

Kamera Slider / Star-Tracker

LU Design of Real-Time Systems, Laboratory WS 2020/21

Knoll Sebastian (01618313)

Allgemein:

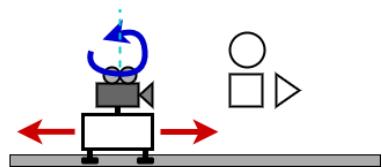
Vorrichtung welche es ermöglicht eine Systemkamera/DSLR Kamera automatisiert zu rotieren und linear verfahren. Dabei können via Handy o. dgl. Geschwindigkeiten, Positionen eingestellt werden und für Timelapse/Video Aufnahmen Verfahr Muster definiert und angepasst werden.

Zusätzlich erlaubt eine genaue Rotation die Option die Erdrotation zu kompensieren, um Langzeitbelichtungen des Nachthimmels (Deep-Sky Fotografie) durchführen zu können.

Funktionen im Detail:

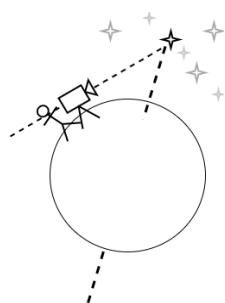
Kamera Slider:

Eine Kamera kann direkt oder über einen Stativkopf auf die Vorrichtung montiert werden (Genormtes $\frac{1}{4}$ Zoll UNC Gewinde). Dabei kann die Kamera um die Hochachse (Pan) gedreht werden und die gesamte Vorrichtung über ein Profil hinweg linear verfahren werden (Slide). Durch geeignetes Antreiben kann die Kamera so automatisch gedreht und verfahren werden (Pan & Slide). Ein Anschluss zur Kamera (Anschlüsse für Intervalometer) ermöglicht das automatisierte Auslösen von Fotos. Über ein Webinterface (Erreichbar durch einen Hotspot) kann man sich mit der Vorrichtung verbinden und beliebige Positionen anfahren. Um Timelapse/Video Aufnahmen zu realisieren, kann ein Verfahrweg (Startpunkt und Endpunkt) bestimmt werden auf welchem eine gewisse Anzahl von Fotos über einen definierten Zeitraum aufgenommen werden. (Zum Beispiel: "Bewege dich in 3h von 0 mm / 0° zu 600 mm / 180° und mache 400 Fotos")



Star-Tracker

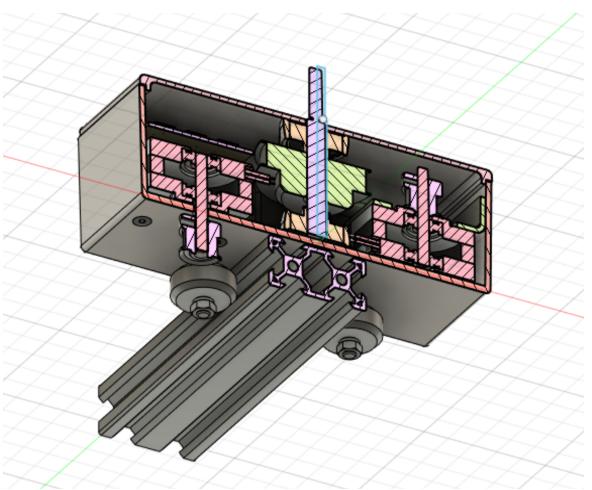
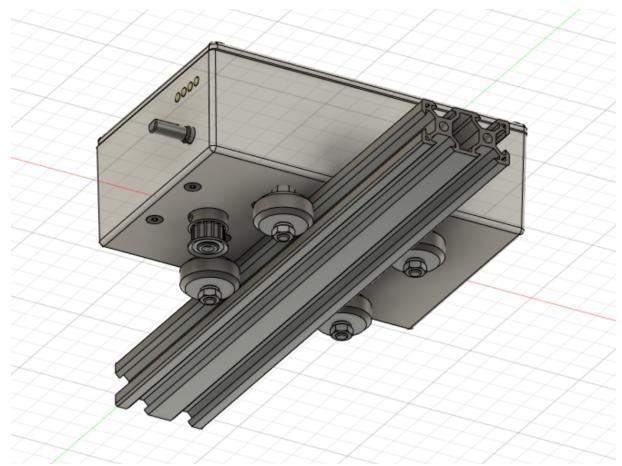
Die Vorrichtung wird ohne Profil für das lineare Verfahren auf einem Stativ o.dgl. montiert. Dabei wird die Rotationsachse der Vorrichtung jener der Erde (Polar Alignment) bestmöglich ausgerichtet. So kann die Erdrotation durch exakte Gegenrotation kompensiert werden und der Nachthimmel bleibt für die Vorrichtung/Kamera fixiert. Dadurch kann eine längere Belichtung stattfinden, ohne dass im Bild Startrails sichtbar werden.



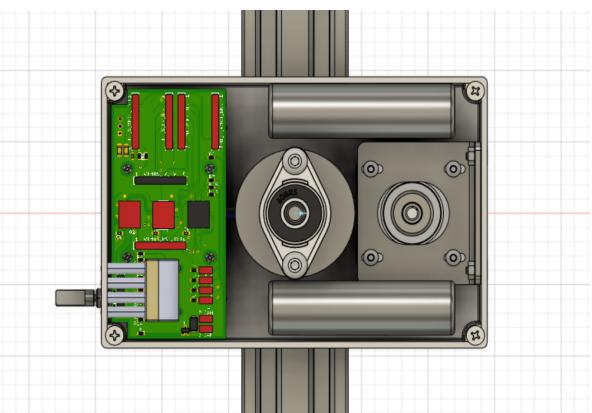
Aufbau:

Das nebenstehende Bild zeigt den Aufbau der Vorrichtung. Dabei befinden sich alle elektronischen Komponenten in einem geeigneten (Metall) Gehäuse. Dies ermöglicht eine kompakte und alleinstehende Realisierung.

Für ein lineares Verfahren bieten vier, im unteren Bereich angebrachte, Rollen die Möglichkeit das Gehäuse auf ein Normprofil (V-Nut 20x40) beweglich anzubringen. Dabei ist durch die Rollen ein leichtes Verfahren in Längsrichtung möglich. Eine Bewegung in andere Richtungen wird aber verhindert. So ist es auch möglich, die Vorrichtung schräg oder kopfüber auf dem Profil zu bewegen. Um diese Bewegung zu automatisieren wird ein Schrittmotor so ins Gehäuse eingebaut, dass dessen Achse nach unten weg aus der Vorrichtung ragt. An dieser kann eine geeignete Rolle angebracht werden, welche sich an einem in dem Profil eingelegten Riemen fortbewegt.



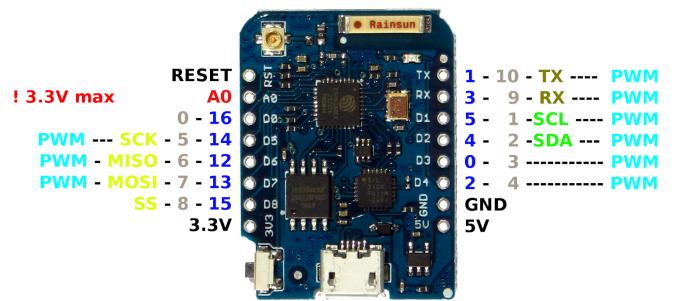
Um eine Rotation zu ermöglichen, wird auf der gegenüberliegenden Seite ein weiterer Schrittmotor eingebaut. Dieser ist vollständig im Gehäuse eingebaut und treibt über einen Riemen eine Metallachse an. Diese Metallachse wird verwendet, um die Achse des Schrittmotors zu entlasten und so auch schwere Lasten rotieren/montieren zu können. Diese Achse ist dabei mit zwei Kugellagern in der Mitte der Vorrichtung angebracht und bietet ein genormtes 1/4" UNC Gewinde am oberen Ende (welches oben aus dem Gehäuse ragt). Auf diesem können diverse Stativköpfe angebracht werden.



Diese Ansicht zeigt die Vorrichtung von oben in welcher die Positionierung der Akkus und der Elektronik sichtbar wird. Die zwei Akkus werden seitlich neben dem Schrittmotor für die Rotation angebracht. Die Platine wird oberhalb des Schrittmotors zum linearen Verfahren angebracht. Mit vier (bzw. drei) RGB-LEDs (Mittels Light-Pipes aus dem Gehäuse geführt) kann der Status angezeigt werden. Des Weiteren wird ein Rotationsencoder für Eingaben eingebaut.

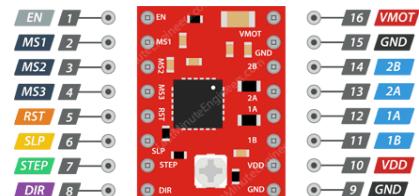
Elektronik:

Als **Mikrocontroller** wird ein “*WEMOS D1 Mini Pro*” verwendet. Dieser besitzt neben dem ESP8266 Chipsatz (32-Bit-Mikrocontroller), einem analogen Eingang (Ideal für die Messung der Akkuspannung), 11 digital Ein-/Ausgängen eine onboard WiFi Antenne. Ein WIFI Hotspot ist somit leicht realisierbar welcher eine einfache Interaktion mittels Smartphone ermöglicht.



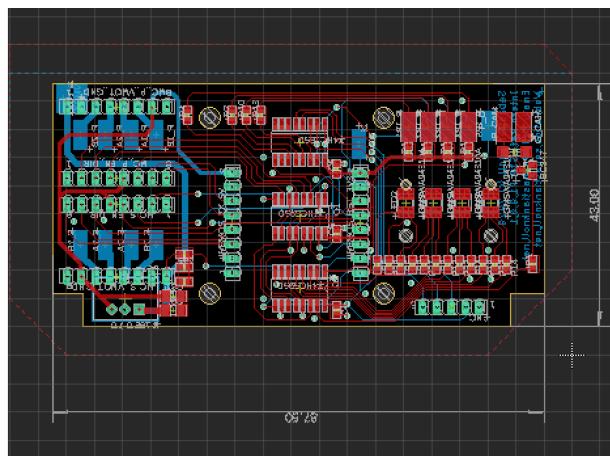
Relativ kleine **Schrittmotoren** wie die “*TopDirect Nema 17 Schrittmotor 1A 0.13Nm*” werden für beide Antriebe verwendet.

Für die **Schrittmotortreiber** werden “*Longrunner A4988 Stepstick Stepper Motor Driver*” verwendet. Haben sich durch die einfache Handhabung (Einfache Schritt- und Richtungsvorgabe), der variablen Schrittauflösung und der einstellbaren Strombegrenzung bewährt.



Zur Versorgung werden zwei “*Crazepony-UK 7.4V Battery 1500mAh 15C*” Akkus verwendet. Diese werden parallel geschaltet und können mit den resultierenden ~3000 mAh die Vorrichtung mindestens 1,5h betreiben (Volllast). Diese werden aufgrund der hohen Speicherkapazität und den sehr gut passenden Abmessungen verwendet.

Treiber und Mikrocontroller werden mit den weiteren Komponenten wie DC-DC Konverter (7,4V auf 5V), den Ausgangs-/Eingangs Erweiterungen (74HC165D, 2x 74HC595D) und den Status-LEDs auf eine eigens angefertigte (Geometrisch gut ins Gehäuse passende) **Platine** angebracht.



Software:

Der Mikrocontroller kann mit der “*Arduino IDE*” programmiert werden und es gibt eine Vielzahl an Beispielen welche eine sorgfältige Implementierung der Software vereinfachen. Beispielsweise können große Teile für den Access Point, das Webinterface und die Ansteuerung der Schrittmotoren übernommen werden.

So kann der Fokus auf die eigentlichen Funktionalitäten gelegt werden. Wichtig dabei sind die Einhaltung gewisser Zeitgrenzen. Beispielsweise soll bei einer Timelapse kein Foto aus der Bewegung gemacht werden oder das beim “*Star Tracking*”-Mode die Rotationsgeschwindigkeit/der aktuelle Winkel stets dem Kompensationsziel entsprechen. Werden diese nicht eingehalten wird die Qualität der Bilder/des Bildes kontinuierlich schlechter bis diese schlussendlich nicht mehr verwendet werden können.

Nachstehende Grafik zeigt die Qualität über der Zeit, wenn das Kompensationsziel im “*Star Tracking*”-Mode nicht erreicht wird. Es wird ersichtlich, dass nach einer gewissen Zeit (T_S) die Qualität abnimmt, da sich Startrails abzeichnen. Diese Zeitgrenze (T_S) ist von der verwendeten Brennweite und der Sensorgröße der Kamera abhängig. Anschließend nimmt die Qualität bis zur Unbrauchbarkeit (Qualität = 0%) ab. Diese Grenze (T_H) ist dabei individuell und kann für manche Anwendungen bereits bei T_S liegen ($T_H = T_S$).

