

*Entwerfen, Konstruieren  
und Bauen Sie einen  
kleinen stationären  
5-Achs-Knickarm-Roboter  
der Lesen und Schreiben  
kann*

Projektgruppe 1  
Gundelfingen, den 17.07.2019  
Abschlusspräsentation

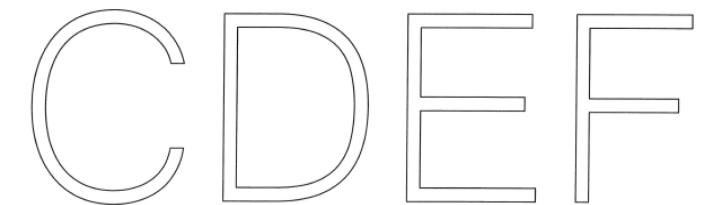
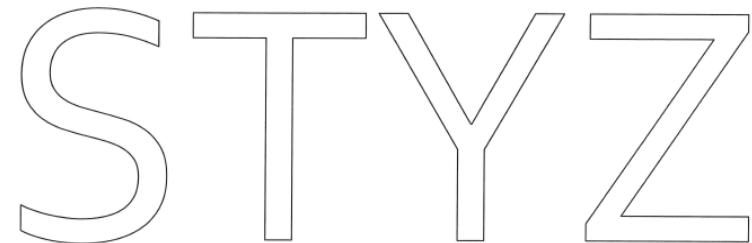


## Agenda

- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Aufgabenstellung

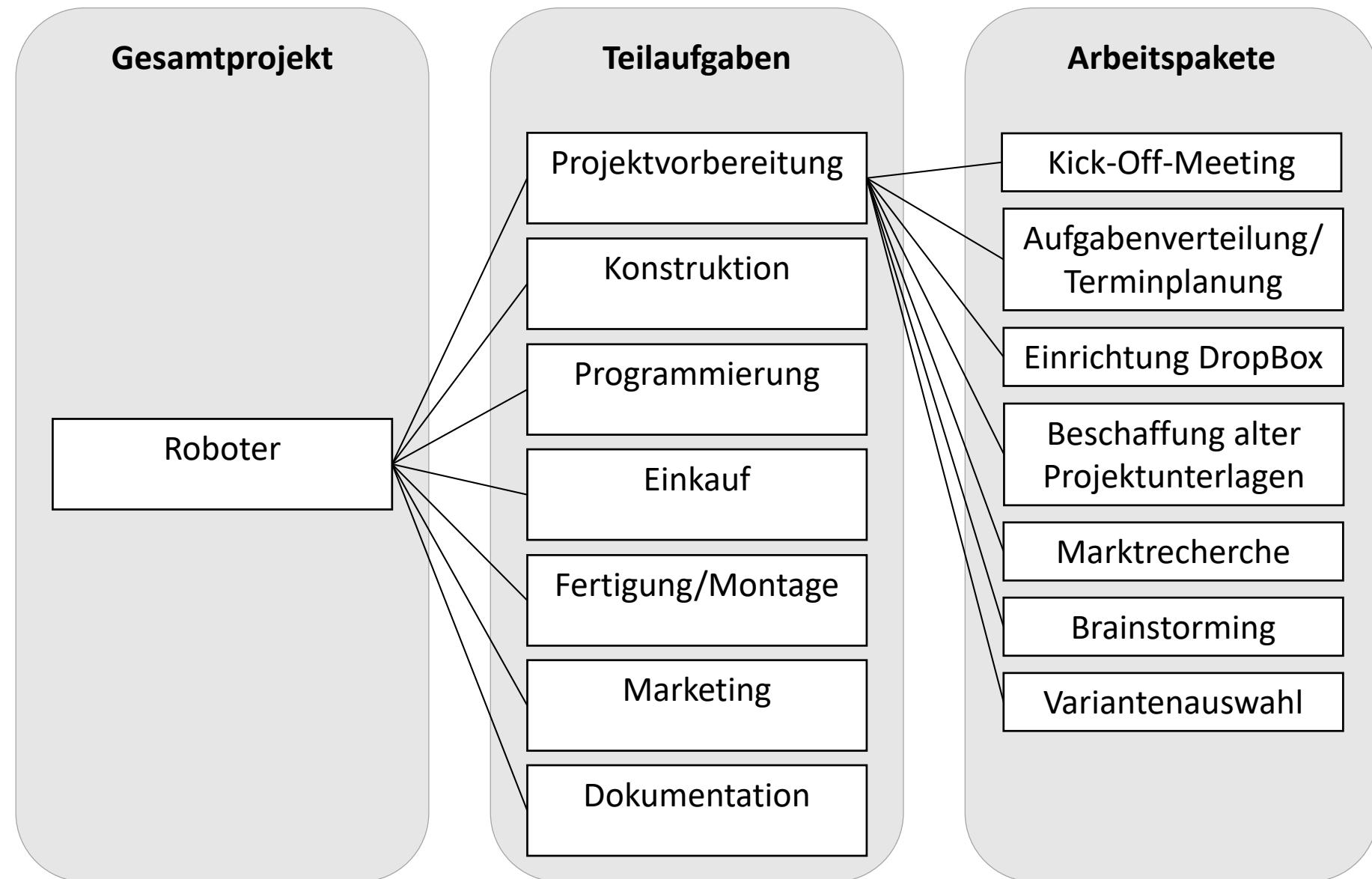
- Konstruktion und Bau eines Roboters, der Buchstabenumrisse erkennt und nachzeichnet
- Buchstabenumrisse unbekannt auf A3-Blatt
- 5-Achs-Knickarm-Roboter
- Präsentation des Roboters am Wettbewerbstag
  - 2 Wertungsrunden
  - Teachen: 20 Minuten Zeit
  - Durchlauf: Schnelligkeit und Präzision
  - Strafzeit bei Umrissverletzung



## Agenda

- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

# Aufgabendefinition



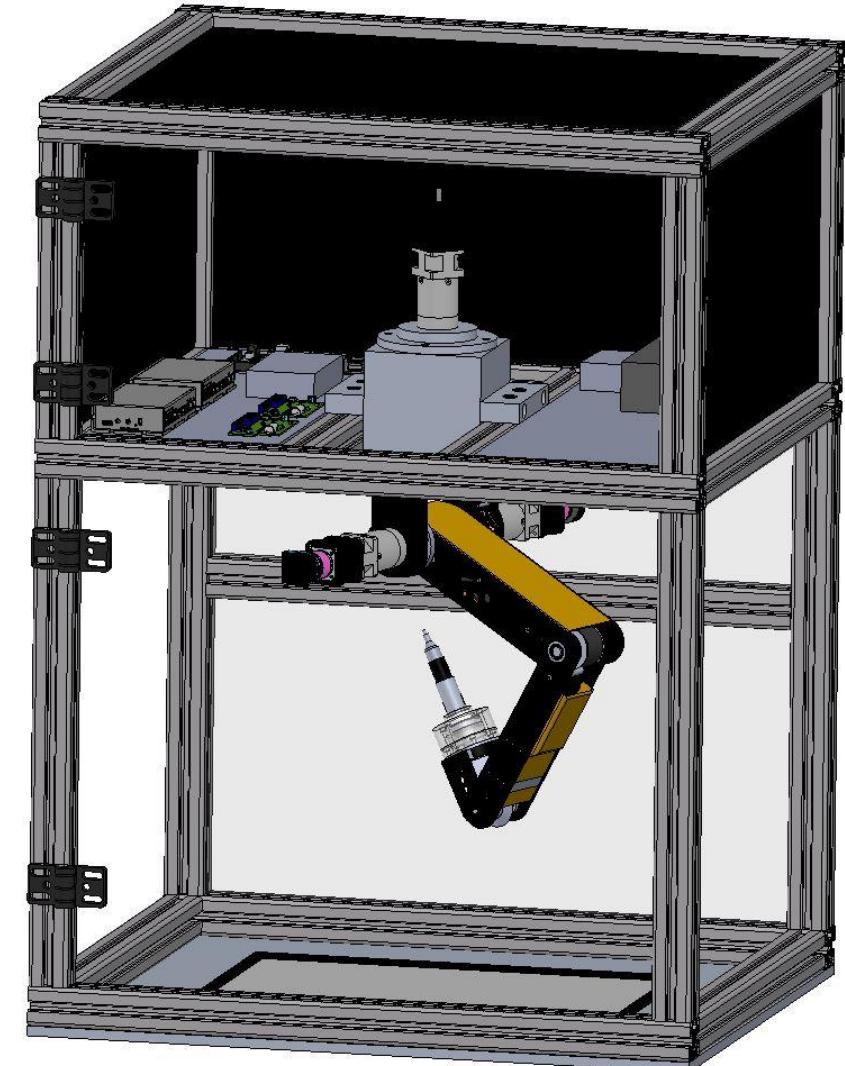
## Agenda

- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

# Gesamtkonzept Roboter

## Hauptaugenmerk Gesamtkonzept:

- Kompaktheit
- Zugänglichkeit
- Sicherheit
- Innovativ
- Bedienerfreundlich



## Hauptaugenmerk Roboterarm:

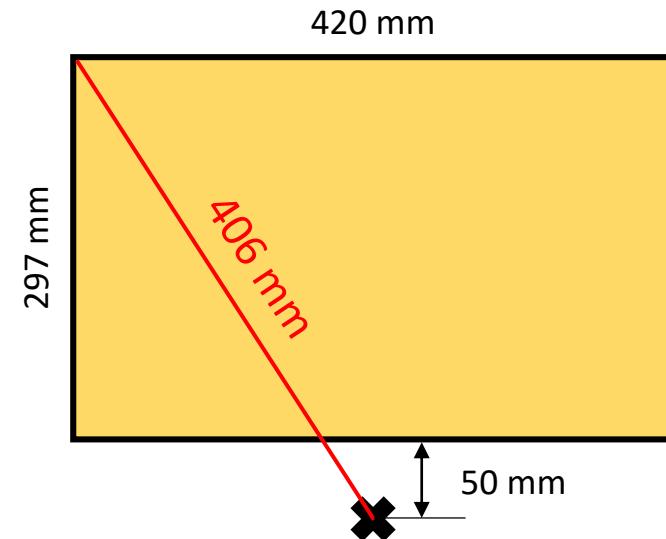
- Präzision
- Schnelligkeit
- Leichtbau

# Gesamtkonzept Positionierung

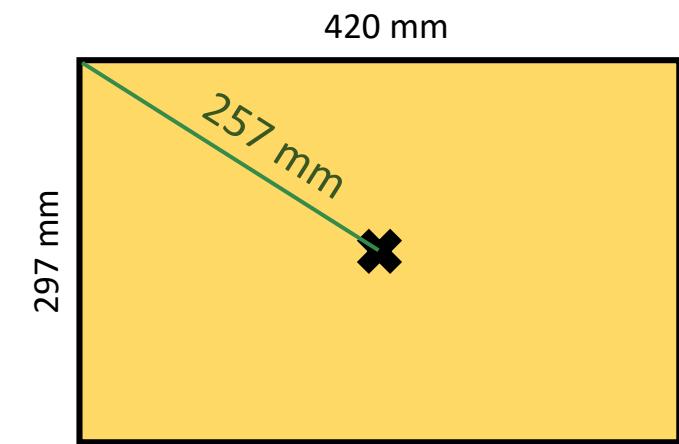
## Agenda

- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

### Position Roboter Boden



### Position Roboter Decke



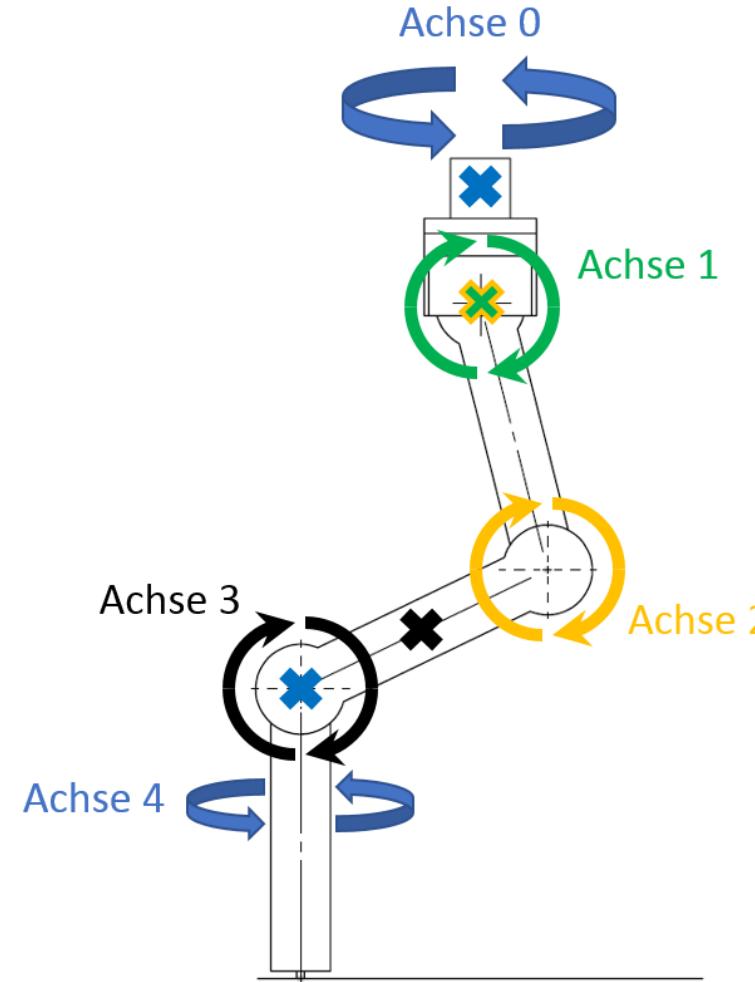
### Durch Positionierung des Roboterarms über dem Blatt:

- Kleinerer maximaler Hebelarm
- Geringere Kraft auf Motoren
- Höhere Genauigkeit möglich

## Agenda

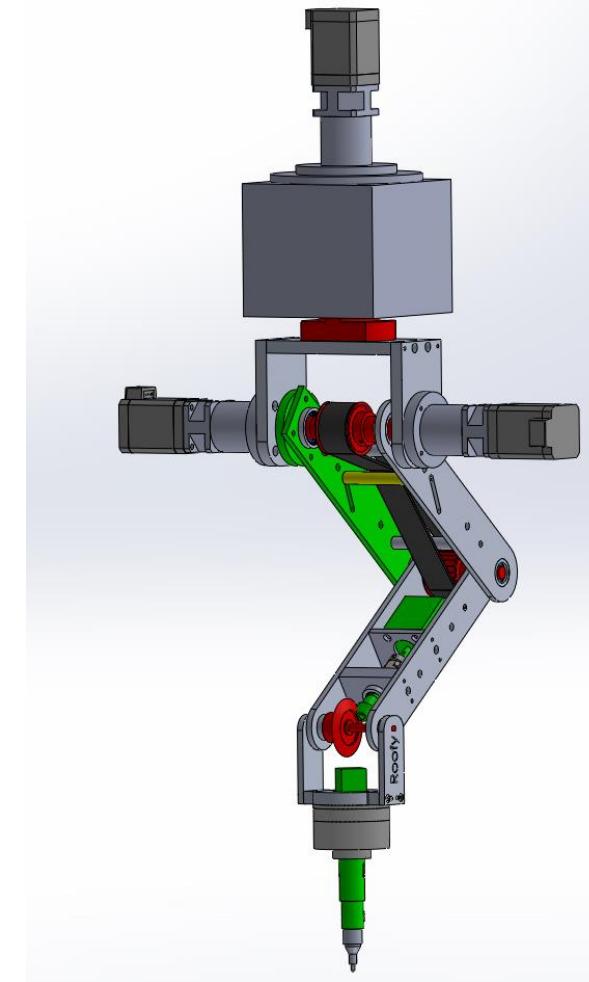
- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Grobkonzept – Positionen Achsen und Motoren



= Motorenposition

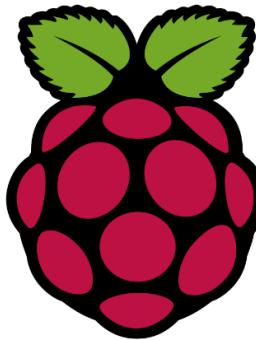
= Achsrichtung



## Agenda

- **Rückblick**
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

# Steuerungseinheiten



<https://tinyurl.com/6hmlezo>

- Raspberry Pi für Lesevorgang  
(automatisierte Bilderkennung)

+



<https://tinyurl.com/y8rousoe>

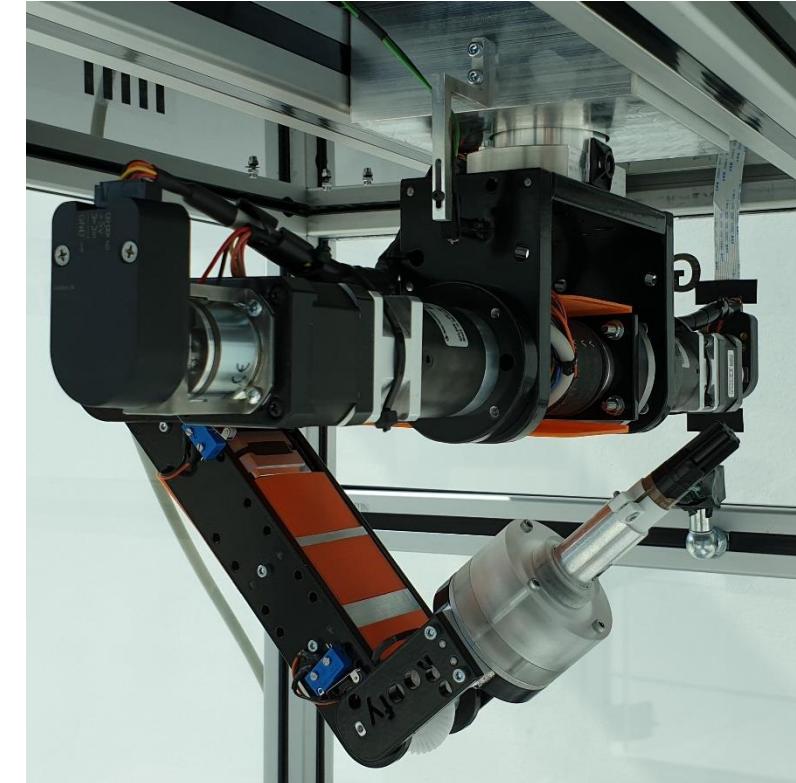
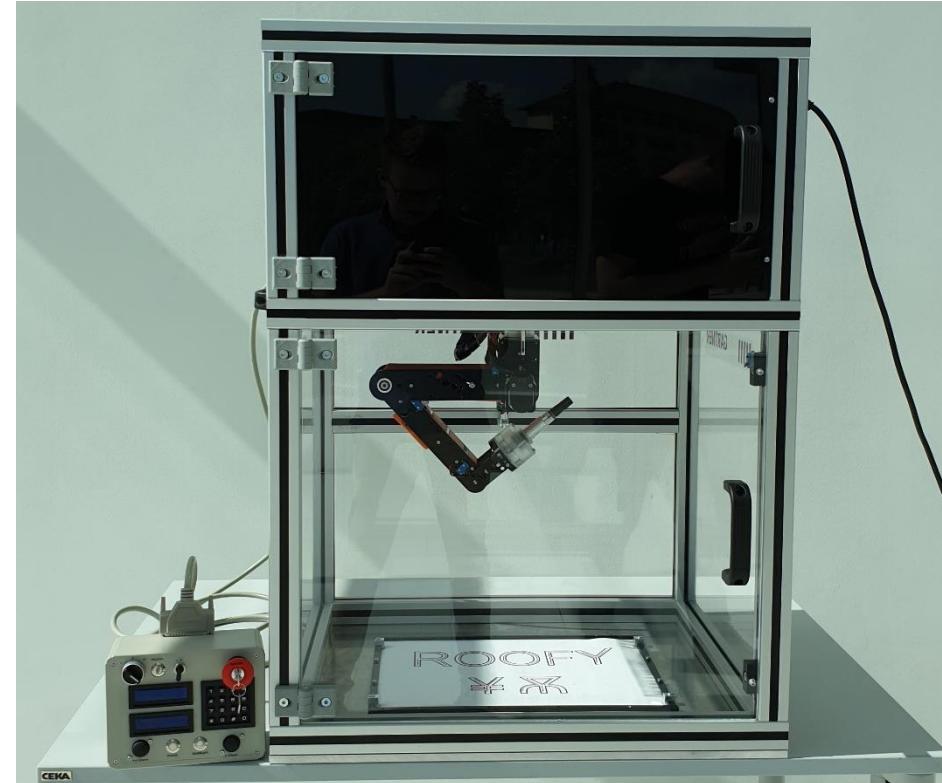
- Arduino für Schreibvorgang  
(Motoransteuerung)

# Konstruktionsübersicht Roboter

- Darstellung und Veranschaulichung am Roboter

## Agenda

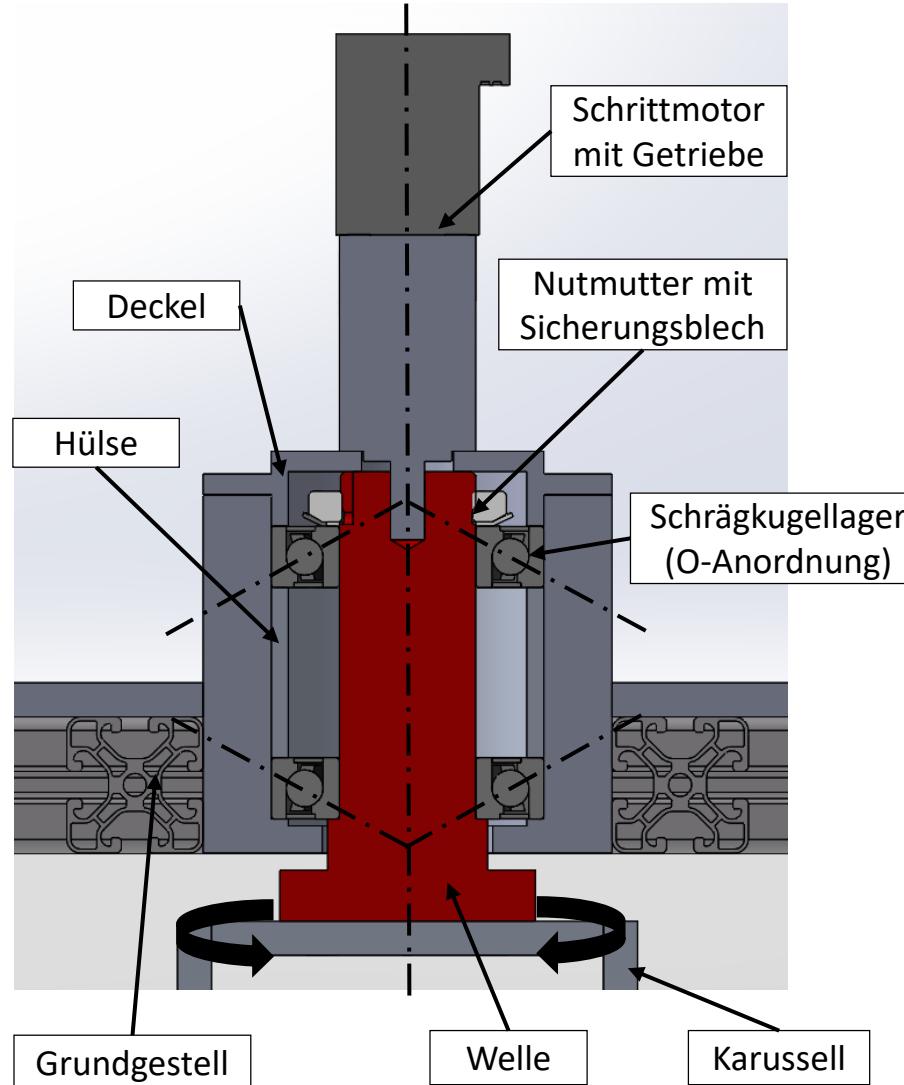
- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



## Agenda

- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

# Details Roboter – Konstruktion Basis

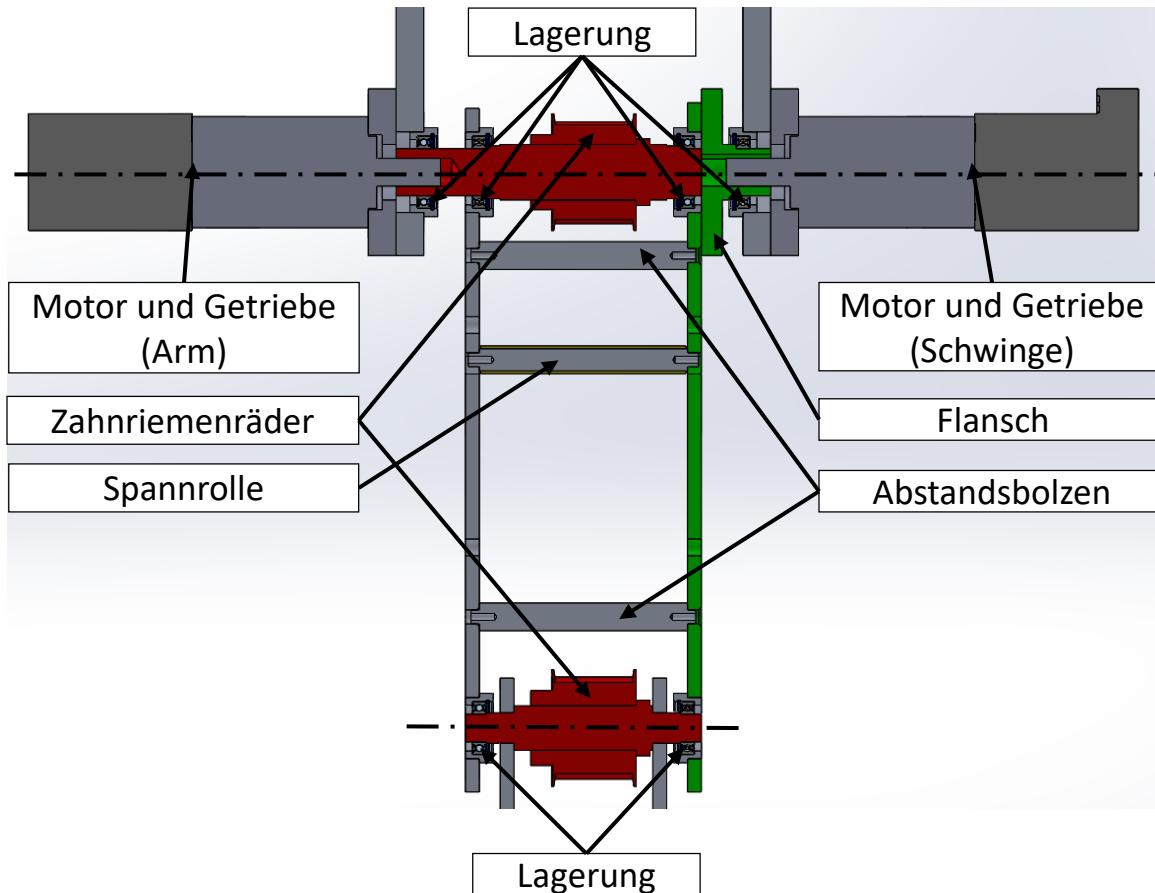


- Basis ist an der Decke des Grundgestells verschraubt
- Antrieb des Karussells durch Schrittmotor mit angeflanschtem Präzisionsgetriebe
- Lagerung des gesamten Roboterarms durch Schrägkugellager an der Basis (O-Anordnung)
- Vorspannung der Lager durch eine Hülse und einer Nutmutter mit Sicherungsblech

## Agenda

- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Details Roboter – Konstruktion Schwinge

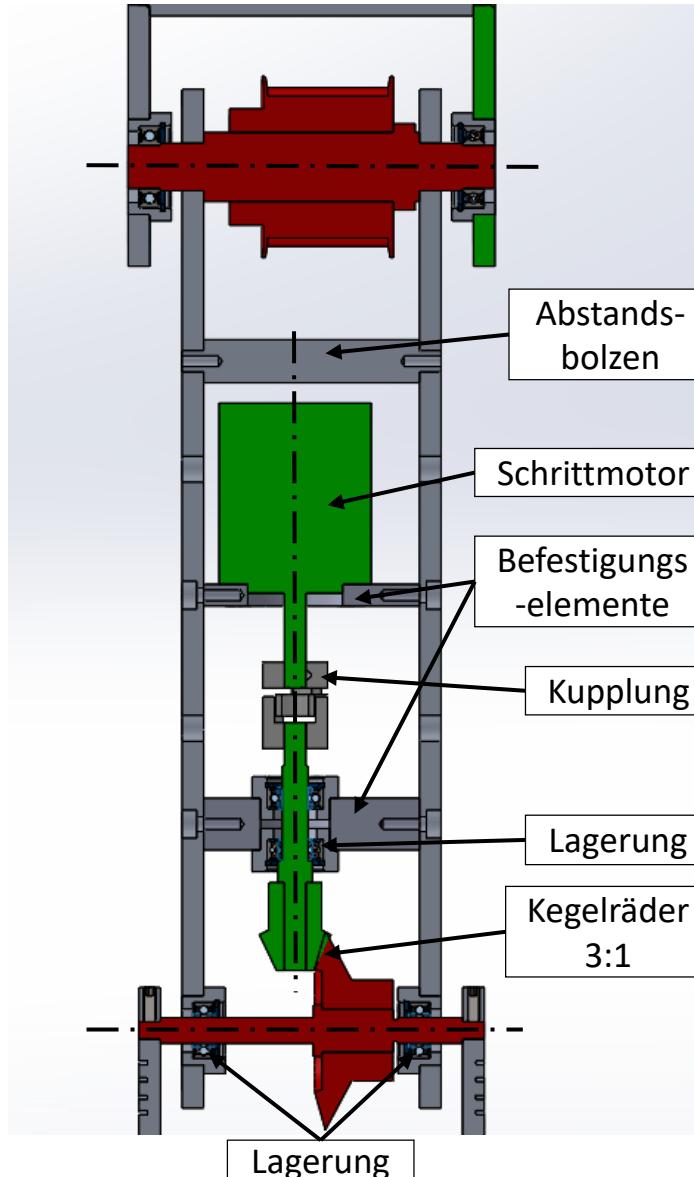


- Verwendung von Blechen
- Schwinge des Roboters ist am Karussell der Basis drehbar gelagert
- 2 Schrittmotoren mit angeflanschtem Präzisionsgetriebe an der Schwinge
  - Direktantrieb der Schwinge
  - Zahnriemenantrieb des Arms
- Versteifung der Schwinge durch Abstandsbolzen

## Agenda

- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Details Roboter – Konstruktion Arm

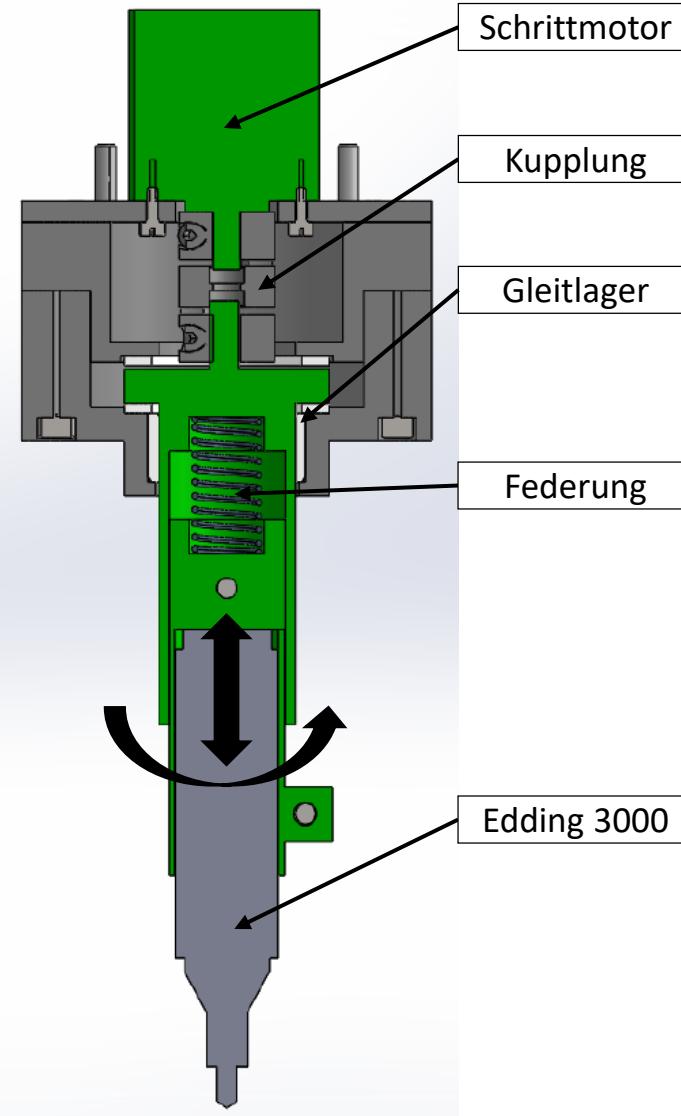


- Verwendung von Blechen
- Arm des Roboters ist an der Schwinge drehbar gelagert
- Schwenkvorgang des Arms durch Zahnriemenantrieb
- Schrittmotor im Arm für die Drehung des Endeffektors mittels eines Kegelradpaars (3:1 Übersetzung)
- Versteifung des Arms durch Zwischenelemente und Abstandsbolzen

## Agenda

- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Details Roboter – Konstruktion Endeffektor

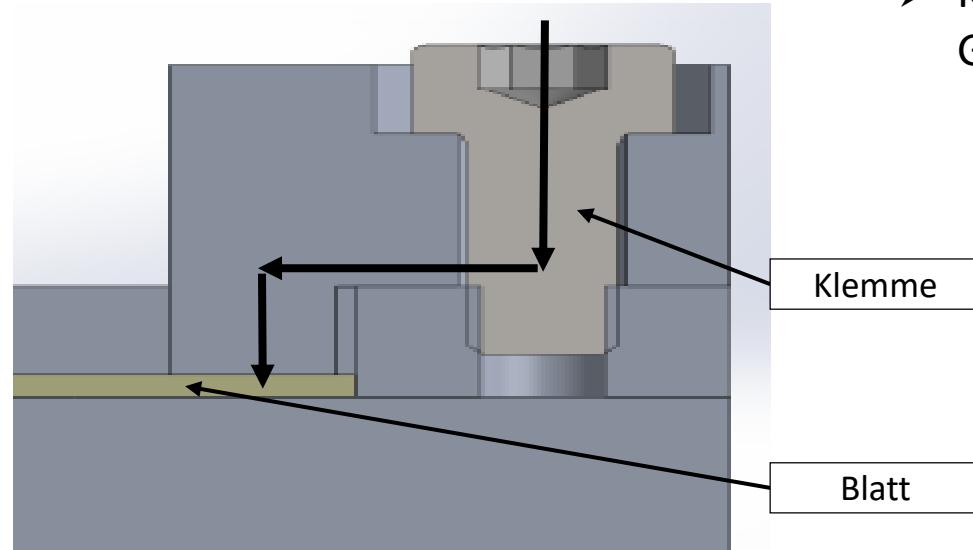
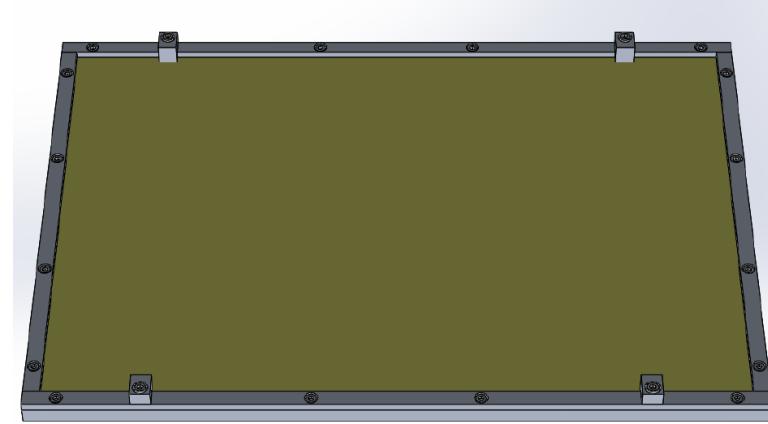


- Verwendung von Kunststoffen für geringes Gewicht
- Endeffektor ist am Arm des Roboters drehbar gelagert
- Schrittmotor im Endeffektor für die Drehung des Stiftes
- Federung des Stiftes zur Dämpfung beim Schreibvorgang
- Befestigung des Stiftes durch Klemmvorgang
- Prototyp vorhanden

## Agenda

- Rückblick
- **Konstruktion**
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Details Roboter – Konstruktion Blatthalterung



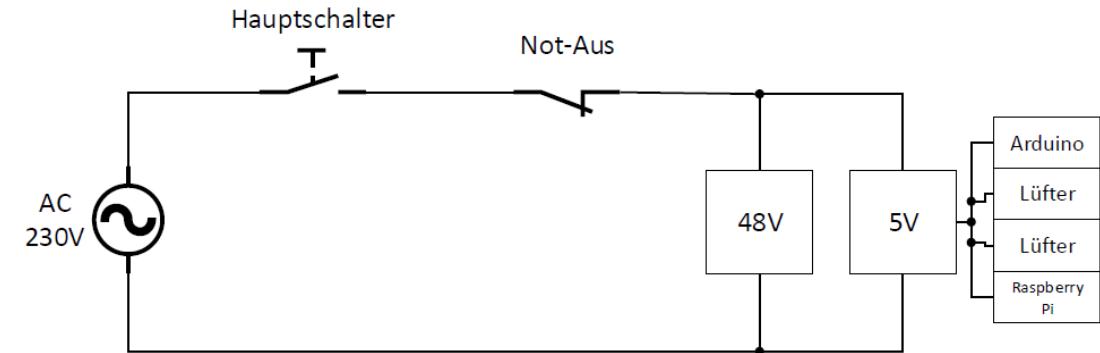
- Verwendung von Aluminiumplatten bzw. Aluminiumleisten
- Außenform ist passgenau für DIN A3-Blatt
- Sicherung gegen Verrutschen des Blattes durch Klemmvorrichtung
- Kraftschlüssige Verbindung durch M4-Gewindeschraube

## Agenda

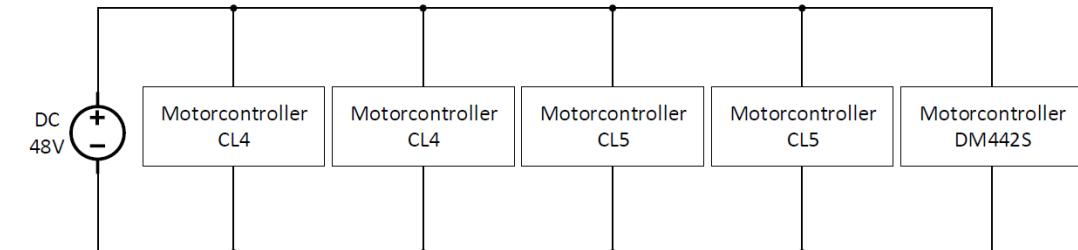
- Rückblick
- Konstruktion
- **Elektronik**
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

# Stromkreise

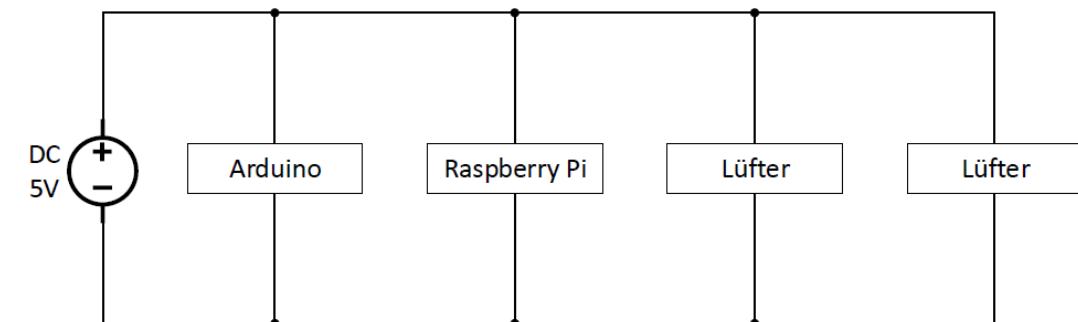
## Hauptstromkreis 230 V



## Steuerstromkreis 48 V zur Motoransteuerung



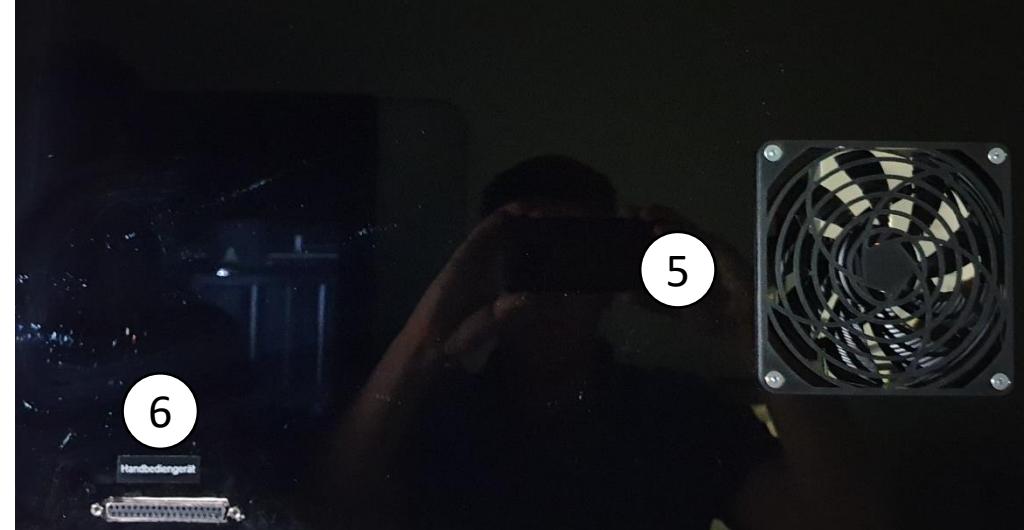
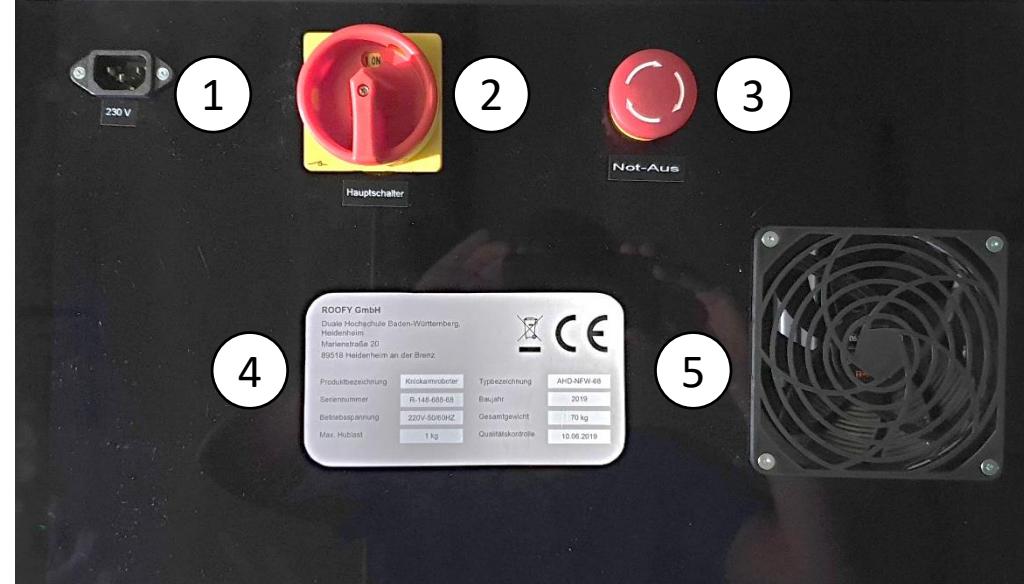
## Steuerstromkreis 5 V für Arduino, Raspberry Pi, Lüfter



## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- **Elektronik**
  - **Schalschrank**
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Schalschrank – Außenansicht

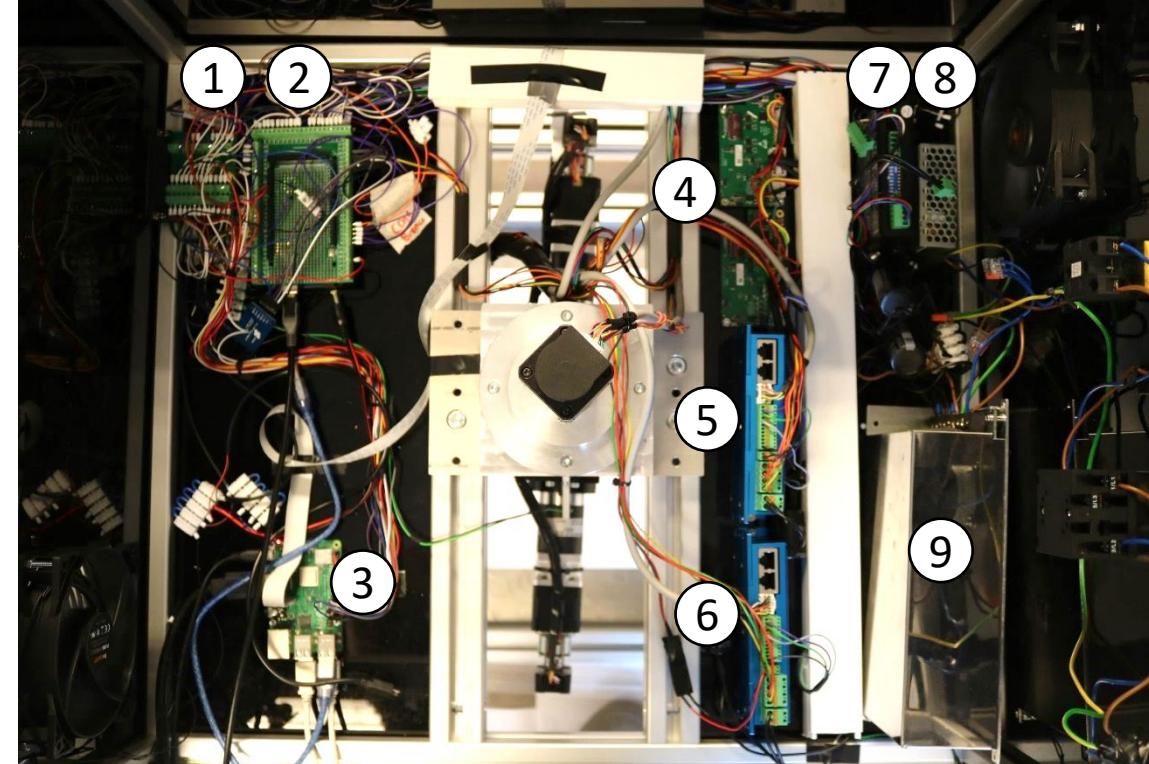


- ① Kaltgerätesteuer 230 V
- ② Hauptschalter
- ③ Not-Aus Schalter
- ④ Typenschild
- ⑤ Lüfter
- ⑥ D-Sub-Anschluss

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- **Elektronik**
  - **Schalschrank**
  - Handsteuergerät
- Programmierung
- Motoransteuerung
- Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Schalschrank - Innenansicht

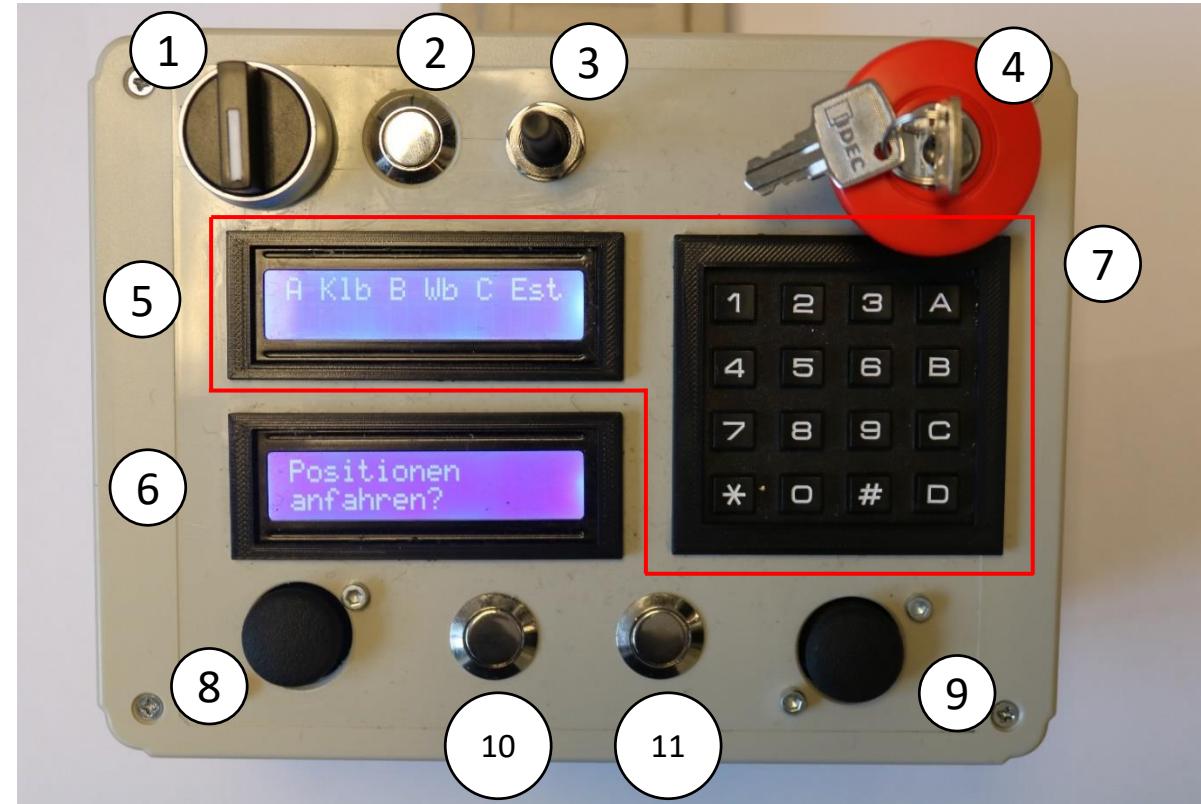


- ① D-Sub-Stecker
- ② Arduino
- ③ Raspberry Pi
- ④ Motorcontroller (Basis/Hand)
- ⑤ Motorcontroller (Arm)
- ⑥ Motorcontroller (Schwinge)
- ⑦ Motorcontroller (Endeffektor)
- ⑧ Schaltnetzteil 5 V
- ⑨ Schaltnetzteil 48 V

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- **Elektronik**
  - Schaltschrank
  - **Handsteuergerät**
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Aufbau und Funktion

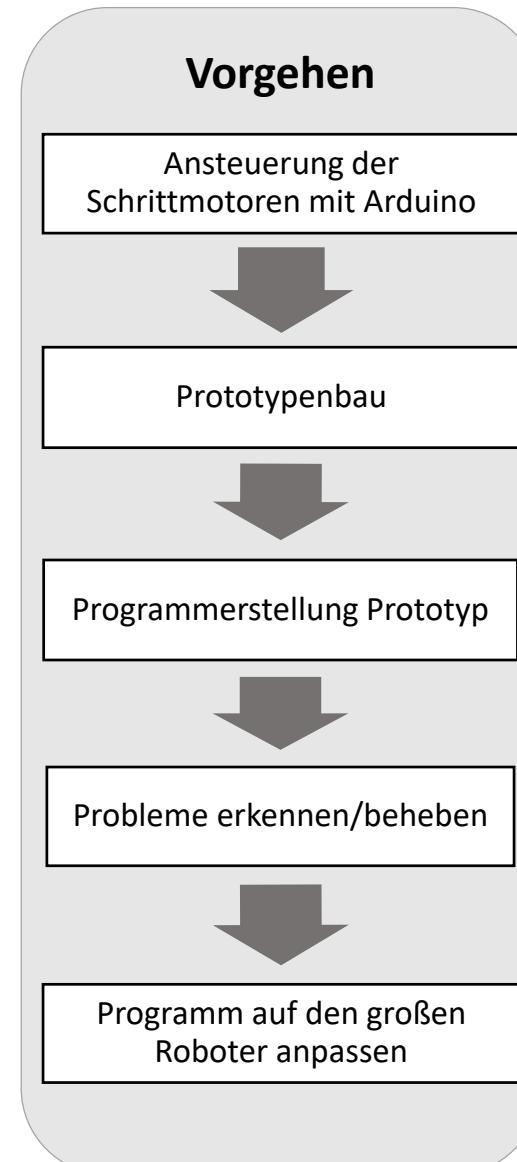


- ① Drehschalter
- ② Drucktaster
- ③ Drehpotentiometer
- ④ Not-Halt
- ⑤ Display Raspberry Pi
- ⑥ Display Arduino
- ⑦ Nummernfeld
- ⑧ Joystick xy-Ebene
- ⑨ Joystick z-Achse
- ⑩ Drucktaster (Zurück)
- ⑪ Drucktaster (Bestätigen)

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

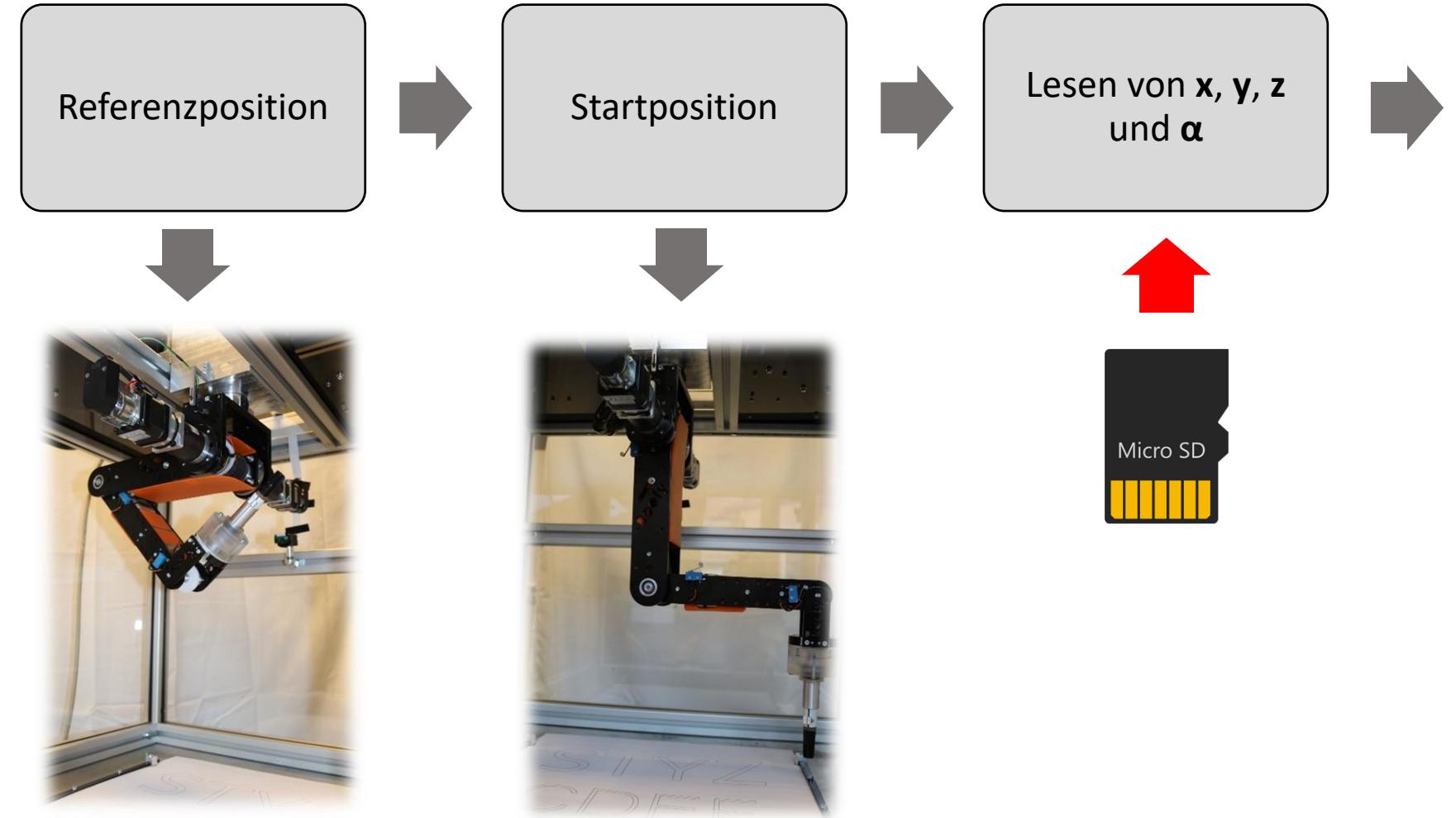
# Erste Versuche mit dem Prototyp



# Anfahren der Koordinaten

## Agenda

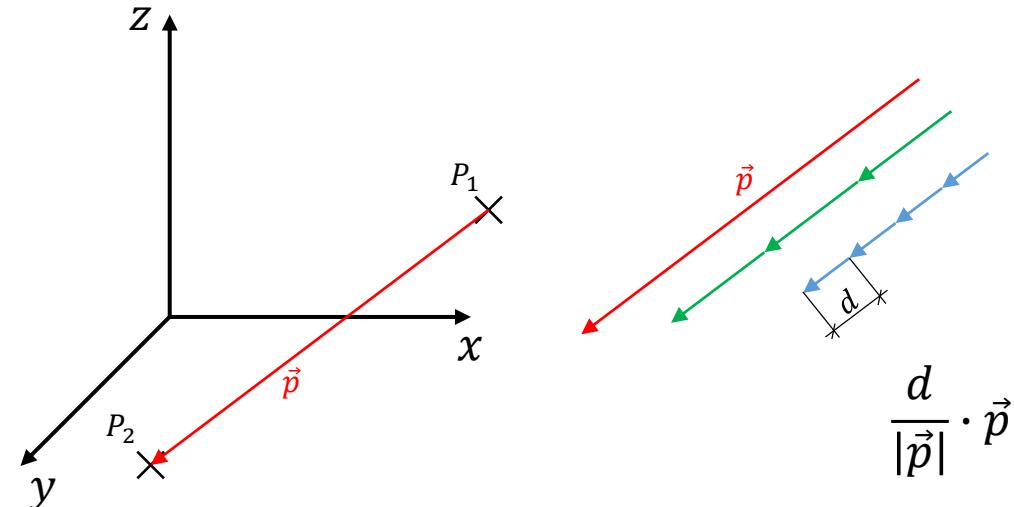
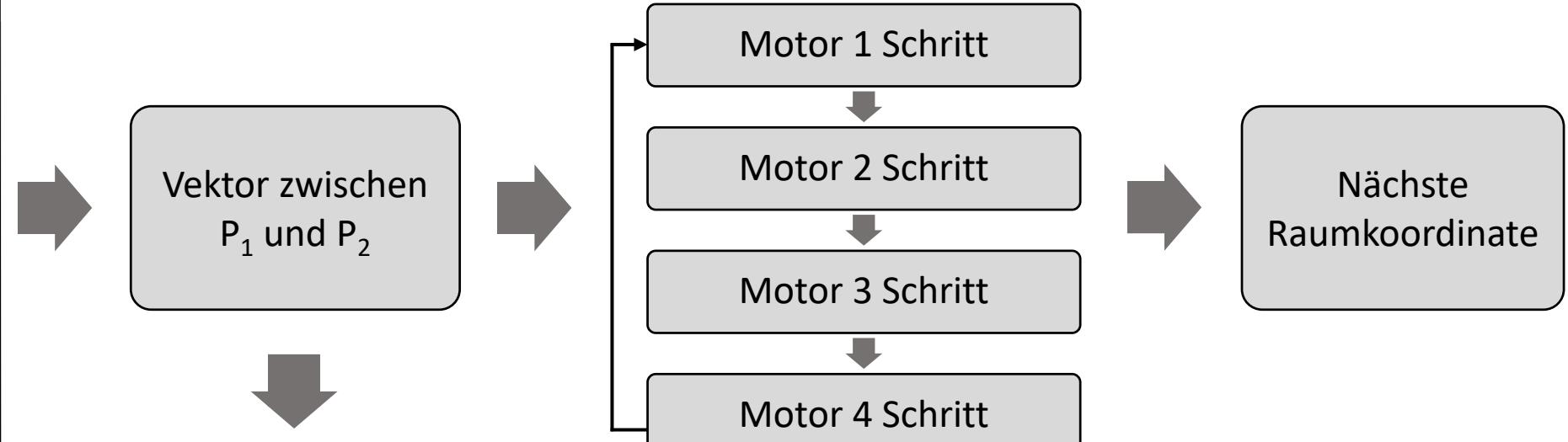
- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

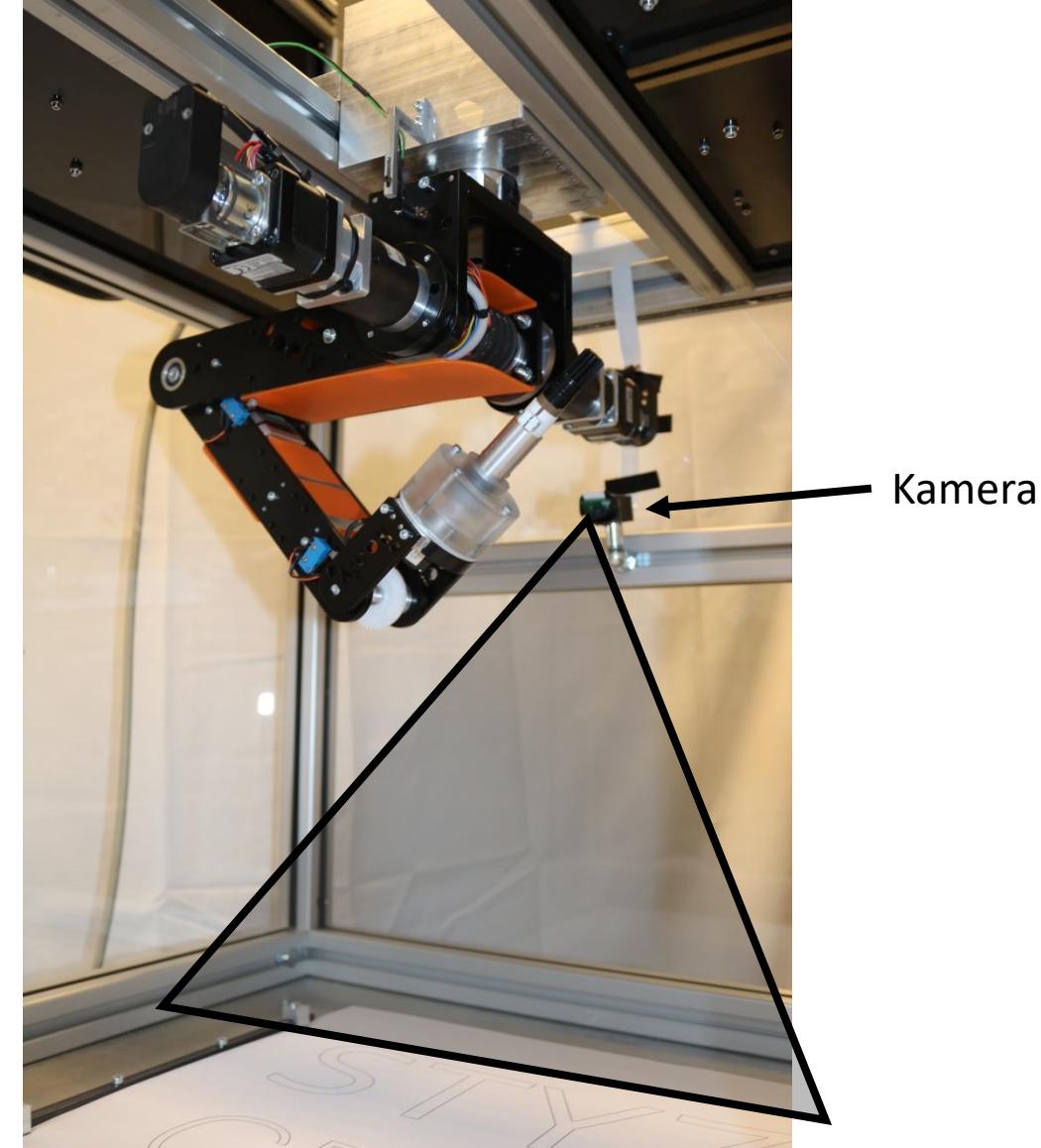
## Anfahren der Koordinaten



# Positionierung der Kamera

## Agenda

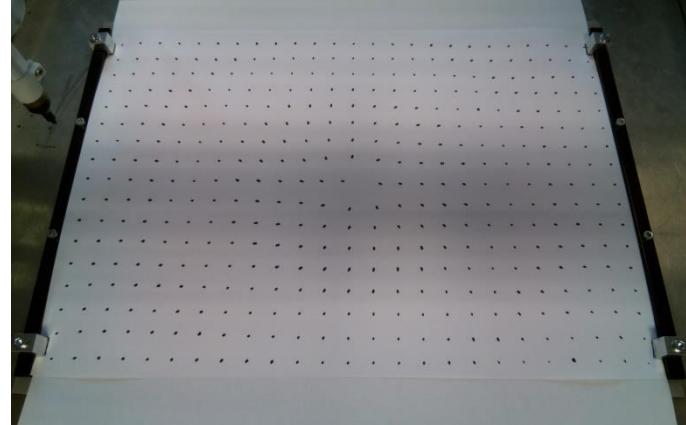
- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



## Vorgang 1: Kalibrierung

### Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



Verzerrt



Verzerrt



Entzerrt

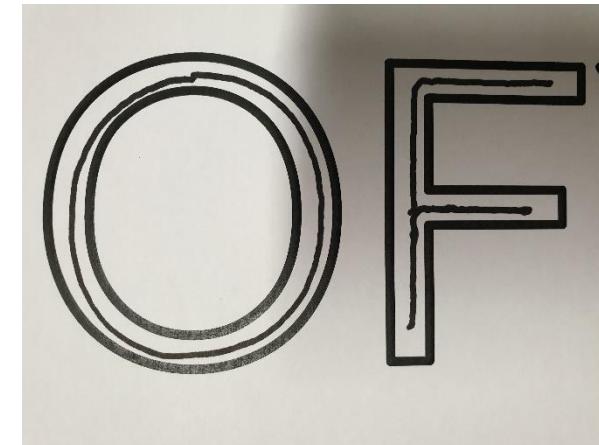
(mechanische & perspektivische Ungenauigkeit)

## Agenda

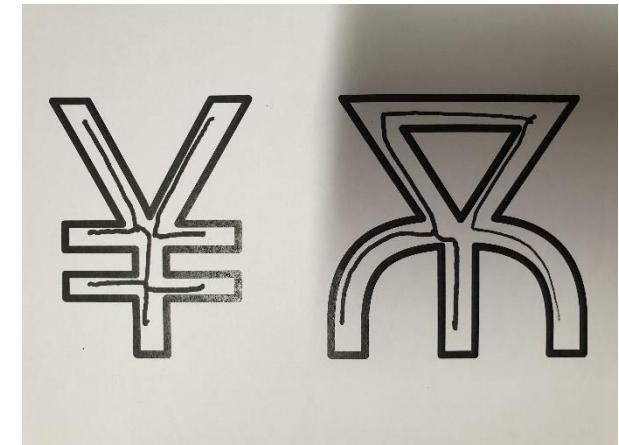
- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- **Programmierung**
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

## Vorgang 2: Wettbewerb

- Einlesen und Übergabe der Daten an den Roboter innerhalb von 1-2 Minuten
- Kein weiteres Zutun eines Menschen nötig
- Alle erdenklichen Zeichen können abgefahren werden



Lateinischer Buchstabe



Sonderzeichen

# Sicherheitsbauteile

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- **Sicherheit**
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



Not-Aus



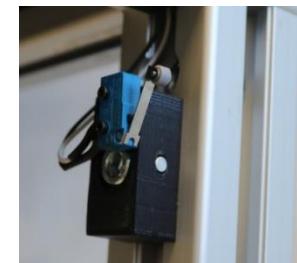
Hauptschalter



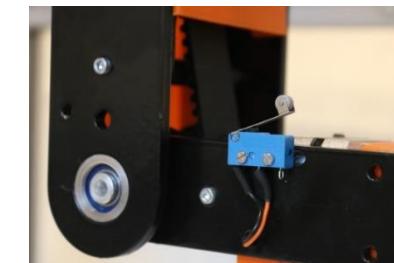
Lüftergitter



Not-Halt am Handsteuergerät



Kontakte an Türen



Endschalter am Arm



Motorbremsen

# Sicherheitsdokumente

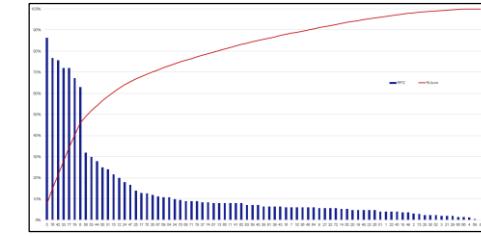
(nach EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG)

## Agenda

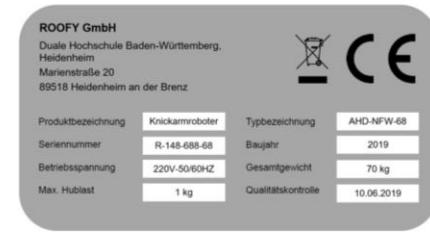
- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- **Sicherheit**
- Marketing
- Reflexion / Ausblick



Gefährdungsanalyse  
Werkstatt



Produkt- und Projekt-FMEA



EG-Konformitätserklärung



Bedienungsanleitung



Montageanleitung



Wartungsanleitung

## Agenda

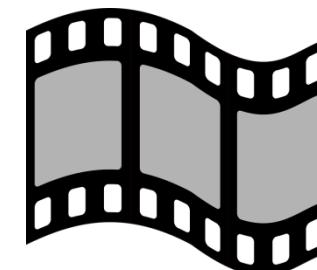
- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- **Marketing**
- Reflexion / Ausblick

## Firmenlogo und Werbefilm

### ➤ Firmenlogo



### ➤ Werbefilm



# Reflexion/Ausblick

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- **Reflexion / Ausblick**

- Zeitplan: Nur geringe Abweichungen, vollständige Einhaltung der Meilensteine
- Budgetrahmen von ca. 3000€ eingehalten
- Zeitplanung und detaillierte Aufgabenverteilung beibehalten
- Strukturiertes, eigenständiges Arbeiten, Teamarbeit und Flexibilität
- **Konstruktive Konflikte:**
  - Spiel im Arm aufgrund ausgeschlagener Passfederverbindung
  - Abhilfe durch Materialwechsel
  - Zu großer Anpressdruck des Stifts auf das Blatt
  - Abhilfe schwächere bzw. keine Feder
- **Programmtechnische Konflikte:**
  - Verfahrgeschwindigkeit der Achsen zu gering
  - Abhilfe durch Veränderung „Steps pro Motorumdrehung“

## Agenda

- Rückblick
- Konstruktion
- Elektronik
  - Schaltschrank
  - Handsteuergerät
- Programmierung
  - Motoransteuerung
  - Bilderkennung
- Sicherheit
- Marketing
- Reflexion / Ausblick

***Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerk-  
samkeit und  
Sponsoring!***



*Sponsored by:*

