



Bauanleitung

Bluetooth gesteuerter Kamera-Slider mit Neige und Drehfunktion



10011
01110

Anmerkung:

Die Bauanleitung wurde mit Hilfe von „technischen Skizzen“ erstellt.
Die folgenden technischen Skizzen sind nicht genormt, ermöglichen jedoch einen Überblick über den Sachverhalt und wurden so erstellt, dass sie richtig gelesen und interpretiert werden können. [1]

Die Überarbeitung bezieht sich auf Kapitel 7 der Bachelorarbeit „Optimierung und Evaluation von Kamera-Slider-Konstruktionen“, verfasst von Felina Augustin. Die Überarbeitung entstand in Kooperation mit Prof. Dr.-Ing. Klaus Grüger und Dipl.-Ing. (FH) Juergen Schafberger.

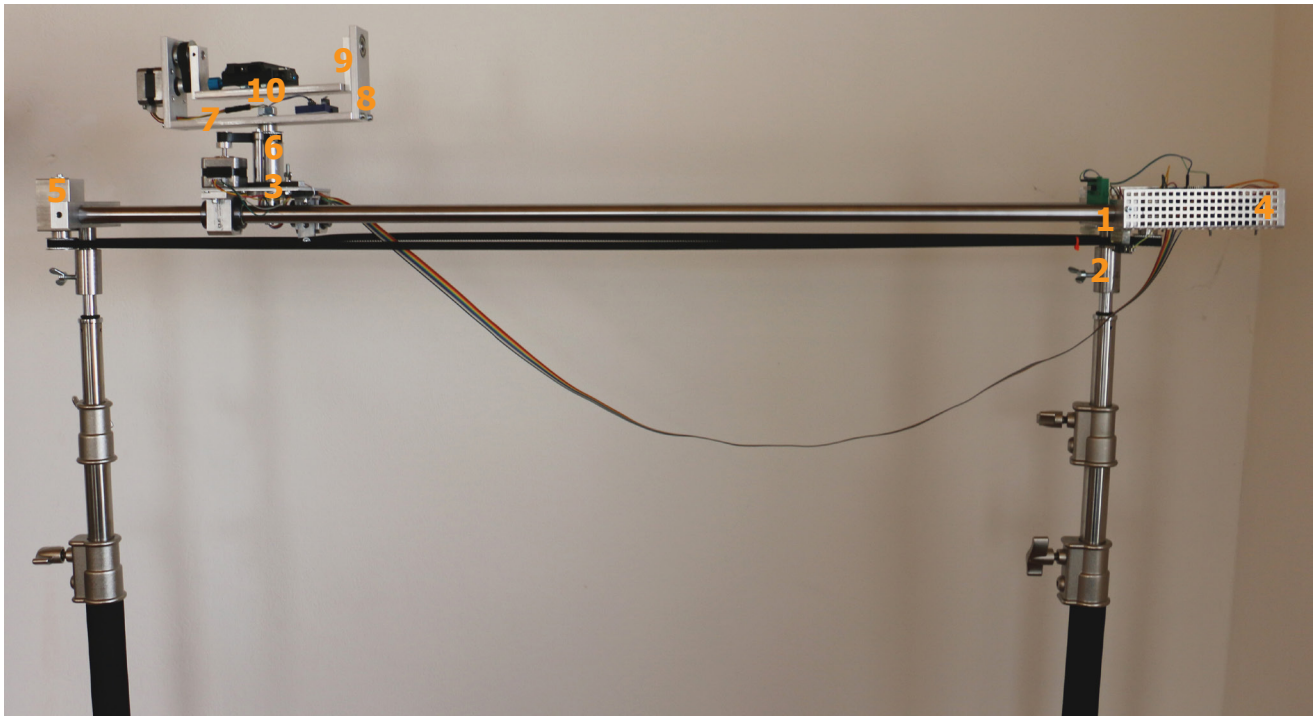


Abbildung 1: Kamera-Slider

Benennung der Bauteile:

1. Außenposition („#1“ und „#2“)
2. Adapter
3. Schlitten
4. Aufbewahrung el. Zubehör
5. Anbindung Riemenrad
6. Verbindungsstück Oberteil und Unterteil
7. Verbindungsplatte
8. Neigung außen
9. Neigung innen
10. Stativplattenanbindung

1. Außenposition "#1" und "#2"

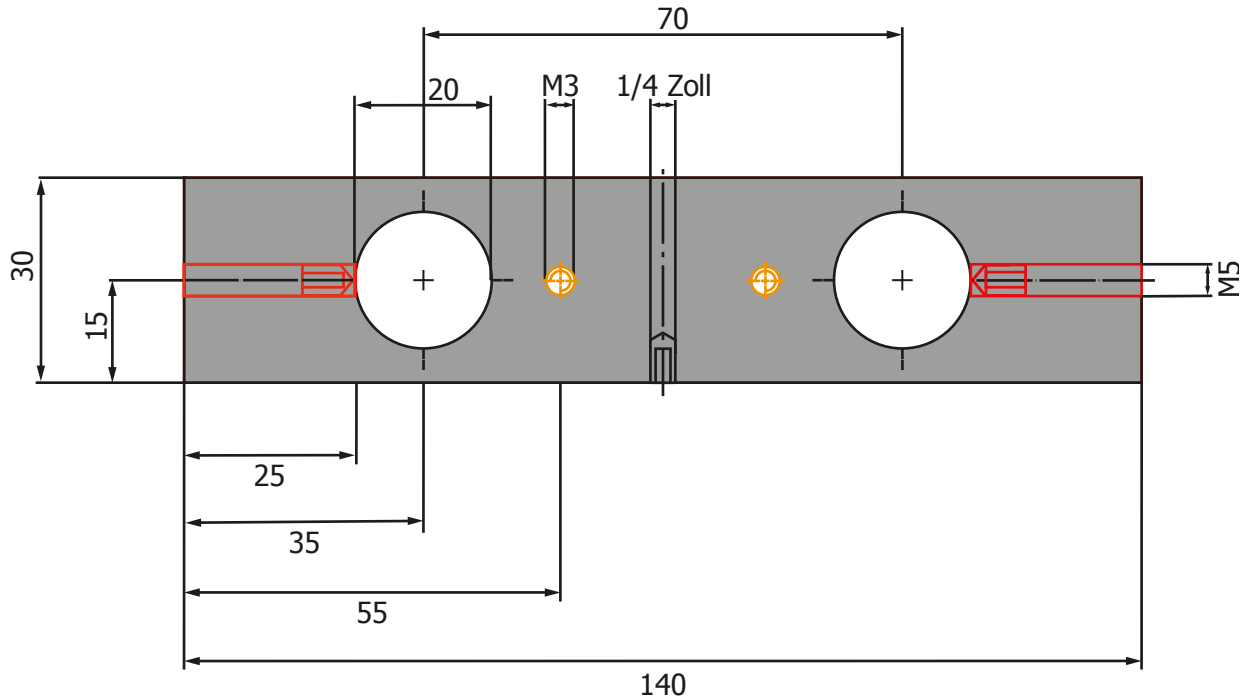


Abbildung 2: 1. Außenposition "#1" und "#2"

Das Bauteil „Außenposition #1/#2“ (Grundkörper: 140x30x20 mm) aus Aluminium wird zum Bau des „Kamera-Sliders“ in zweifacher Ausführung benötigt, die „Außenposition #1“ und die „Außenposition #2“. Sie dienen zur Fixierung des Stativs und halten die spätere Konstruktion zusammen. Diese zwei Ausführungen unterscheiden sich im Bau lediglich durch zwei unterschiedliche Bohrungen. Die Abweichungen werden folgend mit unterschiedlichen Schriftfarben gekennzeichnet. Einzelheiten, welche bei dem Verbindungsstück der „Außenposition #1“ benötigt werden, werden demnach mit einer **orange** Schriftfarbe hervorgehoben und Details, welche lediglich die „Außenposition #2“ betreffen mit einer **hellblauen** Schriftfarbe. Für die Fertigung des Verbindungsstücks werden zunächst zwei Bohrungen angebracht. Sie dienen als Steckverbindung der Wellen, auf welche der Schlitten später gleitet. Ausgehend von den beiden Höhenkanten werden sie mittig gebohrt, mit einem Durchmesser von 20 mm. **Das Werkstück „Außenseite #1“ benötigt zur späteren Montage der „5. Anbindung Riemenrad“ zwei durchgehende M3 Innengewinde – also eine Kernlochbohrung des Durchmessers 3,3 mm [2]. Auf der später Richtung „Außenposition #2“ zeigende Richtung, werden die Gewinde abgesenkt. Die Innengewinde befinden sich, wie der Skizze zu entnehmen, 55 mm von deren nächstliegenden Höhenkante auf der horizontalen Mitte des Aluquaders. An der „Außenposition #2“ des Prototypen wird später ein entgratetes Lochgitter fixiert. Dieses dient zur Fixierung des ersten Motors und zur Aufbewahrung der für die Inbetriebnahme notwendigen elektrischen Komponenten. In das Bauteil „Außenposition rechts“ werden hierfür vier M4 Innengewinde geschnitten, welche das U-förmige Lochblech über vier M4-Zylinder-Sechskantschrauben fixieren (Nicht in der technischen Skizze visualisiert). Um den Slider später aufstellen zu können wird auf der unteren Breitenlinie des Werkstücks ein 1/4"-Innengewinde geschnitten - das Kernloch eines 1/4"-Gewindes entspricht laut „Britisch Standard Whitworth“ 5,1 mm und wird mit einem dem Durchmesser entsprechenden Universalbohrer gefertigt. Die Tiefe für die Bohrung beträgt 11 mm, das folgende Innengewinde wird auf eine Tiefe von 10 mm geschnitten. Um die Wellen im Werkstück zu sichern, wird auf den beiden Höhenkanten eine 25 mm tiefe zentrierte Bohrung des Durchmessers 4,2 mm getätigt und im Anschluss ein M5 Gewinde geschnitten. Daraufhin wird in dieses jeweils ein M5-Gewindestift verschraubt um die Wellen zu fixieren.**

2. Adapter

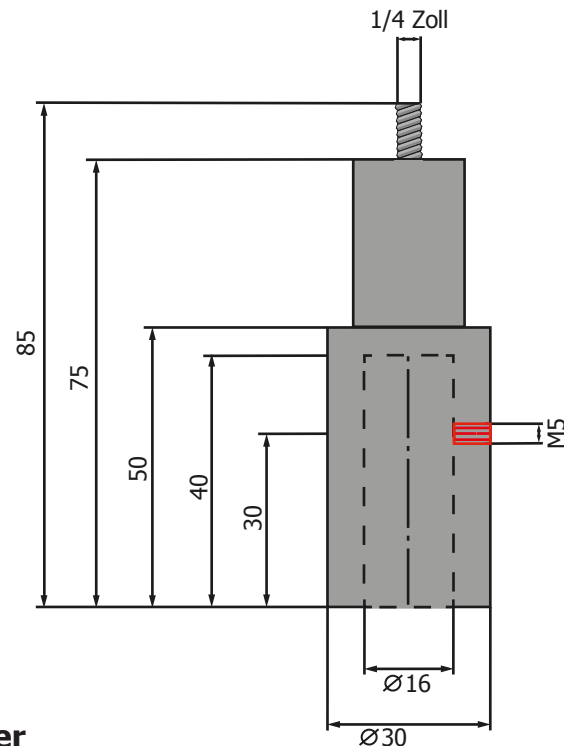


Abbildung 3: 2. Adapter

Das Werkstück „Adapter“ aus Stahl mit dem Durchmesser von 30 mm und der Höhe von 85 mm wird zum Bau des „Kamera-Sliders“ ebenfalls in zweifacher Ausführung benötigt. (Information: Sollte bereits ein 1/4" zu 5/8" Adapter vorhanden sein, kann dieser Absatz übersprungen werden.) Wie der Name schon sagt, dient dieses Bauteil als Adapter zwischen dem „Slider“ und dem „Stativ“. Zur Fertigung werden eine Drehmaschine, sowie die passenden Gewindeschneider benötigt.

Anfangs wird mittels des Werkverfahrens „Innendrehen“ ein Loch des Durchmessers 16mm und einer Tiefe von 40 mm mittig, ausgehend von der unteren Breitenkante gefertigt. Im Anschluss wird das Werkstück gewendet. Über das „Längs-Runddrehen-Verfahren“ wird nun Material abgenommen, so dass die Maße des neuen Durchmessers 18 mm und der Höhe 35 mm entsprechen. An dieser Kante (Oberseite) des Adapters wird zusätzlich ein ¼" Außengewinde geschnitten. Später dient dies zur Fixierung mit der jeweiligen „Außenposition“. Zur Sicherung des Adapters auf den 16mm-TV-Zapfen wird auf der Höhe von 30 mm zusätzlich ein M5 Innengewinde (Kernloch 4,2 mm) in das Werkstück geschnitten [2]. Durch Verwendung einer M5 Rändelschraube wird der Adapter über dieses Innengewinde per Hand an dem Stativ gesichert.

3. Schlittenbasis

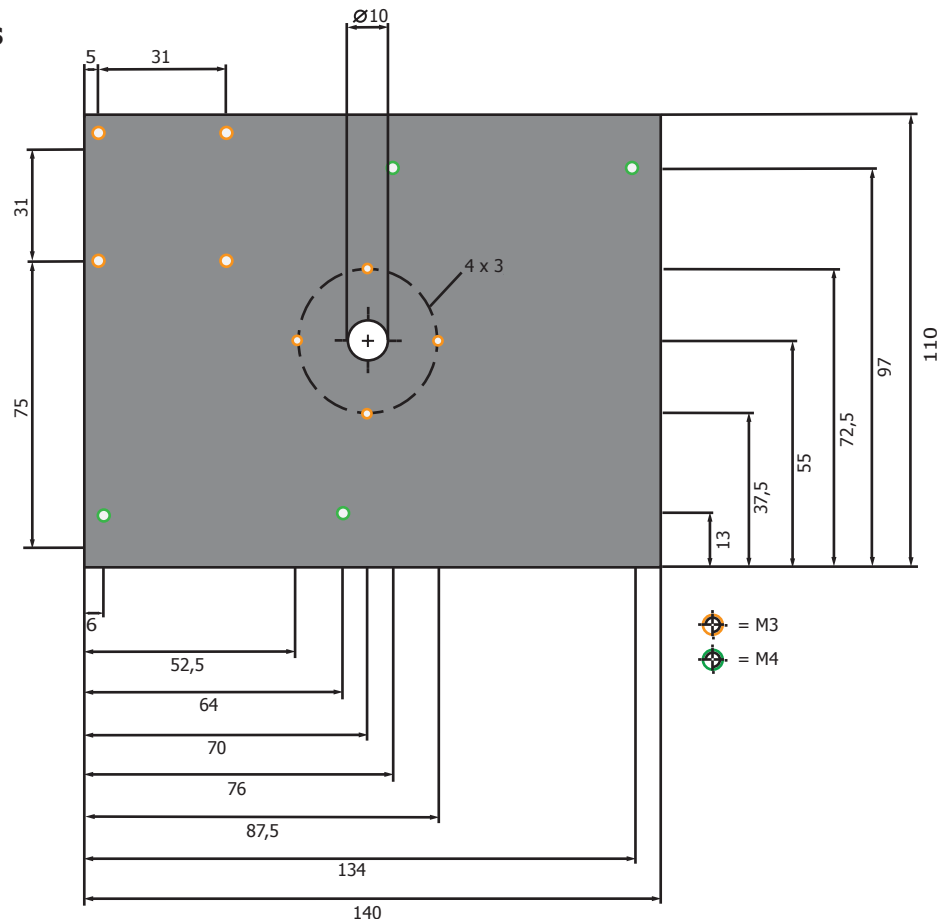


Abbildung 4: 3. Schlittenbasis

Das Bauteil „Schlittenbasis“ (140x105x4 mm) wird aus einem Aluminiumblech gefertigt. Es bildet das Fundament des Schlittens. An dieses werden der 2. Motor, die Gleitlager und das Verbindungsstück zum oberen Teil des Kamera-Sliders verschraubt. Aufgrund der komplexen technischen Vorgänge folgt nun eine Aufzählung der Vorgehensweise beim Bauen:

Schritt 1: Gleitlager auf Wellen anbringen.

Schritt 2: Wellen an „Außenposition #1“ und „Außenposition #2“

(Bauteile werden folgend genauer beschrieben) mittels der Gewindestifte fixieren.

Schritt 3: Abstand der Gleitlager ermitteln: Aluminiumblech auf die Gleitlager legen und Gleitlager solange verschieben, bis diese mit der Aluminiumblechplatte abschließen.

Schritt 4: Position der Gleitlager über deren Vorbohrungen an Aluminiumblech markieren.

Schritt 5: M4-Innengewinde in gekennzeichnete Stelle des Aluminiumblechs schneiden.

In die Mitte des Werkstücks wird ein Loch (Durchmesser 10 mm) gebohrt. Ausgehend von dessen Mitte (Abstand jeweils 17,5 mm) werden vier M3-Innengewinde in einem Winkel von 90° zueinander geschnitten. Diese werden zusätzlich gesenkt. Für die Montage des zweiten Motors (Rotation um Y-Achse) werden vier quadratisch angeordnete M3 Innengewinde im jeweiligen Abstand von 31 mm zueinander am Werkstück gefertigt. Nach Fertigstellung dieses Werkstücks können die Gleitlager (mittels M4-Schrauben) und der Motor (mittels M3-Schrauben) an der Schlittenbasis montiert werden. Somit ist der Schlitten fertig und kann auf die Wellen gesetzt werden. Daraufhin können die beiden Außenpositionen an den Wellen fixiert werden.

4. Aufbewahrung elektronisches Zubehör

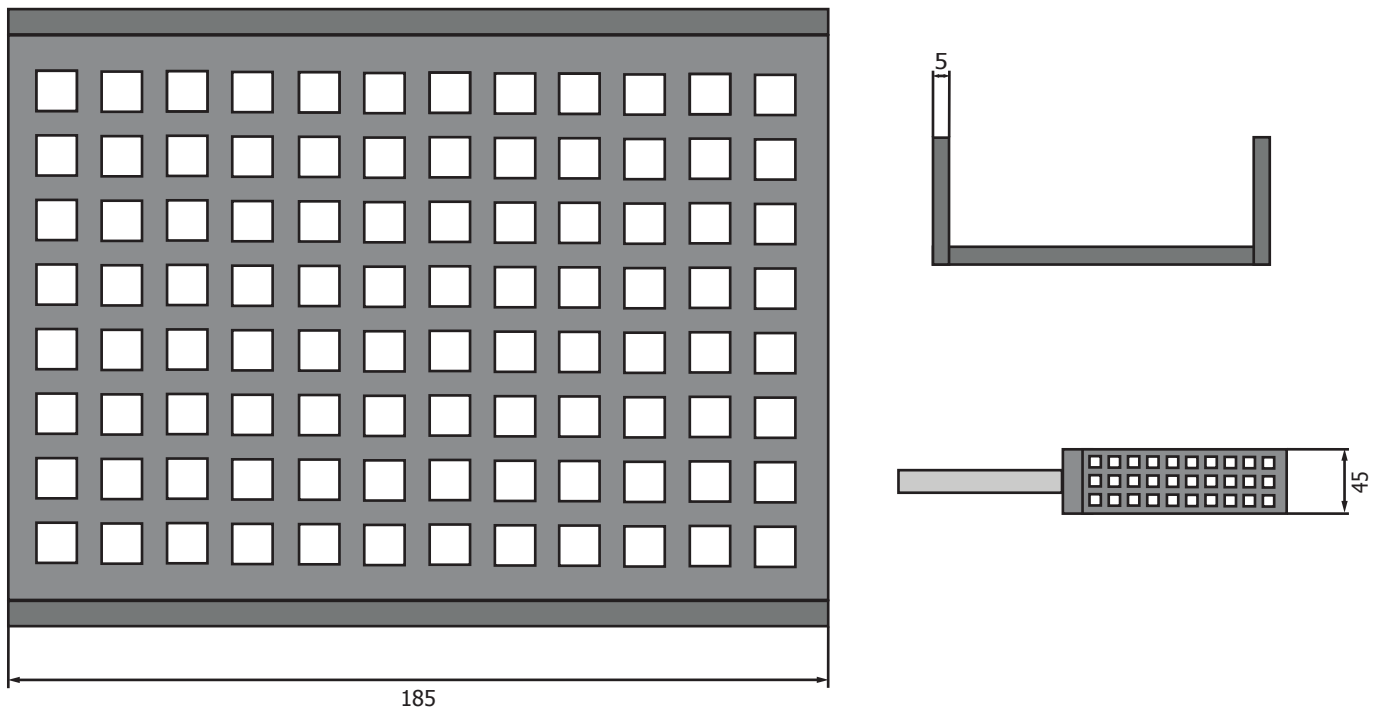


Abbildung 5: 4. Aufbewahrung elektronisches Zubehör

Für die Aufbewahrung der einzelnen Steuerungskomponenten, wird - wie im ersten Bauteil (Außenposition #2) beschrieben - ein U-förmiges Lochblech an dieser fixiert. Als Basis wird ein quadratisches Aluminium-Lochblech (235x185x5 mm) verwendet. Dieses wird bei 45 mm und 190 mm gekantet. Und im Anschluss an die rechte Außenposition (#2) geschraubt. Sobald die "Aufbewahrung elektronisches Zubehör" angebracht wurde, wird in dem Lochblech mittig hinter der "Außenposition #2" der Motor 1 mittels vier M3- Zylinderinnensechskantschrauben befestigt. An dessen Welle wird ein großes Riemenrad mittels eines M3 Gewindestifts montiert.

5. Anbindung Riemenrad „Außenposition #1“

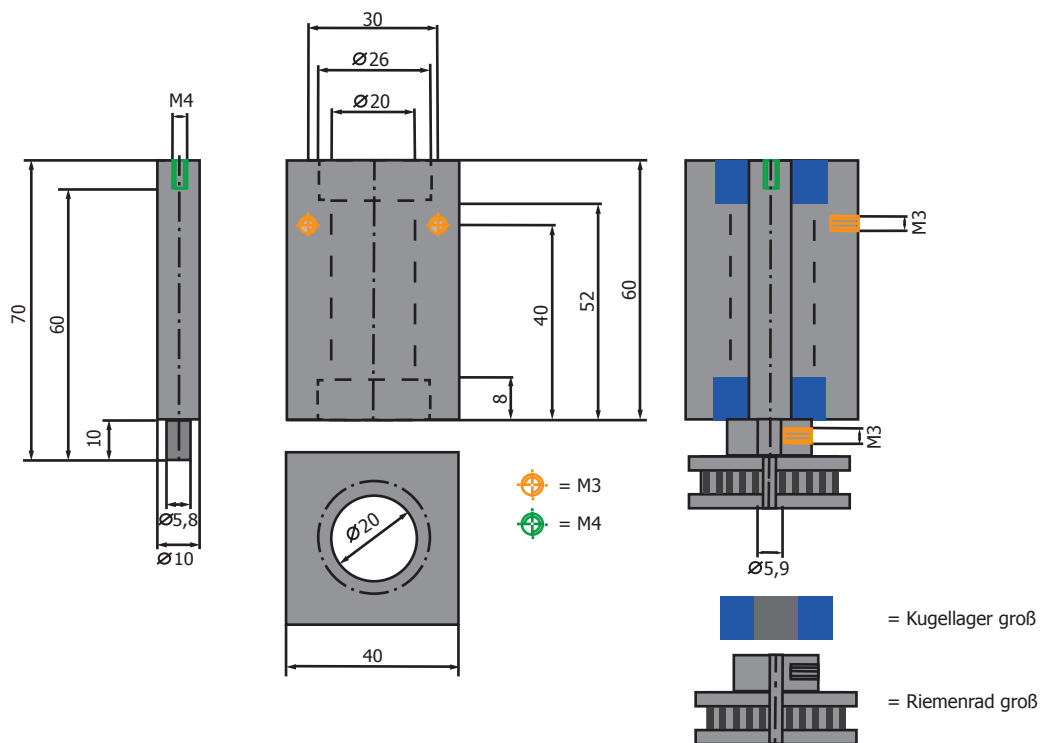


Abbildung 5: 5. Anbindung Riemenrad (4) „Außenposition #1“

Das Bauteil "Anbindung Riemenrad" setzt sich aus 2 verschiedenen Werkstoffen (Aluminium und Stahl) zusammen. Der Grundkörper ist ein 40x60x40 mm großer Aluminiumquader. In diesen wird eine Bohrung des Durchmessers 20 mm gefertigt. An deren oberen und unteren Kante folgt jeweils eine Bohrung des Durchmessers 26 mm und der Tiefe 8 mm. In diese werden je ein Kugellager verbaut. Desweiteren werden zwei M4-Innengewinde im Abstand von 30 mm zueinander auf einer Höhe von 40 mm benötigt. In die 75 mm hohe Stahlrundstange des Durchmessers 10 mm wird auf der Oberseite ein 10 mm tiefes M4-Innengewinde geschnitten. Auf der gegenüberliegenden Unterseite wird durch Längsdrehverfahren das Werkstück auf die Maße 10 mm x 5,8 mm gedreht. Es wird eine Bohrung des Durchmesser 5,9 mm durchgehend durch das Riemenrad benötigt. Zusätzlich wird ein M3-Innengewinde seitlich am Riemenrad zur späteren Fixierung des Riemenrads an der Stahlrundstange gefertigt. Nach Fertigstellung des Werkstücks wird die Stahlrundstange durch die sich im Aluminiumquader befindlichen Kugellager geführt. Auf der Unterseite wird das Riemenrad befestigt. Die Oberseite wird über eine M4-Zylinderschraube festgeschraubt. Nach Fertigstellung des Bauteils kann dieses an die "Außenposition #1" über die beiden M3-Gewinde montiert werden. Danach wird der für die horizontale Kamerafahrt benötigte Riemen über die beiden Riemenräder (Motor 1 und Anbindung Riemenrad 4) gespannt. Zur Fixierung der beiden Enden wird zusätzlich eine Stahlplatte der Maße 55x20x4 mm benötigt. In diese Stahlplatte wird ein auf einer Höhe von 7 mm mittig platziertes M3-Innengewinde geschnitten. Die Stahlplatte wird an die Innenseite eines Gleitlagers verklebt. Um den Riemen an dieser zu fixieren, wird in das Anfangs- und Endstück je ein 3,5mm-Loch gebohrt. Über eine M3 Zylinderschraube werden diese mit der Stahlplatte verschraubt und durch eine Beilagscheibe plus Mutter gesichert. Über ein Verstellen der Außenpositionen (#1 und #2) kann der Riemen noch zusätzlich gespannt werden.

6. Verbindungsstück Ober- und Unterteil

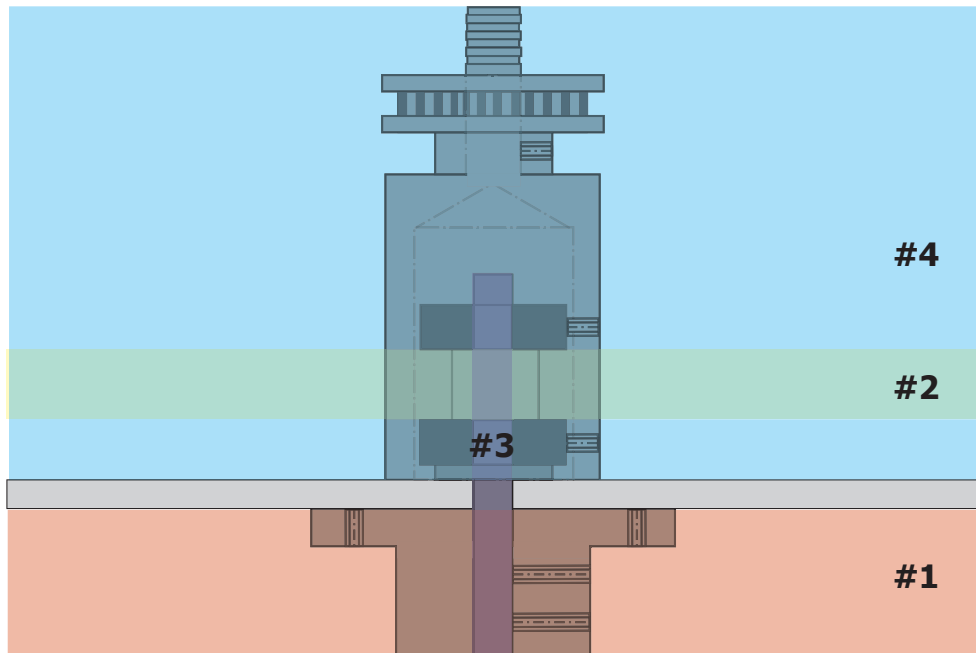
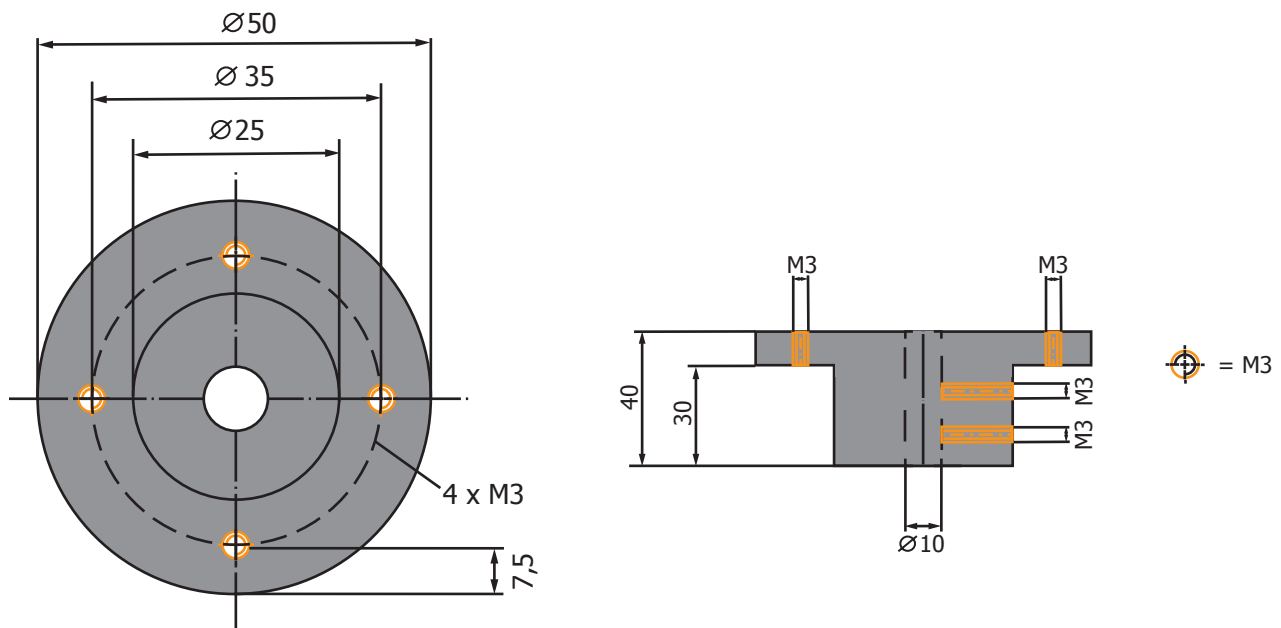
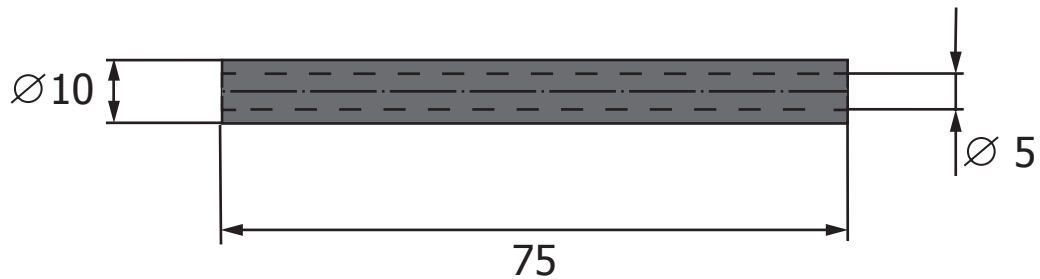


Abbildung 6: 6. Verbindungsstück Ober- und Unterteil

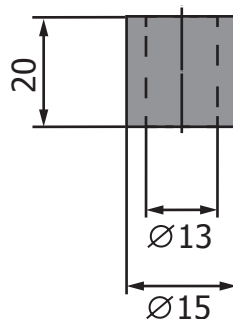
Das Verbindungsstück Ober-und Unterteil wird aus vier Bauteilen (Baugruppe) zusammengesetzt. Dieses Verbindungsstück wird aus zwei verschiedenen Metallen gefertigt, nämlich Stahl und Aluminium. In folgender Abbildung ist der Aufbau dieser Baugruppe zu sehen. Das „Verbindungsteil #1“ wird unterhalb des Schlittens angebracht, Das Verbindungsteil #2 – eine Welle – verbindet das erste Bauteil mit dem dritten. Das „Verbindungsteil #3“ sitzt oberhalb des Schlittens. „Verbindungsteil #4“ befindet sich ebenfalls auf der Oberseite des Schlittens. Das erste Bauteil wird unterhalb des Schlittens angebracht und wird wie folgt gefertigt:

Verbindungsstück #1:**Abbildung 7: Verbindungsteil #1**

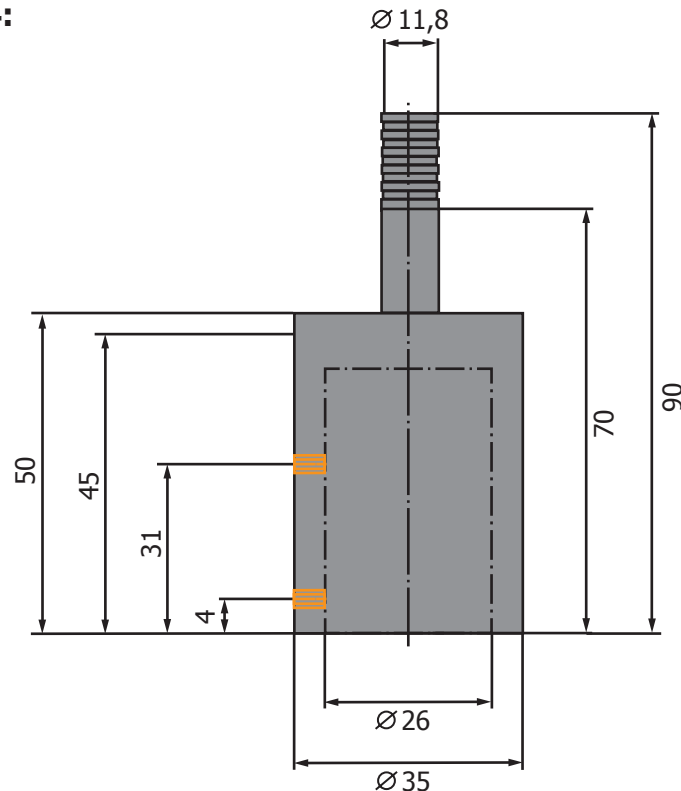
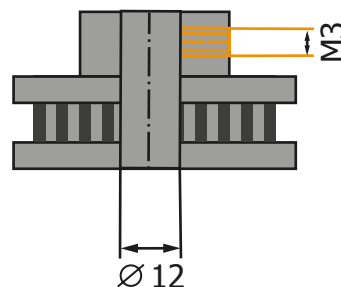
Der Grundkörper ist ein Aluminium-Rundstab mit den Maßen $\varnothing 50$ mm x 40 mm. Ausgehend von den Außenkanten, mit einem Abstand von 7,5 mm, werden vier M3-Innengewinde mit einem Winkel von 90° zueinander geschnitten. Es wird mit Hilfe des „Innendreh-Verfahren“ ein von der Draufsicht zentriertes durchgehendes Loch mit einem Durchmesser von 10 mm gedreht. In dieses wird später das Verbindungsteil 2 geführt. Per „Längs-Runddrehen-Verfahren“ wird in das Werkstück von der unteren Breitenkante aus eine Veränderung mit den Maßen $\varnothing 25$ mm x 40 mm gedreht. Zwei M3-Innengewinde dienen zur späteren Befestigung des Verbindungsteils 2. Dieses wird nach Fertigung an die Unterseite der Schlittenbasis mittels vier M3 Senkkopfschrauben platziert.

Verbindungsteil #2:**Abbildung 8: Verbindungsteil #2**

Der Grundkörper ist ein Stahl-Rundstab der Maße $\varnothing 10, 75$ mm. Die Welle ist das Bindeglied zwischen den oberen und unteren Verbindungsteilen. Es wird eine Bohrung des Durchmessers 5 mm benötigt. Das fertige Werkstück wird in dem in „# 1 - Verbindungsteil Unterteil“ beschriebenen Loch fixiert.

Verbindungsstück #3:**Abbildung 9: Verbindungsteil #3**

Der Grundkörper ist ein Stahl-Rundrohr mit den Maßen $\varnothing 15$ mm x 1 mm, 20 mm. Auf die Oberseite der Schlittenbasis wird zunächst eine Unterlegscheibe, gefolgt von einem großen Kugellager montiert (Außendurchmesser 26 mm, Innendurchmesser 10 mm und Höhe 8 mm). Auf dieses wird das „Verbindungsstück #3“ gesetzt und zuletzt ein weiteres Kugellager darüber fixiert.

Verbindungsteil #4:**Abbildung 10: Verbindungsstück 4.1****Abbildung 11: Verbindungsstück 4.2**

Der Grundkörper ist ein Aluminiumrundstab. Er hat ein Maß von $\varnothing 35 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. Zweck dieses Bauteiles ist die Übertragung der von „Motor 2“ ausgeführten Kraft (Drehung um Y-Achse laut mathematischem Koordinatensystem). Mit Hilfe des „Innendreh-Verfahrens“ wird ein zentriertes Loch von der Unterseite des Bauteiles mit den Maßen $\varnothing 26 \times 35 \text{ mm}$ gedreht. Zwei M3-Gewinde an der Außenkante auf Höhe der an „Verbindungsteil #2“ liegenden und durch „Verbindungsteil 3“ getrennten Kugellager dienen zur Fixierung des „Verbindungsteil #4“. Auf der Oberseite des Werkstückes wird mithilfe des „Längs-Runddrehen-Verfahren“ bis auf die Maße $\varnothing 11,6 \times 40 \text{ mm}$ Material abgenommen. Ein großes Riemenrad, welches mittig eine Bohrung des Durchmessers 12 mm besitzt (siehe Abbildung 11) wird nun daraufgesetzt. Das von oben geschnittene M12 Außengewinde dient zum Verschrauben der gesamten Baugruppe mit der folgend beschriebenen „Verbindungsplatte“. Nach Montage der Baugruppe kann der 195 mm geschlossen gefertigte Riemen zwischen dem Riemenrad des 2. Motors und dem Riemenrad des „Verbindungsstück 4“ angebracht werden.

7. Verbindungsplatte

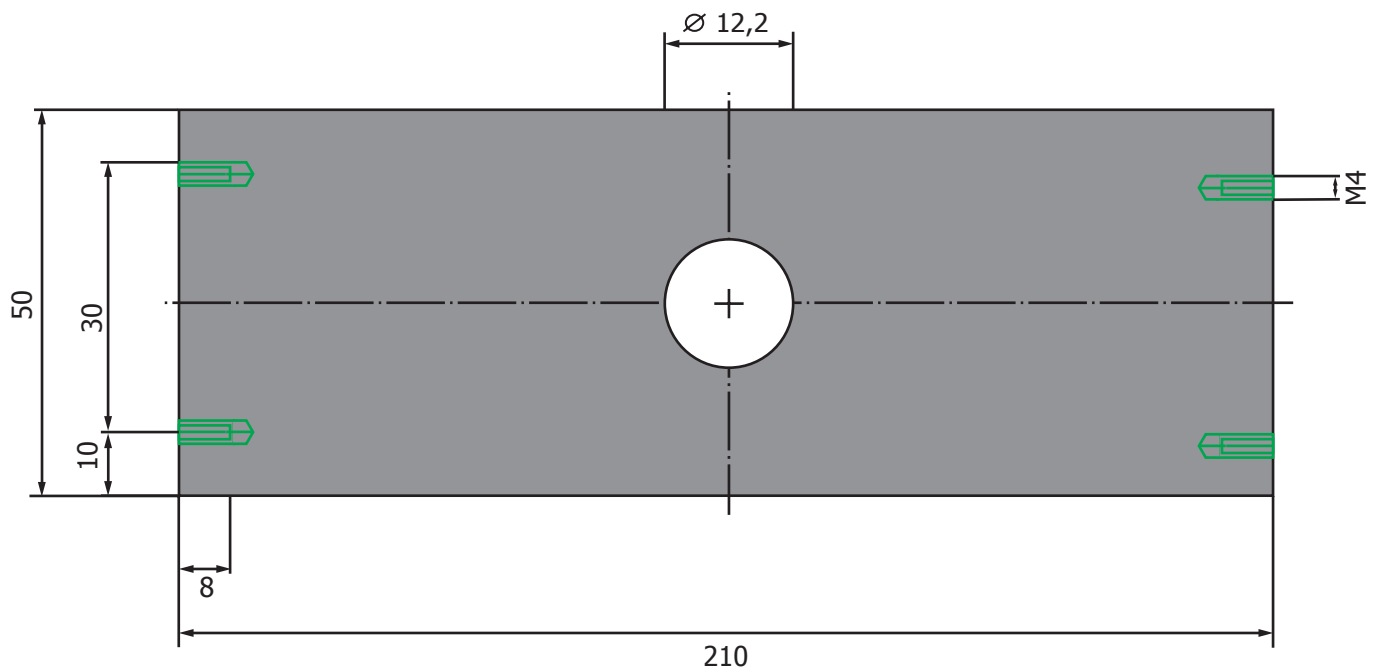


Abbildung 12: 7. Verbindungsplatte

Der Grundkörper ist eine Aluminiumplatte mit den Maßen 210x50x8 mm. In die Mitte kommt eine Bohrung mit dem Durchmesser 12,2 mm. Sie ist nötig, um das „Verbindungsstück 4“ mit diesem Bauteil zu verbinden. So kann die Kraft übertragen werden, und die „Verbindungsplatte“ bewegt sich mit dem „Verbindungsstück 4“. Es werden vier M4-Gewinde in der Tiefe der beiden Höhen angebracht. Diese dienen zur Fixierung des folgend beschriebenen Bauteils.

8. Neigung Außen

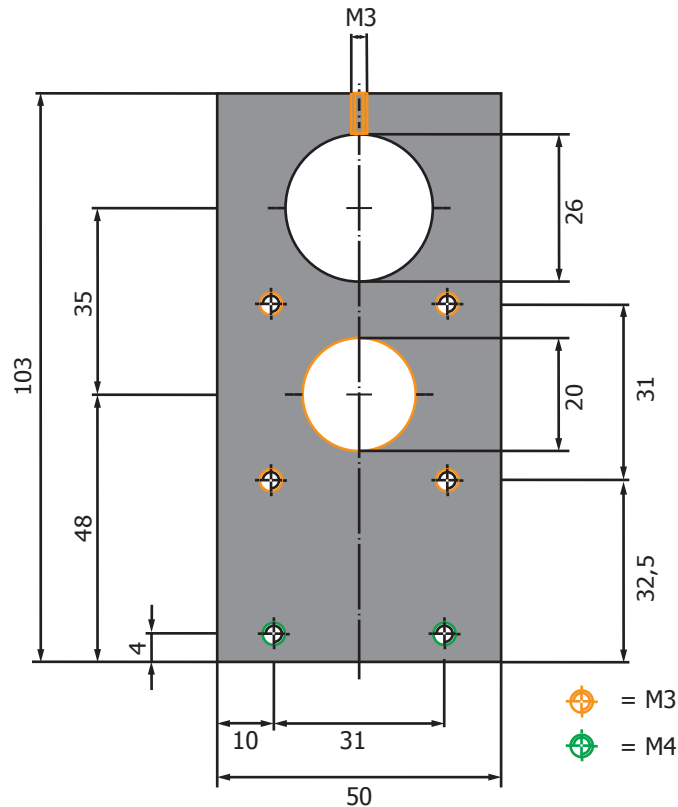


Abbildung 13: 8. Neigung außen

Der Grundkörper ist aus Aluminium und hat die Maße 50x103x8 mm. Dieses Bauteil dient zur Verbindung mit der „Verbindungsplatte“. Zudem wird an dieses Bauteil der 2. Motor fixiert. Das Bauteil ist symmetrisch und wird in zweifacher Ausführung benötigt. Da auf der linken Seite zur Montage des Motors mehrere Bohrungen benötigt werden, werden diese farblich hervorgehoben. Diese werden lediglich an einem der beiden zu fertigenden Werkstücke benötigt. Von der unteren Breitenkante aus werden von der linken und der rechten Seite zwei M4-Gewinde (grün markiert) mit den Maßen 10x4x8 mm angebracht. Diese dienen der Konnexion mit der „Verbindungsplatte“. Folgend werden vier im Quadrat angeordnete M3 Gewinde (orange markiert) geschnitten und abgesenkt. An diese wird der 3. Motor über vier M 3 Senkschrauben fixiert. Eine Bohrung auf der Höhe von 25x48x8 mm mit dem Durchmesser von 20 mm wird benötigt, um die Motorwelle durch das Werkstück zu führen. Eine darüber liegende Bohrung mit einem Durchmesser von 26 mm wird an der Stelle 25x83x8 mm angebracht. In diese Bohrung wird nach Fertigung je ein großes Kugellager gesteckt und über einen M3-Gewindestift fixiert, welcher von der oberen Breitenkante mittig bis zur Bohrung angebracht wird. Nach Fertigung der beiden „Neigung außen“-Aluminium-Platten werden diese an die „Verbindungsplatte“ über vier Zylinderkopf Innensechskantschrauben verschraubt. Die U-förmige Konstruktion wird im Anschluss auf das „Verbindungsstück Ober- und Unterteil“ mittels einer Unterlegscheibe und einer M12-Mutter montiert. Der 3. Motor wird über vier M3-Schrauben an der Konstruktion fixiert. An diesen wird zusätzlich ein kleines Riemenrad mit den passenden Bohrungen zur Montage am Motor gefertigt.

9. Neigung Innen

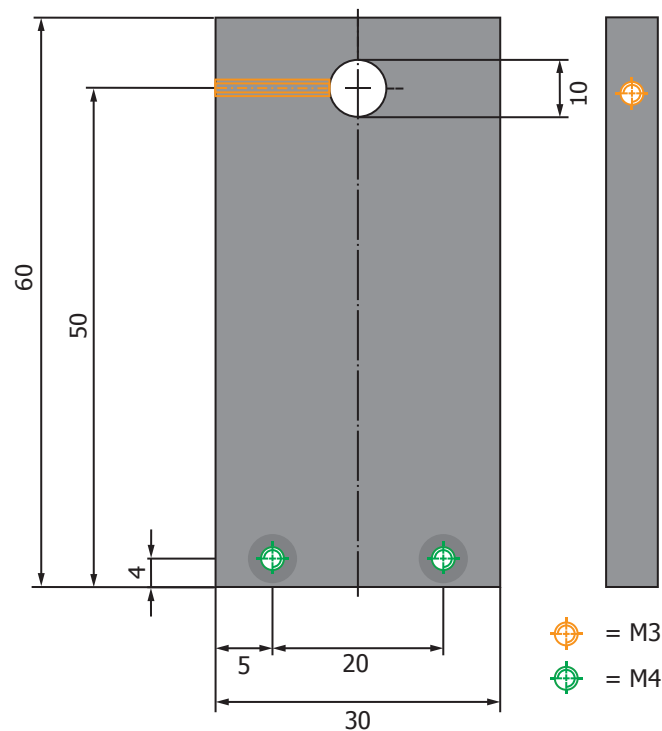


Abbildung 14: 9. Neigung innen

Das Bauteil „Neigung innen“ wird in zweifacher Ausführung benötigt. Der Grundkörper hierfür ist aus Aluminium und hat die Maße 30x60x10 mm. Dieses Bauteil dient in Kombination mit der „Stativplatten-Anbindung“ zur Ausführung der durch Motor 3 betriebenen Neigung. Es ist ebenfalls symmetrisch. Von der unteren Breitenkante aus werden von der linken und der rechten Seite zwei M4-Gewinde (grün markiert) mit den Maßen 5x4x10 mm angebracht. Diese dienen zur Verbindung des Bauteils „Stativplatten-Anbindung“, welches als nächstes beschrieben wird. Eine Bohrung mit den Maßen 15x48x8 mm und dem Durchmesser von 10 mm dient zur Aufnahme einer Welle (Seite mit Motor: Rundstange Ø 10x38, gegenüberliegende Seite Ø 10x18) welche die Kraft von „Motor 3“ überträgt. Zwei M3-Gewindestifte werden von der oberen Höhenkante angebracht, um die dort integrierte Welle zu fixieren.

10. Stativplattenanbindung

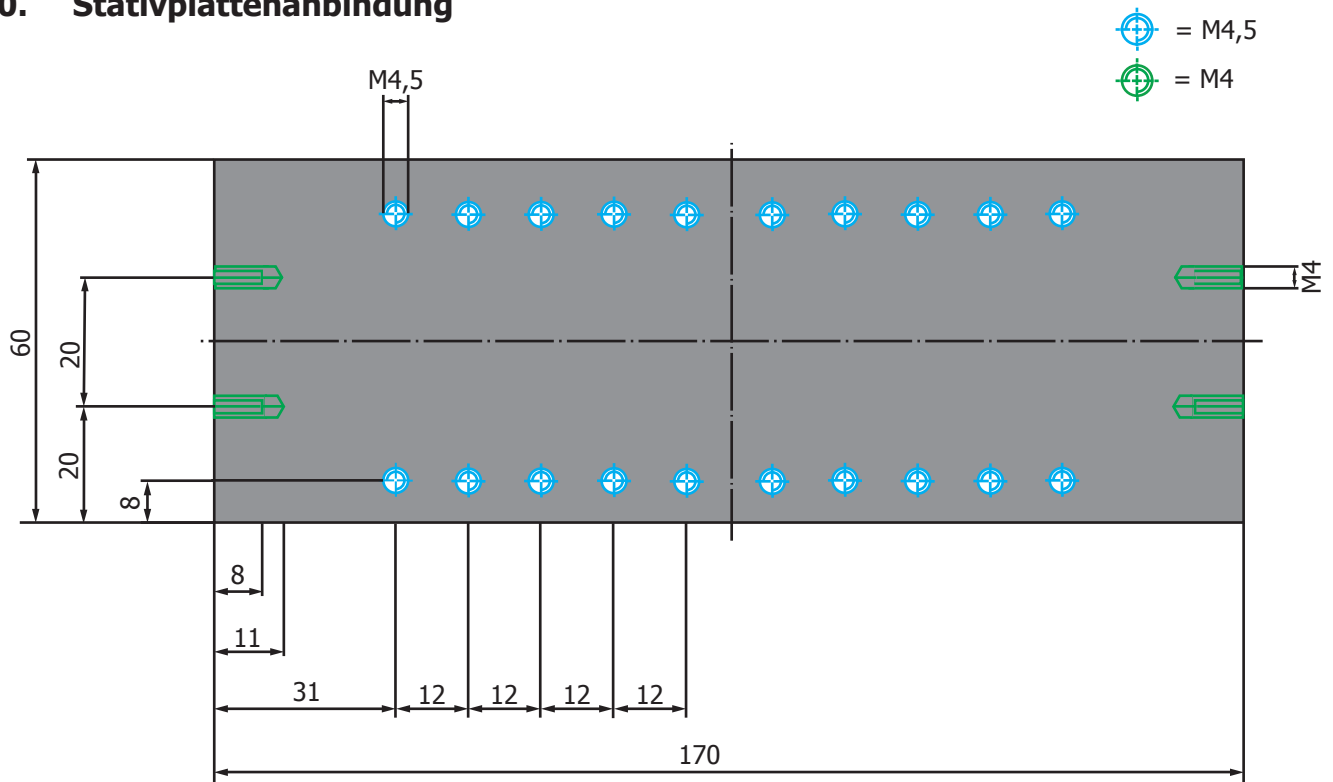


Abbildung 15: 10. Stativplattenanbindung

Der Grundkörper besteht aus Aluminium und hat die Maße 170x60x8 mm. Dieses Bauteil wird mit den „Neigung innen“-Werkstücken verbunden. Es ermöglicht eine variable Montage des verwendeten Stativplattensystems. Das Bauteil ist senkrecht sowie waagrecht symmetrisch. An den beiden Höhenkanten werden jeweils zwei M4-Gewinde auf der Höhe von 10 mm und 50 mm mit der jeweiligen Tiefe von 8 mm angebracht und gesenkt. Diese dienen der Verbindung zwischen den Bauteilen „Neigung innen“ und der „Stativ-Anbindungsplatte“. Sie werden mittels vier M4 Senkschrauben verbunden. (Achtung: die folgenden Bohrungen sind abhängig von der später verwendeten Stativplatte. Folgend werden zehn M4,5-Innengewinde von der linken unteren Breitenkante aus angebracht. Da das Werkstück symmetrisch ist, gelten die Maße auch für die gegenüberliegende Seite. An diese Gewinde wird im Anschluss das Stativplattensystem montiert. Es werden die beiden Aluminiumplatten „Neigung innen (8)“ an die „Stativplattenanbindung“ über vier M4 Senkkopfschrauben fixiert. Zur Montage der „inneren“ an die „äußere“ Konstruktion, werden zunächst die beiden Rundrohre durch die in „Neigung außen“ verbauten Kugellager gesteckt. Danach wird auf der Seite des Motors ein großes Riemenrad mit den passenden Bohrungen an das Rundrohr fixiert. Die beiden Riemenräder werden mit dem 141 mm langen Riemen verbunden. Zuletzt wird die „innere“ Konstruktion an den Rundrohren befestigt.

Bezeichnung	Verkäufer	Artikelnummer		Stückzahl	Preis in €
B.I.G. QRM-1 Schnellwechselkupplung	Foto Brenner	425836		1	34,95
NEEWER Adapter Schnellwechselplatte	Amazon (Neewer)	B072L33X8J		1	14,99
Riemen Motor 1 Neopren Zahnriemen Me- terware 9-3M-2805mm- GLASS	Zahnriemen 24	520459		1	25,81
Riemen Motor 2 Zahnriemen 195-3M-9	Zahnriemen 24	311085		1	6,60
Riemen Motor3 Zahnriemen 141-3M-9	Zahnriemen 24	311043		1	6,60
Riemenräder (klein) Zahnscheibe 15-3M-09	Zahnriemen 24	410437		2 (3)	12,66 (18,99)
Riemenräder (groß) Zahnscheibe 32-3M-09	Zahnriemen 24	410447		4 (3)	28,24 (21,18)
Stahlwellen SWM-20-1200CF53-Wel- le, 20mm, h6, gehärtet und geschliffen	igus GmbH	SWM-20		2	40,68
Gleitlager Lineargehäuse geschlos- sen kurze Bauform	igus GmbH	RGAS-01-20		4 (2)	97,64 (48,82)
Arduino Uno	Arduino	A000066		1	20,00
UEETEK 5M 10 Pin Flach- band	Amazon (WSM-EU)	B076CLY8NH		1	9,99
Dupont Stecker Kit	Amazon (BESTOMZ)	B073SSV9TL		1	10,99
Elegoo Mini Breadboard Kit	Amazon (GYE Deutschland)	B01M9CHKO4		6 (2)	5,99 (2,00)
Motor Shields AdaFruit MotorShield	Amazon (Paradisetronic DE)	B00TDN8TSK		2	39,58
Schrittmotoren Nema 17, 12V	Amazon (Eco-Worthy)	B01N0DM6YW		5 (3)	39,67 (23,80)
12 Volt Stromversorgung 8 x AA Batteriehalter	Amazon (Digislidex)	B07BY3ZDDL		2 (1)	7,99 (3,98)
AA Batterien	Lidl			8	1,59
Kugellager UEETK 10mmx26mmx8mm	Amazon (UEETEK)	155248DJNI15375		10 (6)	8,99 (5,39)
Miniatur-Microschalter	Conrad	704075		4	9,16
Miniatur-Schnappschalter MS-D	Pollin	94-420977		1	0,50
JOY-IT Wireless Game- pad für Arduino	Pollin	94-810905		1	19,99
Lochblech 235mmx185mmx2mm	modulor			1	6,00

Bezeichnung	Verkäufer	Artikelnummer		Stückzahl	Preis in €
Aluminiumbauteile 140x110x4mm 210mmx80mmx8mm 170mmx 50mmx8mm 103mmx50mmx 8mm (2) 60mmx30mmx10mm (2) 140mmx30xmm20mm (2) 60mmx40mmx40mm Rundstangen Aluminium Länge: 90mm, Durchmesser:35mm Länge:40mm, Durchmesser: 50mm	Aluminium-online-Shop			1	Gesamt: 107,22
Stahlzylinder Länge: 85mm, Durchmesser: 30mm	MARKS GmBh			2	14,60
Rundrohr Stahl Länge: 500mm Durchmesser: 15mm	Stahlshop24	ZO105-0		1	3,00
Rundstange Stahl Durchmesser: 10mm Länge 1000mm	OBI	7804511		1	4,39

Tabelle 1: Kostenauflistungstabelle

- * Angaben beinhalten keine Versandkosten
- * Die Angaben wurden zwischen Oktober 2018 und Februar 2019 erstellt.
- * Gesamtkosten bezogen auf den Prototypen
- * Es werden zusätzlich folgende Schrauben benötigt:

M3 Innen-Sechskantschrauben (14 Stück)
 M3 Gewindestifte (10 Stück)
 M4 Innen-Sechskantschrauben (12 Stück)
 M4,5 Senkkopfschrauben (4 Stück)
 M5 Rändelschrauben (2 Stück)
 M5 Gewindestifte (4 Stück)
 M12 Mutter + Unterlegscheibe

Damit die beigefügten „.ino“-Datei ausgeführt werden kann, müssen die Komponenten wie folgt zusammengebaut werden.



Abbildung 17: Aufbau Shields

Um die Shields aufeinander zu stecken, müssen die Angaben des Herstellers befolgt werden. Es werden bei der Verwendung von mehreren Shields übereinander längere Pins benötigt.

Bei Verwendung der oben aufgelisteten Motoren, werden diese wie in Abbildung 18 zu sehen an dem Shield angebracht.

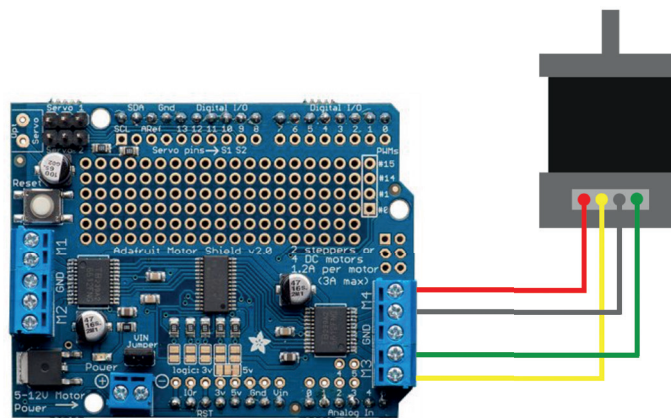


Abbildung 18: Verbindung Motoren an Motor Shield

Motor 1 (M1 | M2) und Motor 3 (M3 | M4) befinden sich auf dem oberen Shield. Motor 2 (M3 | M4) auf dem unteren. Um den Bluetooth Controller verbinden zu können, werden zusätzlich auf dem oberen Shield (Motor Shield 2) Pinbuchsen benötigt. Sind diese mit dem Shield verlötet, kann das Bluetoothmodul folgend angeschlossen werden:

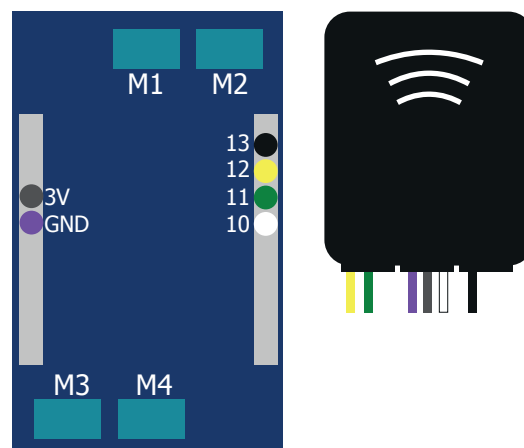


Abbildung 19: Verbindung Bluetooth Controller

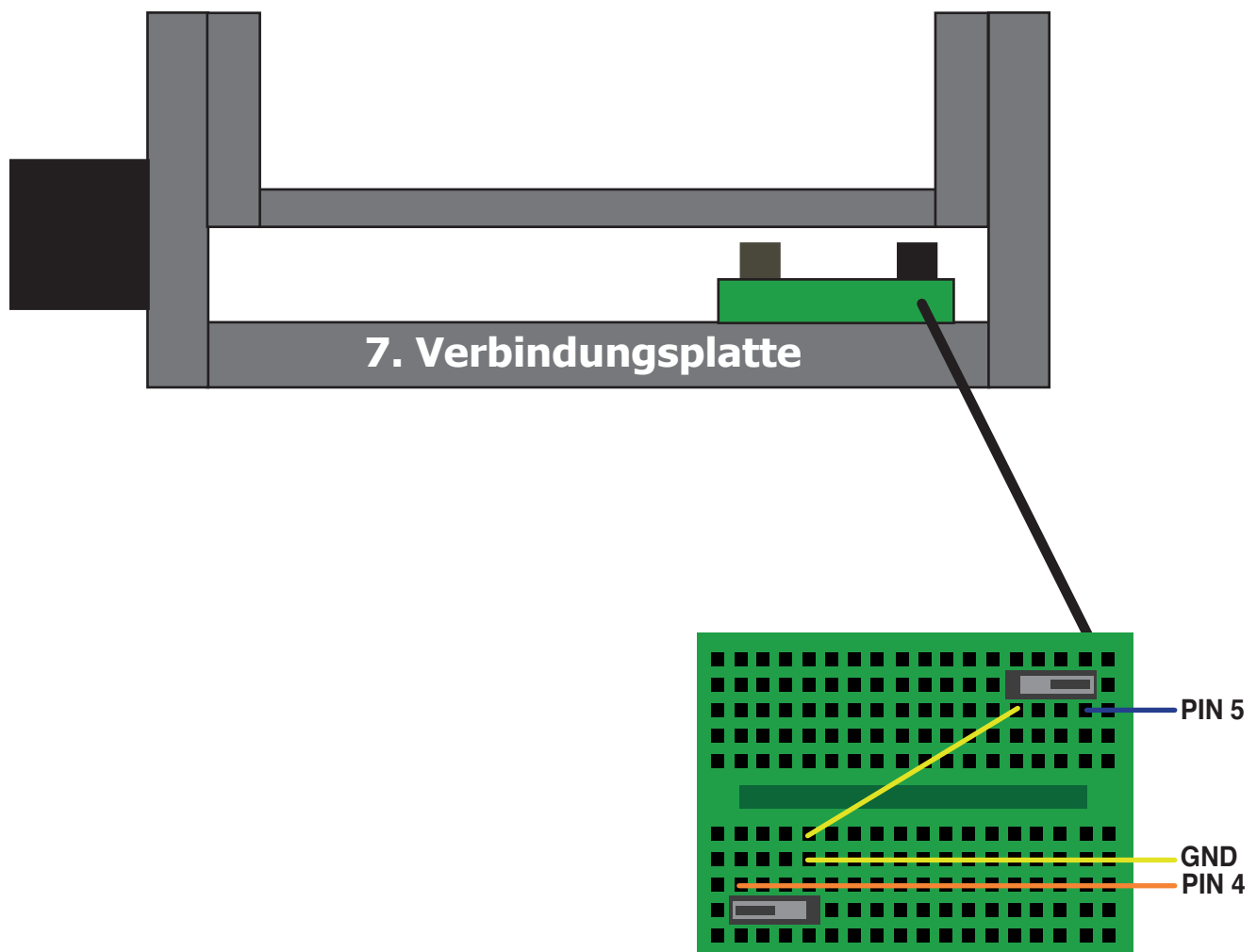


Abbildung 20: Aufbau Schaltung 1

Es werden 4 Tastschalter verbaut. Für die Drehung um die X-Achse wird ein mini-Breadboard benötigt. Auf dieses werden zwei Microtaster verbaut und über Steckbrücken wie oben dargestellt verbunden. Anschließend werden die Taster mit Pin 5, Pin4 und GND des Arduino Unos über das obere Motor Shield (2) verbunden. Die Platine wird über die an der Unterseite vorhandenen Klebefolie auf „7. Verbindungsplatte“ wie oben zu sehen geklebt.

Wird einer der beiden Taster bei späterer Nutzung ausgelöst, ist bei weiterer Auslenkung des Controllers keine Bewegung in die betroffene Richtung möglich, bis der Taster durch eine Auslenkung in die Gegenrichtung entlastet wird.

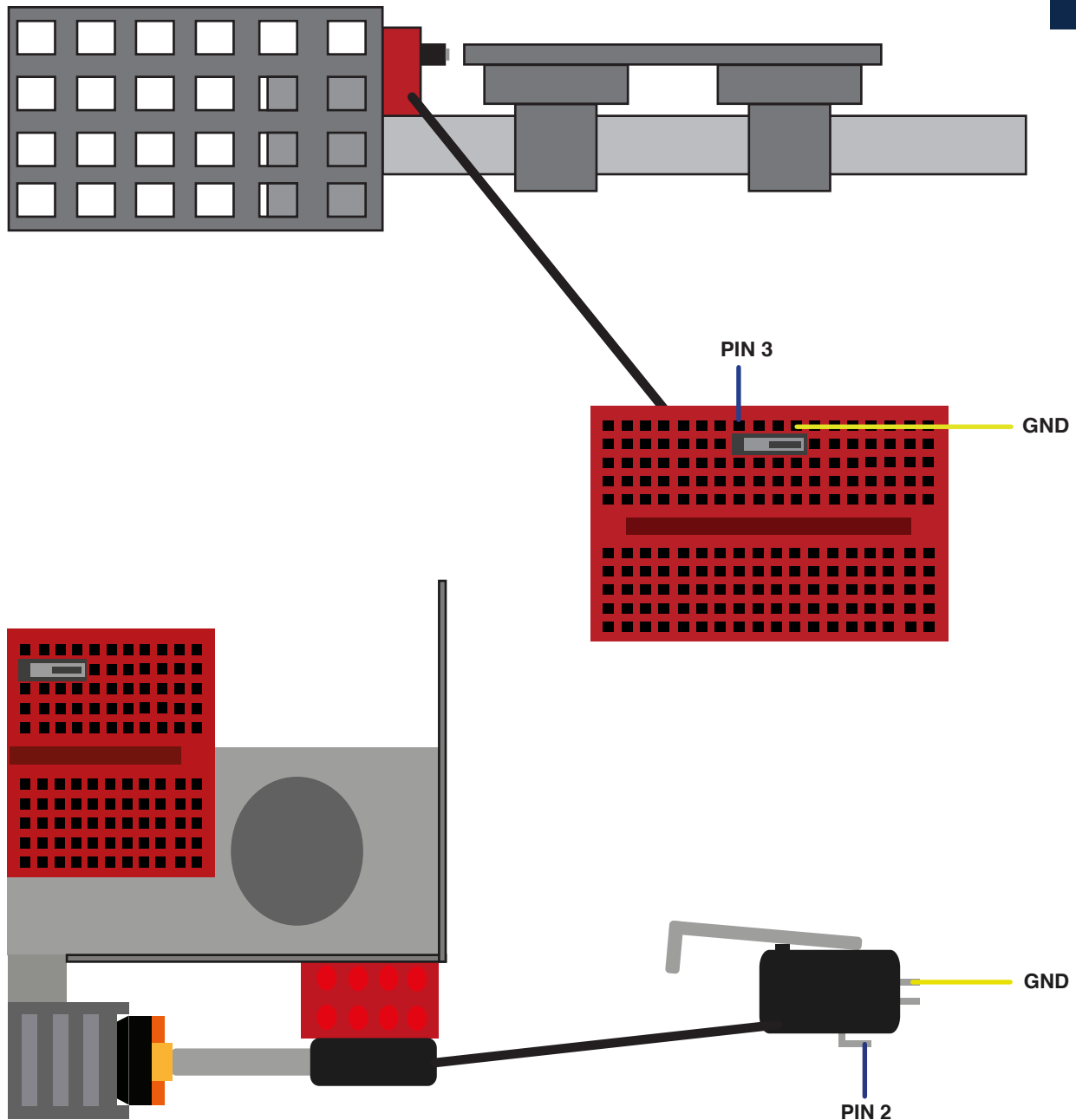


Abbildung 21: Aufbau Schaltung 2

Für die horizontale Fahrt wird ein Tastschalter auf einem Minibreadboard so verbaut, dass die „3. Schlittenbasis“ den Taster bei Kontakt auslösen kann. Das Breadboard wird mit der Klebefläche auf die Innenseite der „1. Außenposition #2“ geklebt. Der Taster wird mit PIN 3 und GND des Arduino Unos über das obere Motor Shield (2) verbunden.

Der Miniatur Schnappschalter wird an die Unterseite der „1. Außenposition #2“ geklebt. Für den richtigen Abstand wird zusätzlich ein Legostein verbaut. Dieser wird mit PIN 2 und GND des Arduino Unos verbunden. Der Schlitten wird in Richtung „1. Außenposition #1“ geschoben, bis er einen Abstand von ca. 3cm zu dieser erreicht hat. An dem Riemen auf Höhe des Schnappschalters wird ein Kabelbinder angebracht, der diesen bei weiterer Bewegung in Richtung „1. Außenposition #1“ auslöst. Der Schnappschalter wird so gebogen, dass dieser durch den Kabelbinder ausgelöst werden kann.

