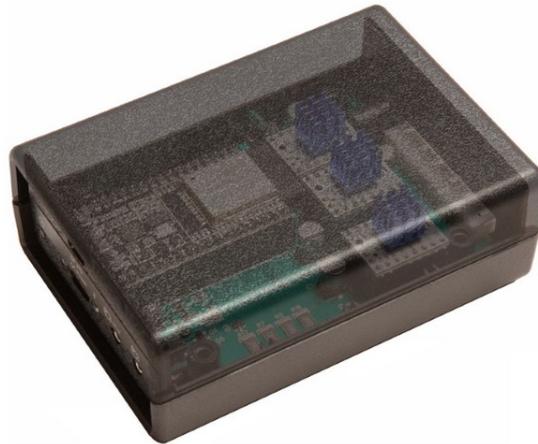


Abbildung 1: Frame MoCo Hardware

Der Status des Frame MoCo wird durch 4 LEDs an der Front angezeigt.



Abbildung 2: Frame MoCo Status

Durch die kompakten Abmessungen des Frame MoCo ist dieser bestens für den mobilen Einsatz geeignet.



Abbildung 3: Frame MoCo Abmessungen

2.1 Spannungsversorgung

Optimiert für den mobilen Einsatz erfolgt die Stromversorgung des Frame MoCo von einer Powerbank. An der Rückseite des MoCo ist eine DC Buchse (5,5 x 2,1mm) für den direkten Anschluss an eine Powerbank mit DC Anschluss (12-24V). An der Frontseite des MoCo ist eine USB-C Buchse zum Anschluss des MoCo an einer USB-A Buchse mit QC3.0 oder einer USB-C Buchse mit PD.

Wird der MoCo über USB an eine Powerbank angeschlossen, beginnt dieser mit der Powerbank zu kommunizieren, dabei blinkt die LED neben dem USB-Anschluss langsam. Sobald die Powerbank die geforderte Spannung von 12V liefern kann, leuchtet die LED permanent und der MoCo wird mit 12V von der Powerbank versorgt.

Kann die Powerbank die Spannung nicht einstellen, blinkt die LED schnell. In diesem Fall ist die Powerbank oder der USB-Port nicht QC3.0 oder PD kompatibel.

Für den Indoor Einsatz, kann der Frame MoCo per USB auch mit einem USB-Ladegerät welches über QC3.0 oder PD verfügt, versorgt werden.



Abbildung 4: Stromversorgung: Links DC, rechts USB-C

2.2 Die richtige Powerbank

Powerbanks werden in verschiedenen Varianten angeboten. Nicht alle die auch mit Schnelllade-funktion angeboten werden erfüllen den QC3.0 Standard oder haben PD (Power Delivery). QC3.0 oder PD ist aber für eine PB zum Einsatz mit dem Frame MoCo erforderlich.

Manche PB haben neben den USB-Anschlüssen auch einen DC Anschluss mit Spannungen bis zu 24V. Für den Betrieb des MoCo mit 3 Motoren ist eine PB mit 15.000mAh für den Einsatz von mehreren Stunden durchaus ausreichend. Für längere TL oder StartTracker Aufnahmen kann es durchaus erforderlich sein auch die Kamera über die Powerbank z.B. mit dem QCCP-Stick zu versorgen. Speziell bei Nachtaufnahmen kommt dann auch noch eine Objektiv Heizung dazu. Für solch eine Anwendung ist eine PB mit 25.000mAh zu empfehlen.

Powerbanks sind vordergründig für des Laden von Smartphones und Tablets konzipiert. Dadurch schalten diese auch ab, sobald der entnommene Strom einen gewissen Wert unterschreitet (Ladung beendet). Der Frame MoCo sorgt aber dafür, dass die PB auch bei niedrigem Strom (Motore aus) nicht abschaltet.



Abbildung 5: Powerbanks

Die linke Powerbank ist mit USB-A QC3.0 und USB-C PD Ports ausgestattet. Die rechte PB verfügt zusätzlich über einen DC Ausgang.

2.3 Stepper Motor und Anschluss

Für den Anschluss der 3 Stepper Motoren sind an der Rückseite des Frame MoCo 3 JST XH2.54 Buchsen angebracht.



Abbildung 6: Anschluss Stepermotore

Für die Verbindung zu den Motoren können Kabel mit 4 poligem XH2.54 Stecker auf 6 polig JST Stecker verwendet werden, welche kostengünstig für 3D Drucker angeboten werden.



Abbildung 7: Stepermotor Kabel

Bei den Kabeln ist darauf zu achten, dass die Verbindung zwischen den beiden Steckern 1:1 ausgeführt ist.

Am besten geeignet sind Stepper Motoren mit einem Spulenwiderstand (Resistance/Phase) von 2-4 Ohm. Für diese ist eine Versorgungsspannung von 12V ausreichend. Werden Motore mit einem höheren Spulenwiderstand verwendet ist eine höhere Versorgungsspannung erforderlich. Dazu muss der Frame MoCo über den DC Eingang (12-24V) versorgt werden.

2.4 Kamera Anschluss

Der Anschluss von bis zu 2 Kameras erfolgt über 2.5mm TRS Buchsen. Das für die verwendete Kamera Auslösekabel muss mit einen 2,5mm Stecker ausgestattet sein.

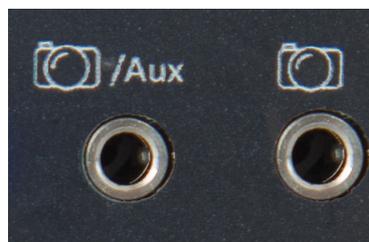


Abbildung 8: Kamera Anschluss

Die rechte Buchse ist der Anschluss für die Kamera. An der linken Buche kann eine 2. Kamera angeschlossen werden oder ggf. ein Timer zur Steuerung wenn der 2. Port als Slave eingestellt ist.

2.5 MoCo Befestigung

Maximal 5 Kabel werden am Frame MoCo angeschlossen. Ein einfaches und durchdachtes Befestigungskonzept erlaubt es den Frame MoCo an jedem Arca Swiss kompatiblen Profil zu befestigen. Damit ergeben sich möglichst kurze Verbindungen zu den Pan und Tilt Motoren, sowie zu der Kamera.

Dazu wird der mitgelieferte Mount Adapter in die beiden oberen Vertiefungen im Gehäuse mit etwas Druck eingepresst.



Abbildung 9: Frame MoCo mit Mount Adapter



Abbildung 10: Frame MoCo Arca Swiss Mount

In Abhängigkeit der Applikation, wird der Frame MoCo an einem verfügbaren Arca Swiss Profil durch einfaches Aufschieben befestigt.

2.6 Technische Daten

Stromversorgung DC	12-24V DC Buchse 5,5x2,1 mm
Stromversorgung USB	12V (wird automatisch eingestellt)
Strom	ca. 80mA (ohne Motoren)
Motorstrom	1.2A (pro Motor)
Motor Typ	Bipolare Steppermotoren
Abmessungen	105 x 75 x 36mm (L/B/H)
Gewicht	125g

2.7 Frame MoCo das Kit

Der Frame MoCo wird als Bausatz ausgeliefert. Der Zusammenbau gestaltet sich aber recht einfach.

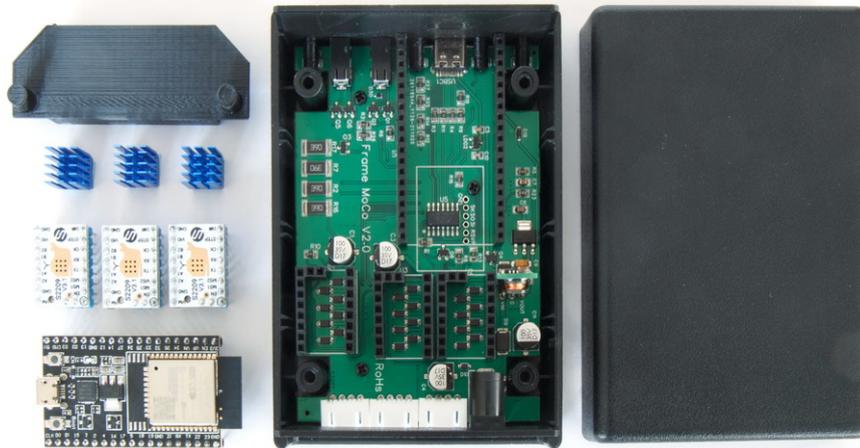


Abbildung 11: Frame MoCo Kit

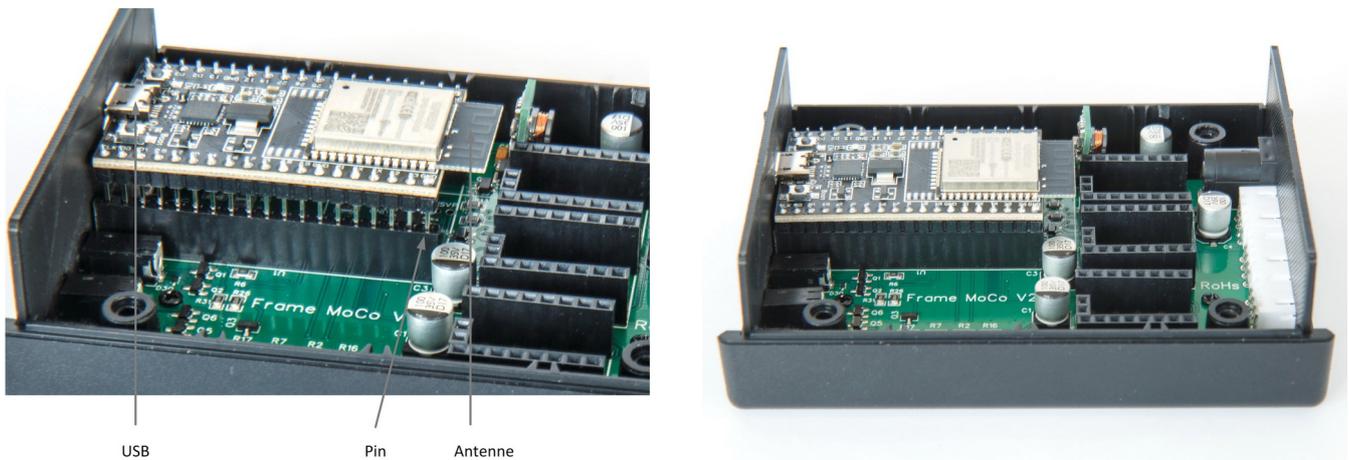


Abbildung 12: Controller Einbau

Zuerst wird der Controller wie oben gezeigt in den dafür vorgesehenen Sockel gesteckt. Die USB Buchse muss Richtung Front und die Antenne nach hinten zeigen.

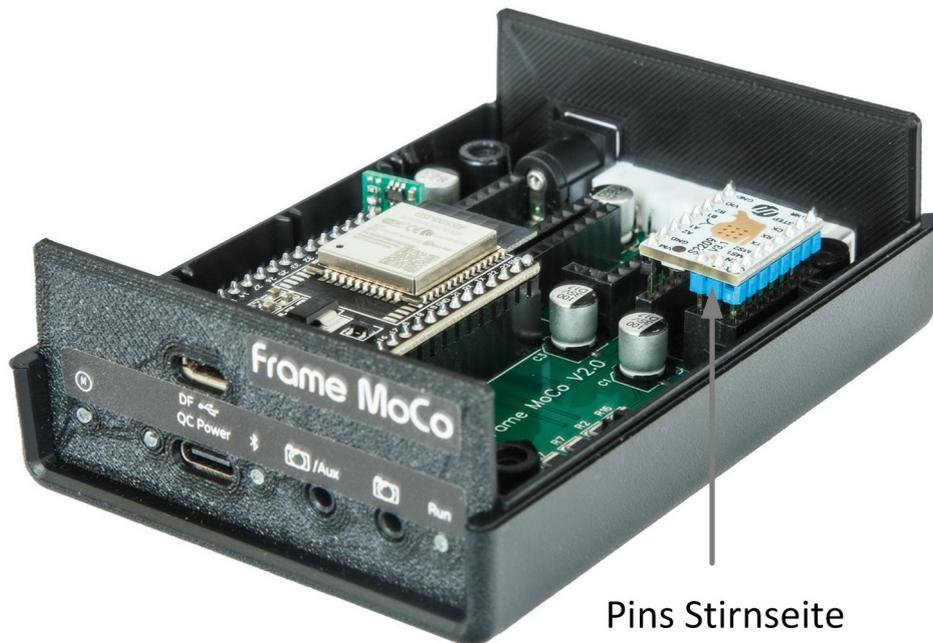


Abbildung 13: Motor-Controller Einbau

Danach werden die Motor Controller eingebaut. Dabei ist auf die Einbaurichtung der Controller zu achten. Die Motor-Controller haben an der Stirnseite 2 zusätzlich Pins. Diese müssen Richtung Geräte Mitte zeigen.

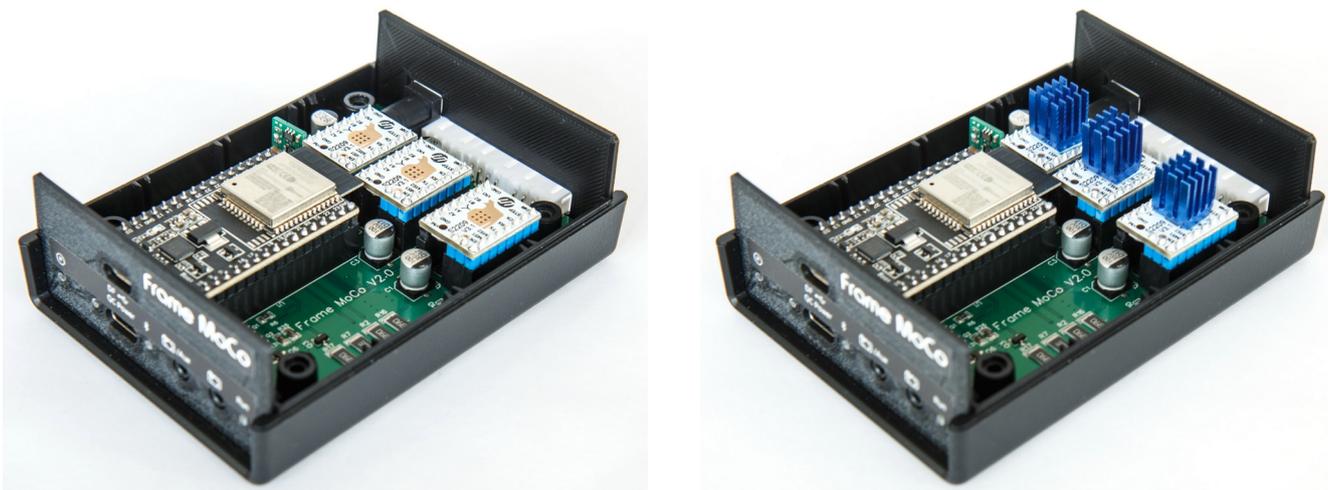


Abbildung 14: Motor-Controller Einbau und Kühlkörper

Wenn alle 3 Motor-Controller eingebaut sind werden die Kühlkörper jeweils in der Mitte der Motor-Controller aufgeklebt.

Damit ist der Zusammenbau des Frame MoCo abgeschlossen. Den Gehäusedeckel aufsetzen und verschrauben. Stromversorgung anschließen und Funktion testen.

Nach Anschluss der Stromversorgung muss die blaue LED an der Front blinken!

3 Software

Der **Frame MoCo** wird über eine Smartphone Applikation (Android) gesteuert. Die Verbindung wird über Bluetooth hergestellt. Die App wird zur Konfiguration und Überwachung der verschiedenen Modi verwendet. Die Der Controller läuft selbstständig auch ohne Smartphone Verbindung weiter.

Die App kann über den Google Play Store installiert werden.

Der Name der App lautet: **Frame MoCo**

3.1 Verbindungsaufbau

Bevor die App verwendet werden kann muss der Frame MoCo in den Bluetooth Einstellungen des Smartphones gekoppelt werden. Hierfür im Bluetooth Menü (Einstellungen -> Verbindungen -> Bluetooth) nach einem Eintrag suchen welcher mit FrameMoCo beginnt und diesen durch langes Drücken mit dem Smartphone / Tablet koppeln. Nachdem der Controller gekoppelt wurde ist die Verbindung in der App möglich. Hierzu wird die App geöffnet und der zuvor gekoppelte Controller aus der Liste ausgewählt.

Die Verbindung zum Controller wird nun aufgebaut, der zuletzt verbundene Controller wird intern abgespeichert und beim nächsten Aufruf der App wird die Verbindung automatisch wiederhergestellt.

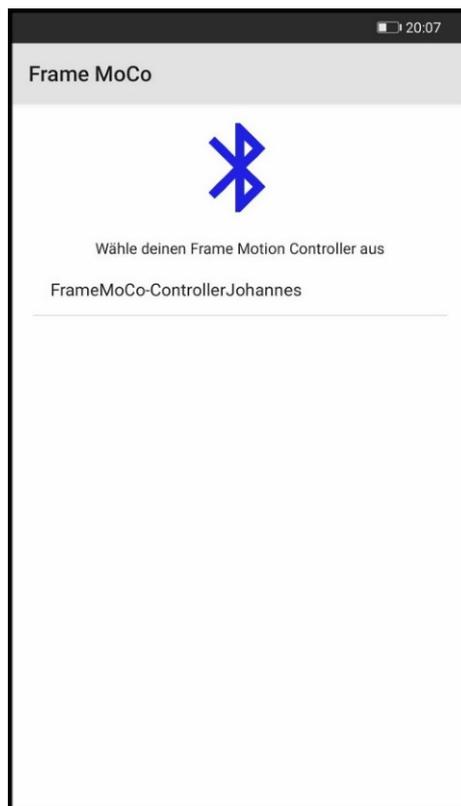


Abbildung 15: Verbindungsbildschirm

3.2 Hauptmenü

Nach der Verbindung mit dem Controller wird das Hauptmenü (siehe Abbildung 16) angezeigt. Auf der linken Seite ist die Auswahl bei deaktivierten Motoren und auf der rechten Seite bei aktivierten Motoren. Im oberen Bereich wird der Name des Controllers **(1)**, die aktuelle Version **(2)** und die Spannungsversorgung **(3)** angezeigt. Sollte die Version rot gefärbt sein, ist die Firmware Version des Controllers nicht identisch mit der App. Bitte ein Firmware Update durchführen, siehe Abschnitt 3.3.1.

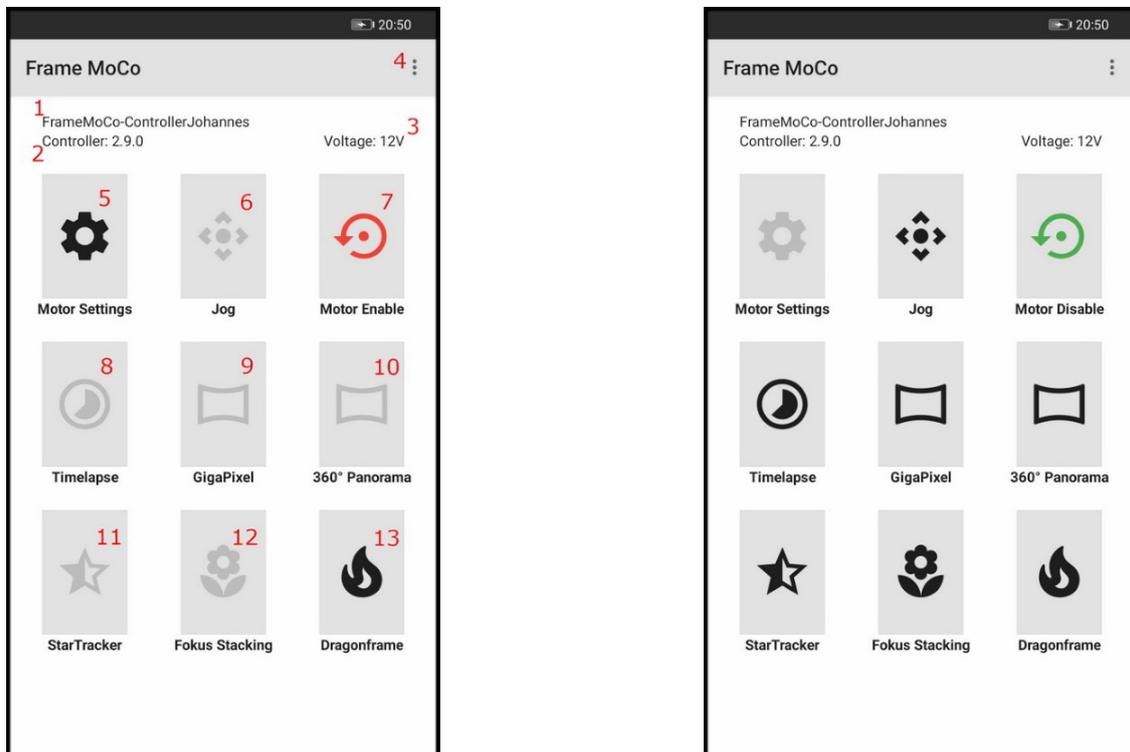


Abbildung 16: Hauptmenü links Motoren aus, rechts Motoren ein

Das Hauptmenü bietet folgende Möglichkeiten:

1. Menü **(4)** (siehe Abbildung 17)
 - (a) Settings: Hier können Einstellungen für den Controller festgelegt werden und die Firmware aktualisiert werden.
 - (b) Motor Types: Hier können neue Motor Typen angelegt werden.
 - (c) Disconnect: Hiermit kann die Verbindung zum Controller getrennt werden.

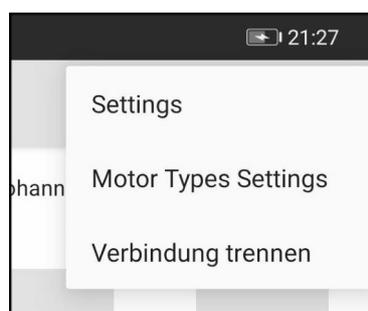


Abbildung 17: Menü Hauptbildschirm

2. Motor Einstellungen **(5)**: Hier können die Parameter der Motoren festgelegt werden. Dieser Punkt ist nur möglich, wenn die Motoren deaktiviert sind.
3. Jog Modus **(6)**: Hier können die Motoren frei bewegt werden.
4. Motor Aktivieren / Deaktivieren **(7)**: Hiermit können durch langes drücken die Motoren aktiviert / deaktiviert werden. Hiermit werden auch die einzelnen Modi freigegeben.
5. Timelapse **(8)**: Hiermit können Timelapse Aufnahmen konfiguriert werden.
6. Giga Pixel **(9)**: Hiermit können Giga Pixel Aufnahmen konfiguriert werden.
7. 360° Panorama **(10)**: Hiermit können 360° Aufnahmen konfiguriert werden.
8. Star Tracker **(11)**: Hiermit lassen sich Sternspuren korrigieren.
9. Focus Stacking **(12)**: Hiermit können Focus Stacking Aufnahmen konfiguriert werden.
10. Dragonframe **(13)**: Hiermit kann der Controller auf Dragonframe Support umgestellt werden.

3.3 Settings

In den Einstellungen können folgende Änderungen vorgenommen werden.

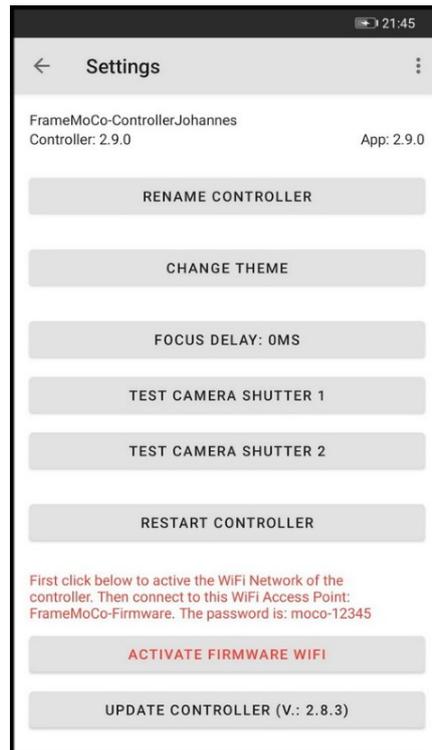


Abbildung 18: Einstellungen

1. Controller umbenennen: Der Name muss zwischen 3 und 20 Zeichen lang sein. Nach der Änderung muss der Controller neugestartet werden.
2. Thema ändern: Es gibt ein helles und ein dunkles Thema, die Änderung ist direkt aktiv.
3. QC Guardian: Hiermit kann der Trigger für die PowerBank auf permanent umgestellt werden.
4. Focus Delay: Hiermit wird die Verzögerung festgelegt wie lange das Fokus Signal vor dem Auslöse Signal aktiv sein muss. Meistens kann dies bei 0 ms belassen werden.
5. Test Kamera Auslöser 1 & 2: Hiermit können die beiden Kamera Ports getestet werden. Dabei liegt das Signal der Auslösung für 125 ms an.
6. Neustart: Hiermit kann durch langes drücken der Controller neugestartet werden ohne die Spannungsversorgung zu trennen.
7. Firmware Update: Dieser Punkt wird im nächsten Abschnitt beschrieben. 3.3.1

3.3.1 Update Motion Controller

Die Firmware des Controllers kann mit der App aktualisiert werden. Hierfür muss zunächst der WLAN Zugangspunkt des Controllers aktiviert werden, hierfür den entsprechenden Button anklicken. Danach in den WLAN Einstellungen des Smartphones mit dem WLAN Netzwerk "FrameMoCo-Firmware" verbinden. Es kann sein, dass das Smartphone eine Meldung anzeigt, dass dieses Netzwerk über keine Verbindung zum Internet verfügt. Dies kann ignoriert werden. Bei neueren Smartphones empfiehlt es sich auch während des Updates die Mobilien Daten zu deaktivieren.

Nachdem die Verbindung hergestellt wurde kann in der App der Button (Update Controller) ausgewählt werden, danach dauert es 1-2 Minuten und die neue Firmware ist aufgespielt. Dies wird mit einer Statusanzeige angezeigt. Ebenso kann in der Benachrichtigungsleiste der aktuelle Status eingesehen werden. Der Controller startet anschließend neu.

3.4 Motor Einstellungen

In der MoCo App sind zahlreiche Profile für verschiedene Motoren und Anwendungen bereits hinterlegt. Dabei wird zwischen Anwendungen für Slider (Linear) und Pan / Tilt (Rotation) unterscheiden. Durch langes Drücken auf das Icon des Motors M1-M3 öffnet sich ein Fenster (Select Motor Type).

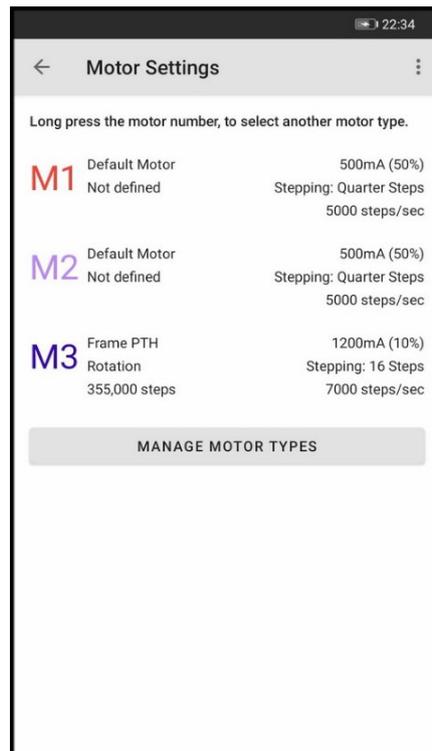


Abbildung 19: Motor Einstellungen

3.5 Select Motor Type

Danach wird ein Motor Type (Slider mit entsprechendem Motor oder Frame PTH) aus der Liste der verfügbaren Profile ausgewählt und durch OK zugewiesen.

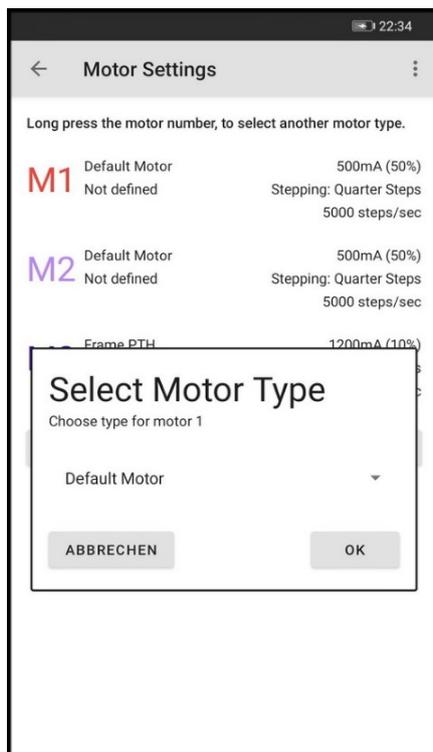


Abbildung 20: Select Motor Type

3.6 Motor Type Settings

Ist keines der verfügbaren Profile für den eigenen Motor passend, kann man vorhandene Profile anpassen (Editieren) oder ein neues Profil erstellen.

Dazu zunächst im Menü *Motor Settings* → *MANAGE MOTOR TYPES* drücken. Im folgenden Menü einen Motor auswählen und *EDITIEREN* drücken oder *CREATE NEW MOTOR TYPE* auswählen.

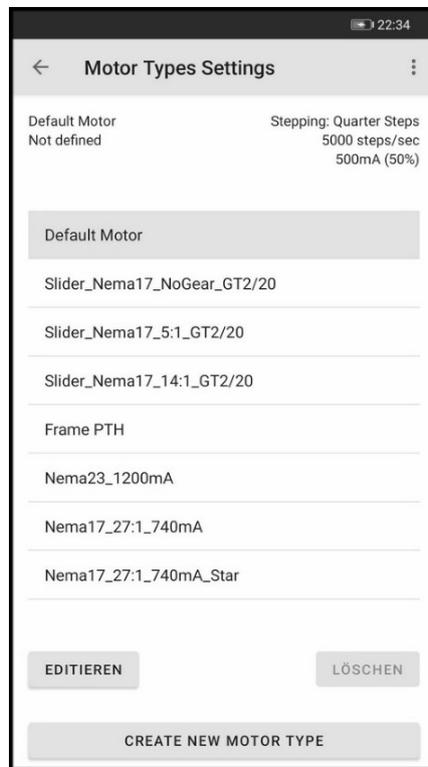
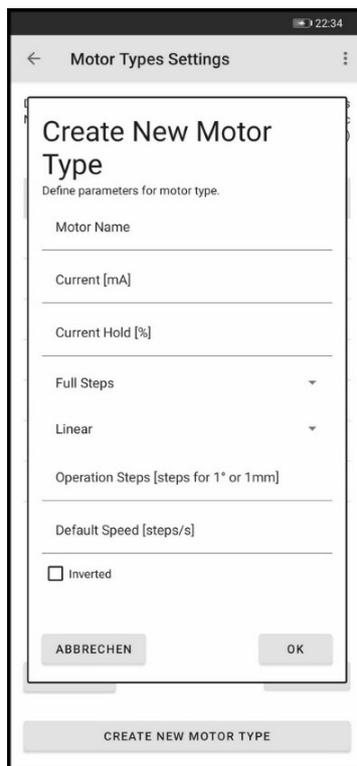


Abbildung 21: Motor Type Settings

3.7 Motor Type Edit / Create

In diesem Menu können nun folgende Einstellungen vorgenommen werden:



The screenshot shows a mobile application interface for creating a new motor type. The screen is titled "Motor Types Settings" and contains a form with the following fields and options:

- Motor Name**: A text input field.
- Current [mA]**: A text input field.
- Current Hold [%]**: A text input field.
- Full Steps**: A dropdown menu.
- Linear**: A dropdown menu.
- Operation Steps [steps for 1° or 1mm]**: A text input field.
- Default Speed [steps/s]**: A text input field.
- Inverted**: A checkbox.

At the bottom of the form, there are two buttons: "ABBRECHEN" and "OK". Below the form, there is a large button labeled "CREATE NEW MOTOR TYPE".

Abbildung 22: Motor Edit / Create

- **Motor Name:** Wählen sie hier einen Namen, der zur Anwendung passt wie Slider Pan oder Tilt.
- **Current (Motor Strom):** Richten sie sich nach der Angabe wie Nennstrom des Herstellers. In der Regel ist es ausreichend, wenn man ca. 80% des Nennstromes einstellt. Das spart dann auch Energie.
- **Haltestrom (Current Hold):** Ein Stepper Motor benötigt auch Strom im Stillstand, der sogenannte Haltestrom. Bei Motoren mit Getriebe kann dieser Wert auf 10 – 20% eingestellt werden. Bei Motoren ohne Getriebe z.B. Slider sollte ein Wert zwischen 50 und 80% eingestellt werden.
- **Micro Steps (Steps):** Ein typischer Stepper Motor benötigt 200 Steps für eine Umdrehung. Der im Frame MoCo verwendete Motor Controller kann jeden Stepp nochmals elektronisch in Micro Steps unterteilen. Eine Einstellung von 16 Micro Steps ist für die meisten Motore ein guter Wert.
- **Ausrichtung:** Hier wird eingestellt, ob das Profil für einen Slider (Linear) oder einen Dreh Kopf (Rotation) ist.
- **Operation Steps für 1mm oder 1°:** Hier wird eingestellt, wie viele Steps für 1mm Fahrweg oder 1° Drehung erforderlich sind. Dieser Wert wird nach folgender Formel berechnet:
 Operation Steps = Anzahl der Schritte für eine Umdrehung Motor * MicroSteps * Übersetzung des Getriebes / Fahrweg pro Umdrehung der Welle.
 Beispiel für einen Slider mit Motor 1 : 1 einem Zahnriemen mit 2mm und einem Zahnrad mit 20 Zähnen. Der Slider legt dabei einen Weg von 40mm(20x2) pro Umdrehung des Zahnrades zurück.

$$\text{OperationSteps} = 200 * 16 * 1/40 = 80$$
- Beispiel für einen Slider mit Motor 5.18 : 1 einem Zahnriemen mit 2.5mm und einem Zahnrad mit 20 Zähnen.

$$\text{OperationSteps} = 200 * 16 * 5.18/50 = 331.52$$
- Beispiel für ein Dreh Kopf mit Motor 1:1 und einem Getriebe von 40:1

$$\text{OperationSteps} = 200 * 16 * 40/360 = 355.556$$
- **Default Speed:** Hier wird die maximale Geschwindigkeit des Motors in Steps pro Sekunde eingestellt. Ein typischer Wert liegt zwischen 4000 und 7000.
- Als letzte Einstellung kann die Fahrt oder Drehrichtung noch invertiert werden.

Durch Speichern wird der Motor angelegt oder aktualisiert. Danach mit der Taste < zurück zum Menu *Motor Settings* und den neu erstellten Motor Typ einem Motor durch langes Drücken auf M1 - M3 zuweisen.

Zum Testen des Motors, die Motoren einschalten (Motor Enable) und im Jog Mode testen. Ggf. ist eine Korrektur wie zuvor beschrieben erforderlich.

3.8 Jog Modus

Im Jog Modus können die Motoren frei bewegt werden. Hierfür stehen Slider **(1)** zur Verfügung. Auf beiden Seiten sind zusätzlich 2 Buttons **(2)**, mit diesen lässt sich der jeweilige Motor mit sehr langsamer Geschwindigkeit steuern. Die Slider steuern die Motoren ebenfalls mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. In der Mittelstellung ist der jeweilige Motor im Stillstand. Der Slider kann zu beiden Seiten um 50 Positionen verschoben werden. Verschieben nach Rechts entspricht einer Vorwärtsbewegung beziehungsweise einer Rotationsbewegung im Uhrzeigersinn.

Geschwindigkeit Button: 1%

Geschwindigkeitsstufen Slider:

- 0 - 5: 20%
- 6 - 20: 50%
- 21 - 35: 100%
- 36 - 50: 120%

Durch drücken des Buttons **0**, kann die aktuelle Motor Position auf 0 zurückgesetzt werden.

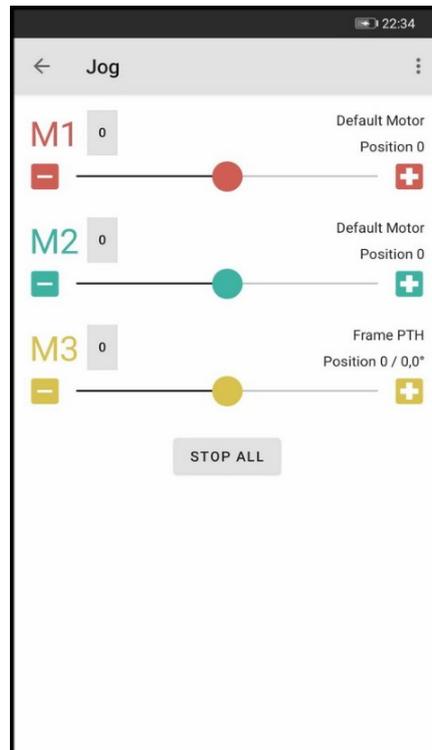


Abbildung 23: Jog Modus

3.9 Timelapse

Der Timelapse Modus lässt den Controller zum Einen die Motoren steuern, des Weiteren wird auch die Kamera im ausgewählten Intervall ausgelöst. Ein externer Timer ist bei normalen Timelapse Aufnahmen nicht nötig.

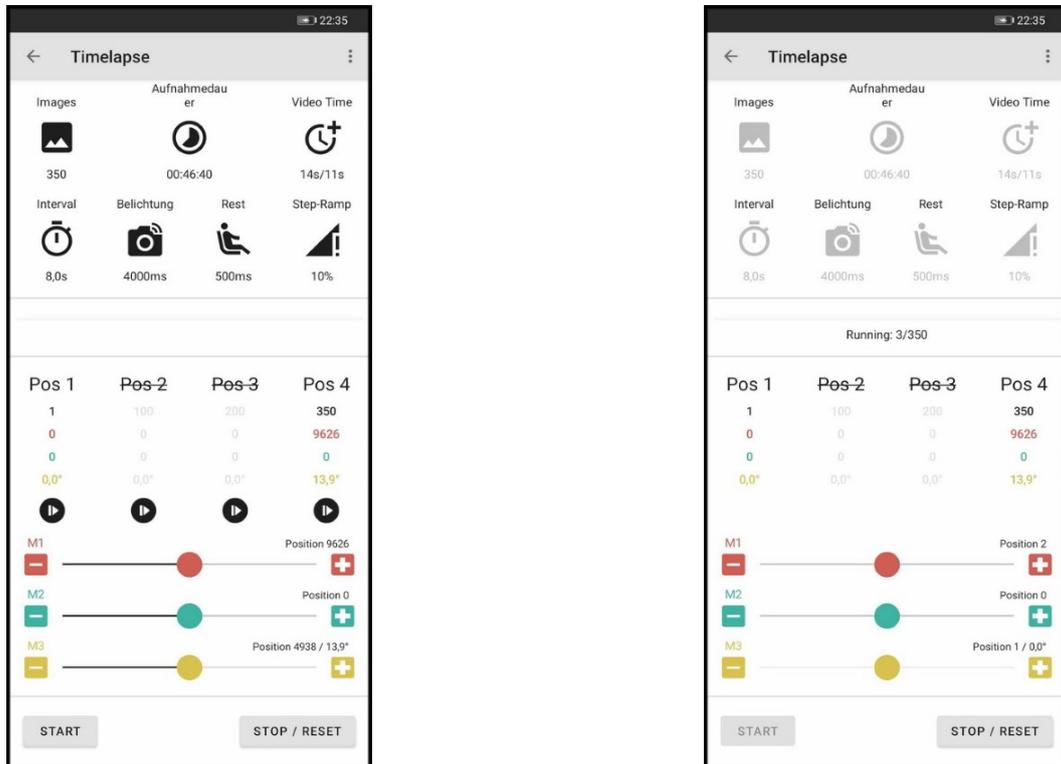


Abbildung 24: Timelapse Modus

Es werden folgende Parameter eingestellt:

- Images(1): Anzahl der Bilder
- Interval(2): Interval zwischen 2 Aufnahmen in Sekunden.
- Exposure(3): Maximale Belichtungsdauer in Millisekunden. Minimaler Wert 125ms.
- Rest(4): Beruhigungspause nach durchgeführter Bewegung in Millisekunden.
- Ramp(5): Anfangs- und Endrampe der Bewegung. Der prozentuale Wert bezieht sich auf die Anzahl der Bilder im jeweiligen Abschnitt.

Aus den eingestellten Parametern berechnet die App die Dauer (6) der Aufnahme und die spätere Wiedergabezeit (7) für 25 FPS und 30 FPS.

Mit den unteren Steuerelementen (8) lassen sich die Motoren wie im Jog Modus steuern.

Nach dem alles erfolgreich eingestellt ist kann die Aufnahme durch langes drücken des Start (9) Buttons gestartet werden. Die Motoren fahren zunächst auf die Start Position und beginnen anschließend mit der Aufnahme. Durch langes drücken des STOP/RESET (10) Buttons kann die Aufnahme abgebrochen werden.

Während der Aufnahme wird über den Positionen eine Fortschrittsanzeige (11) der Stand angezeigt. Dies wird ebenso in der Benachrichtigungsleiste des Smartphones angezeigt. Durch drücken

dieser Benachrichtigung, kommt man jederzeit wieder zur Timelapse Anzeige zurück. Der Controller arbeitet vollkommen selbstständig, die Verbindung zum Controller kann nach dem Starten getrennt werden und zum Überprüfen des Status jederzeit neu verbunden werden. Dies bedeutet auch, dass die Timelapse Aufnahme bei einem Verlust der Verbindung zum Smartphone nicht unterbrochen wird.

3.9.1 Timelapse - Ramping

Ohne Ramping wird die errechnete Strecke oder Winkel bei jedem Intervall von Anfang an gefahren. Um die Bewegung zu beschleunigen oder entschleunigen kann ein Ramping eingestellt werden. Das bedeutet, dass die zu fahrende Strecke / Winkel bei 0 oder dem momentanen Wert startet und dann sukzessive erhöht oder erniedrigt wird, bis die berechnete Distanz erreicht ist. Der prozentuale Wert bezieht sich auf die eingestellte Anzahl der Bilder im jeweiligen Abschnitt.

Wird z.B. eine Rampe von 20% eingestellt und bei Pos2 200 Bilder dann wird eine Rampe zwischen Bild 1 und Bild 40 gefahren.

Das Ramping wird am Anfang / Ende jeder Position durchgeführt, wenn sich eine Änderung der Distanz / Winkel ergibt.

3.10 Giga-Pixel

Im Gigapixel Mode kann man hochauflösende Panoramen erstellen. Dabei werden mehrreihige Panoramen als Einzelbilder aufgenommen, welche anschließend mit einer Stitching Software zu einem hochauflösenden Panorama zusammengefügt werden.

Die Kamera wird auf einem Stativ mit einem Frame PTH für die horizontale Bewegung und einem Frame PTH für die vertikale Bewegung montiert und sollte auf den Nodal-Punkt ausgerichtet sein.

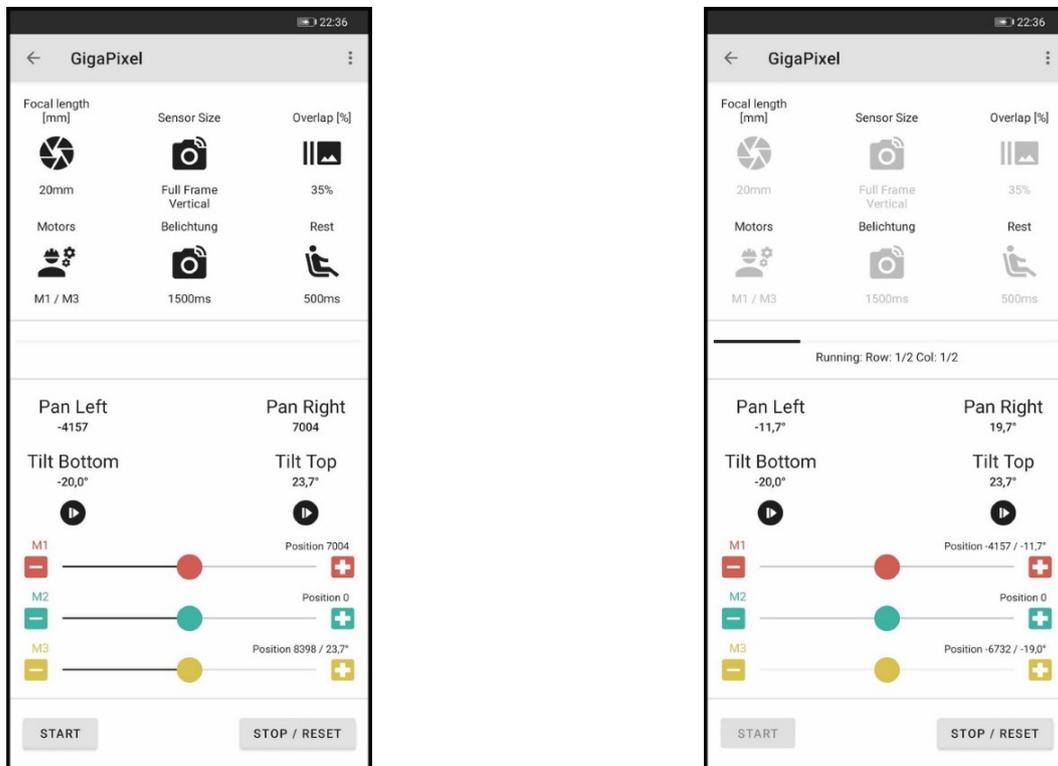


Abbildung 25: GigaPixel Modus

Die folgenden Einstellungen können für Gigapixel Panoramen vorgenommen werden

- **Brennweite:** Hier wird eingestellt auf welche Brennweite das verwendete Objektiv eingestellt ist.
- **Sensor Größe:** Hier wird eingestellt, ob man mit einer Vollformat oder APS-C Kamera arbeitet. Zusätzlich wird die Ausrichtung (horizontal / Vertikal) der Kamera angegeben
- **Überlappung:** Hier wird angegeben um wieviel Prozent die einzelnen Bilder überlappen sollen.
- **Motoren :** Hier wird eingestellt welcher der 3 Motore für die horizontale Bewegung (Pan) und die vertikale Bewegung (Tilt) verwendet wird.
- **Belichtung:** Hier wird die Auslösezeit für die Kamera eingestellt. Es ist zu empfehlen die Kamera im Manuellen Mode (M) zu betreiben. Die eingestellte Zeit für die Belichtung muss größer sein als die in der Kamera eingestellte Belichtungszeit.
- **Ruhezeit:** Um sicherzustellen, dass die Kamera nach der Bewegung ruhig steht wird hier eine Ruhezeit bis zur Auslösung eingestellt.

Zuletzt wird die Position Links oben des Panoramas mit den Slidern der Motore für die Pan und Tilt Bewegung eingestellt und durch Drücken von „Links Oben“ gespeichert.

Danach wird die Position Rechts Unten mit den Slidern eingestellt und durch Drücken von „Rechts Unten“ gespeichert.

Der MoCo errechnet anhand der Einstellungen und Positionen die erforderliche Schrittweite zwischen den Aufnahmen für Pan und Tilt.

Zur Kontrolle können beide Positionen durch Drücken des Pfeiles bei Links Oben oder Rechts Unten angefahren werden.

Nach Drücken von START wird die Aufnahmesequenz gestartet.

3.11 360°-Panorama

Der 360° Panorama Mode dient zur Aufnahme von 360° Panoramen aus Einzelbildern. Dabei wird ein Frame PTH für die horizontale Bewegung und eine weiterer Frame PTH für die vertikale Bewegung eingesetzt. Die Kamera sollte auf den Nodal-Punkt ausgerichtet sein.

Die aufgenommene Sequenz kann anschließend mit einer Stitching Software zu einem 360° Bild zusammengefügt werden.

Der Frame MoCo führt dabei horizontal eine komplette 360° Bewegung aus, weshalb darauf geachtet werden sollte, dass die Kabel frei bewegt werden können.

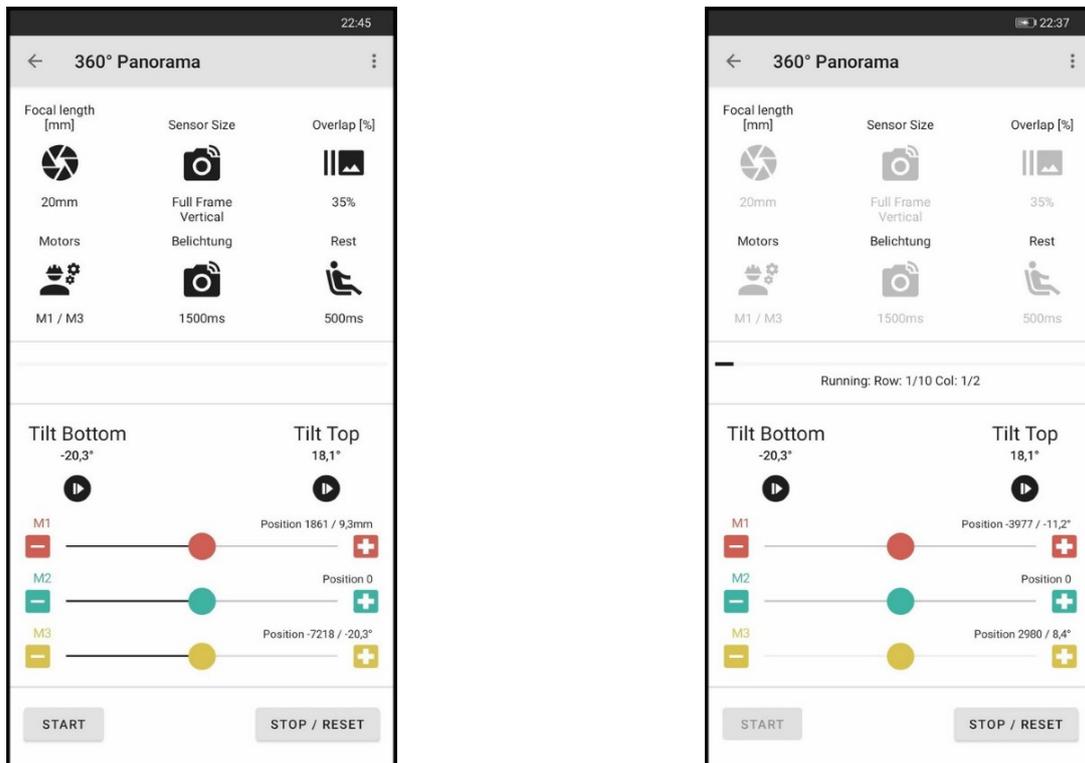


Abbildung 26: 360° Panorama Modus

Die folgenden Einstellungen können für ein 360° Panorama vorgenommen werden

- **Brennweite:** Hier wird eingestellt auf welche Brennweite das verwendete Objektiv eingestellt ist.
- **Sensor Größe:** Hier wird eingestellt, ob man mit einer Vollformat oder APS-C Kamera arbeitet. Zusätzlich wird die Ausrichtung (horizontal / Vertikal) der Kamera angegeben
- **Überlappung:** Hier wird angegeben um wieviel Prozent die einzelnen Bilder überlappen sollen.
- **Motoren :** Hier wird eingestellt welcher der 3 Motore für die horizontale Bewegung (Pan) und die vertikale Bewegung (Tilt) verwendet wird.
- **Belichtung:** Hier wird die Auslösezeit für die Kamera eingestellt. Es ist zu empfehlen die Kamera im Manuellen Mode (M) zu betreiben. Die eingestellt Zeit für die Belichtung muss größer sein als die in der Kamera eingestellte Belichtungszeit.
- **Ruhezeit:** Um sicherzustellen, dass die Kamera nach der Bewegung ruhig steht wird hier eine Ruhezeit bis zur Auslösung eingestellt.

Zuletzt wird die untere Position des Panoramas mit dem Slider des Motors für die Tilt Bewegung eingestellt und durch Drücken von „Tilt Unten“ gespeichert.

Danach wird die obere Tilt Position eingestellt und durch Drücken von „Tilt Oben“ gespeichert. Zur Kontrolle können beide Positionen durch Drücken des Pfeiles bei Tilt Unten oder Oben angefahren werden.

Der MoCo errechnet anhand der Einstellungen und Positionen die erforderliche Schrittweite zwischen den Aufnahmen für Pan und Tilt.

Falls erforderlich kann die horizontale Startposition mit dem Slider für Pan eingestellt werden.

Nach Drücken von START wird die Aufnahmesequenz gestartet.

3.12 Fokus Stacking

Der Mode Fokus Stacking dient dazu Makro Aufnahmen mit großer Schärfentiefe aufzunehmen. Dabei werden vom Objekt mehrere Aufnahmen über den gesamten Schärfentiefenbereich aufgenommen, welche später mit einer Software übereinander gelegt werden um ein Bild mit großer Schärfentiefe zu erhalten.

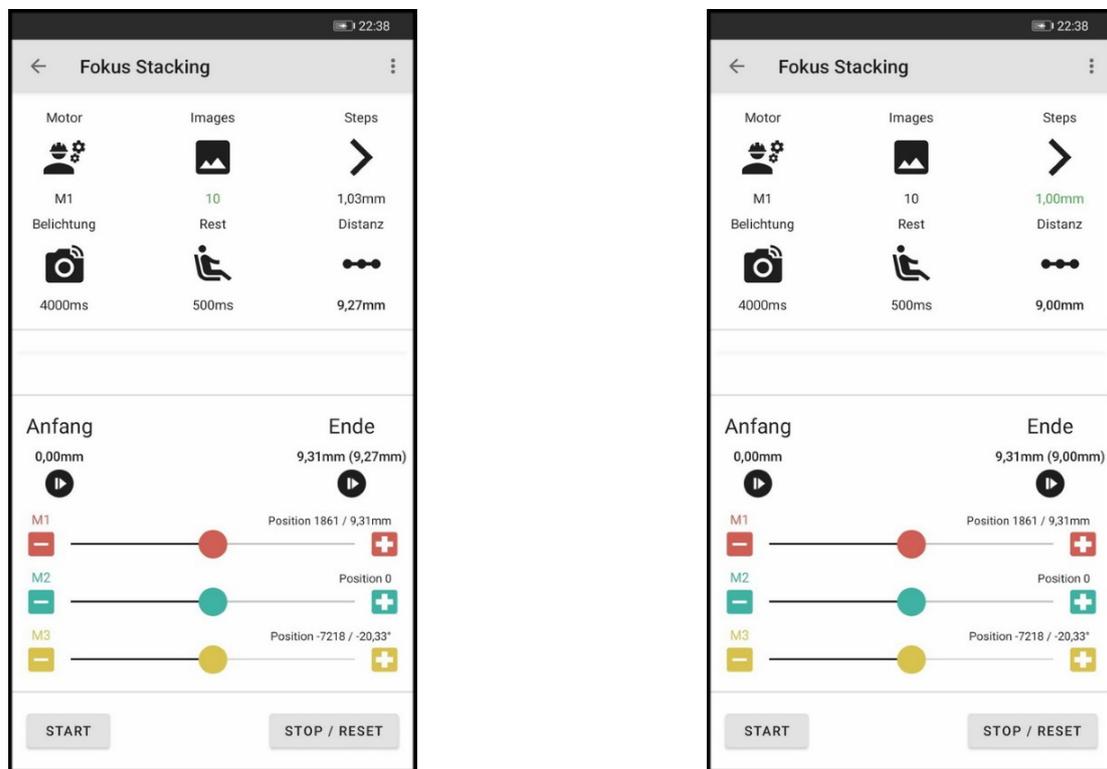


Abbildung 27: Fokus Stacking Modus

Für Fokus Stacking ist nur ein Motor (Slider oder eine Makroschiene) erforderlich. Bei Verwendung eines Sliders ist ein Getriebemotor mit großer Übersetzung zu empfehlen, damit die erforderliche Genauigkeit erreicht wird.

Zunächst wird eingestellt an welchem Motor (M1-M3) der Slider oder die Makroschiene angeschlossen ist.

Die Anzahl der aufzunehmenden Bilder bestimmt auch den Abstand zwischen den Bildern.

Die Belichtung wird idealerweise in der Kamera eingestellt, welche auch im manuellen Mode eingestellt werden sollte mit der Einstellung der Belichtung von z.B. 100ms

Die Zeit Rest bestimmt die Verzögerung nach der Aufnahme bis zur Motorbewegung.

Zur Aufnahme wird der entsprechende Motor mit dem Slider in die Position gefahren, in der das Objekt die erste Schärfe zeigt. Was am besten mit dem Live View der Kamera kontrolliert werden kann.

Mit den Tasten + und – jeweils links und rechts des Sliders kann die Position fein eingestellt werden. Diese Position wird durch Drücken von Anfang als Startposition gespeichert. Danach wird mit dem Slider in die Position der letzten Schärfe gefahren, ggf. mit + und- optimal eingestellt und durch Drücken auf Ende als letzte Position gespeichert.

Vor dem Start der Aufnahme sollte die Distanz zwischen den Aufnahmen unter dem Icon Steps kontrolliert werden. Eine Anpassung der Distanz kann durch Veränderung der Anzahl der Bilder vorgenommen werden.

Langes drücken von START führt das Fokus Stacking aus.

3.13 Star Tracker

Für den Startracker Modus muss eine Rotationsachse verwendet werden. Die Verlängerte Drehachse muss auf der Nordhalbkugel auf den Polarstern ausgerichtet werden. Nun kann auf dem Drehteller der Achse ein weiterer Kugelkopf befestigt werden um die Kamera auf das gewünscht Himmelsbild auszurichten. Hierbei kann 90° links und rechts vom Polarstern ausgewählt werden. Danach kann der Modus gestartet werden, die Kamera belichtet im BULB Modus so lange wie zuvor unter Exposure eingestellt wurde.

Sollten die Sterne nicht klar sein, kann mit Hilfe des Faktors die Drehgeschwindigkeit minimal angepasst werden. Der Wert sollte 99% bzw 101% nicht überschreiten, sollten höhere Werte notwendig sein, ist entweder die Ausrichtung auf den Polarstern oder die Motorkonfiguration nicht genau.

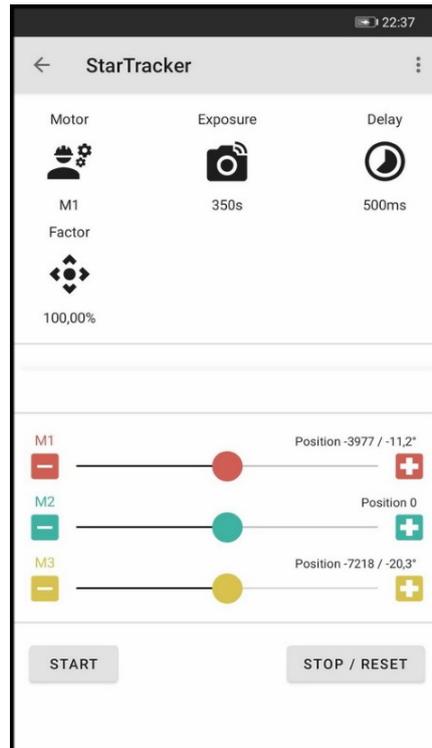


Abbildung 28: Star Tracker Modus

3.14 Dragonframe

Um den Dragonframe Modus zu starten, muss der Dragonframe Button lange gedrückt werden, danach sind die Motoren fest aktiviert und die Verbindung über Dragonframe kann hergestellt werden. Hierfür muss der Controller über ein MicroUSB Kabel an den Computer angeschlossen werden. In Dragonframe muss der Controller als *Arduino DFMoCo - Neuste Version* hinzugefügt werden. Danach sollte das Steuern möglich sein.

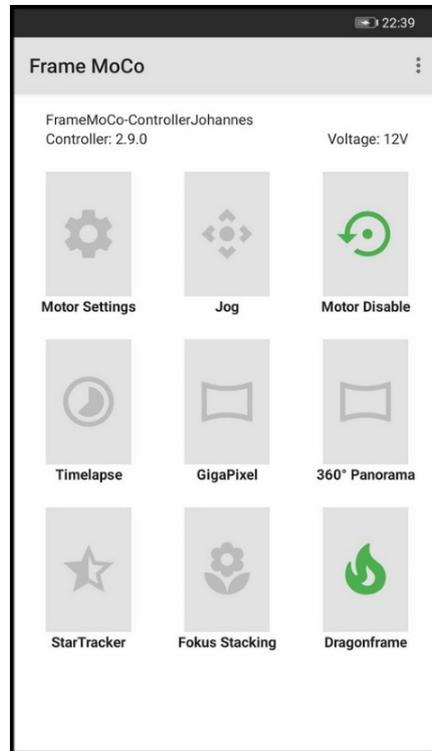


Abbildung 29: Dragonframe Modus