



## Robotik Lernmodul - PKW Produktion

Entwickelt für Robotik-Trainingseinheiten im Bildungsbereich



# Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Bestandteile des Lernmoduls.....	4
Vorbereitung.....	7
Arbeitsbereich prüfen.....	7
Module kennenlernen.....	7
Trays fixieren.....	8
Vorbereiten der Module.....	8
Programmieren.....	9
Aspekte eines Robotikprogramms.....	9
1. Sicherheit.....	9
2. Arbeitsablauf & Prozess.....	9
3. Robotertechnik.....	9
4. Peripherie & Integration.....	9
5. Programmierung & Struktur.....	9
6. Wartung & Zukunftsfähigkeit.....	10
Programmbeispiele.....	10

# Einleitung

Das Lernmodul "PKW Produktion" dient der modellhaften Simulation einzelner Fertigungsprozesse aus der Industrie. Mithilfe von Greifwerkzeugen wie Sauggreifern vom DOBOT E6, CR3, Dobot CR5 oder Universal Robots UR3 und Universal Robots UR5 werden die Einzelteile des Modell-Fahrzeugs zusammengebaut. Alle Module arretieren aufeinander und aneinander. Die beiden Türen werden nach dem Einsetzen von Magneten an der Karosserie gehalten. Motorhaube und Kofferraumklappe arretieren durch einfaches Einsetzen und Ablegen.

Je nach Roboterwerkzeug können verschiedene Arbeitsschritte durchgeführt werden. Schon mit einem einfachen Sauggreifer können die beiden Türen, die Motorhaube und die Kofferraumklappe per Roboter montiert werden. Für den Transport der beiden Karosserieteile (oben und unten) wird ein Greifwerkzeug benötigt.

Die Einzelteile werden in Trays gelagert, die mit der beiliegenden Lochplatte auch zu anderen Lernmodulen der Funduino GmbH kompatibel sind.

# Bestandteile des Lernmoduls

Das Modul besteht aus folgenden Einzelteilen:

- Karosserie unten (Fahrgestell mit Sitzen)



- Karosserie Oben



- Türen linke Seite vorne und hinten.



- Türen rechte Seite vorne und hinten.

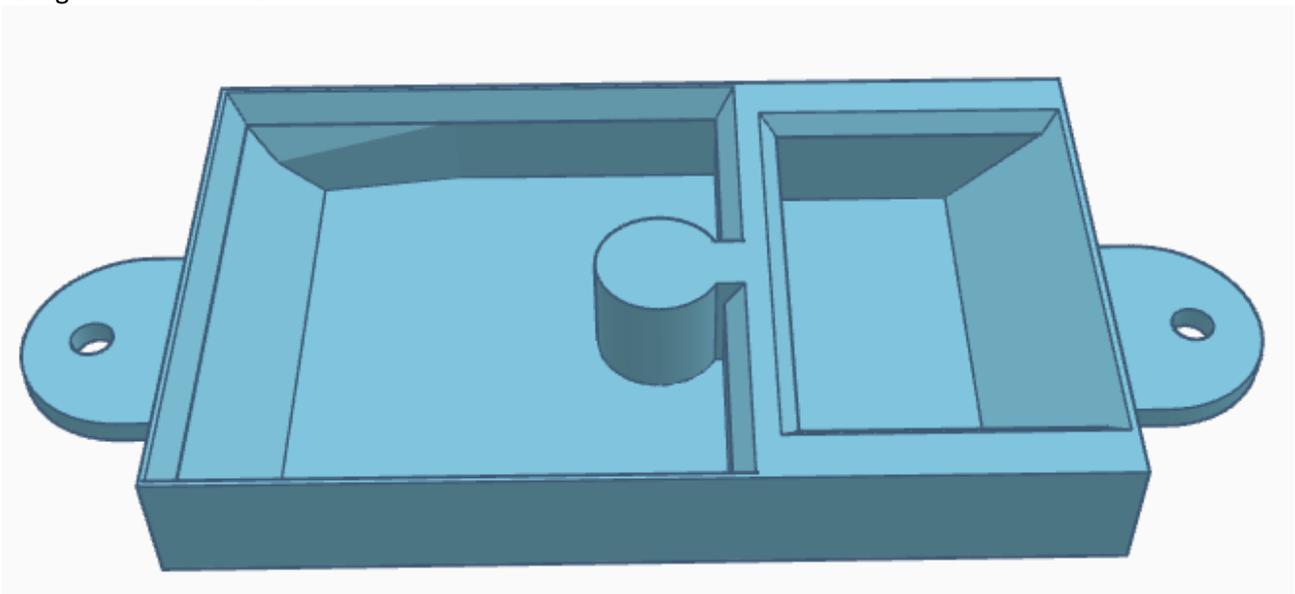


- Motorhaube und Kofferraumdeckel

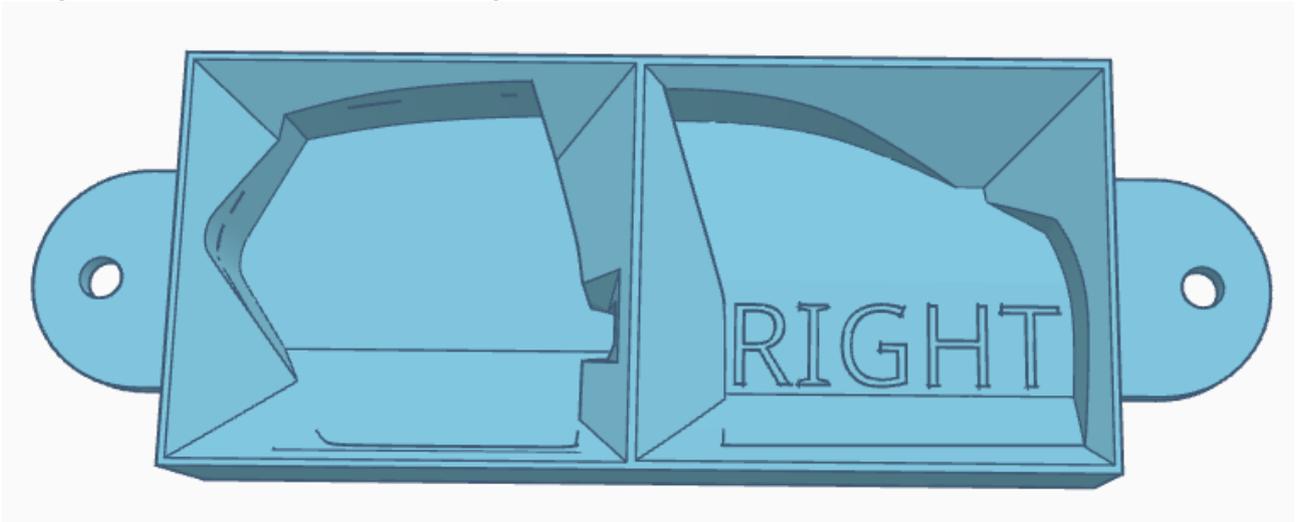


### Trays / Ablagen

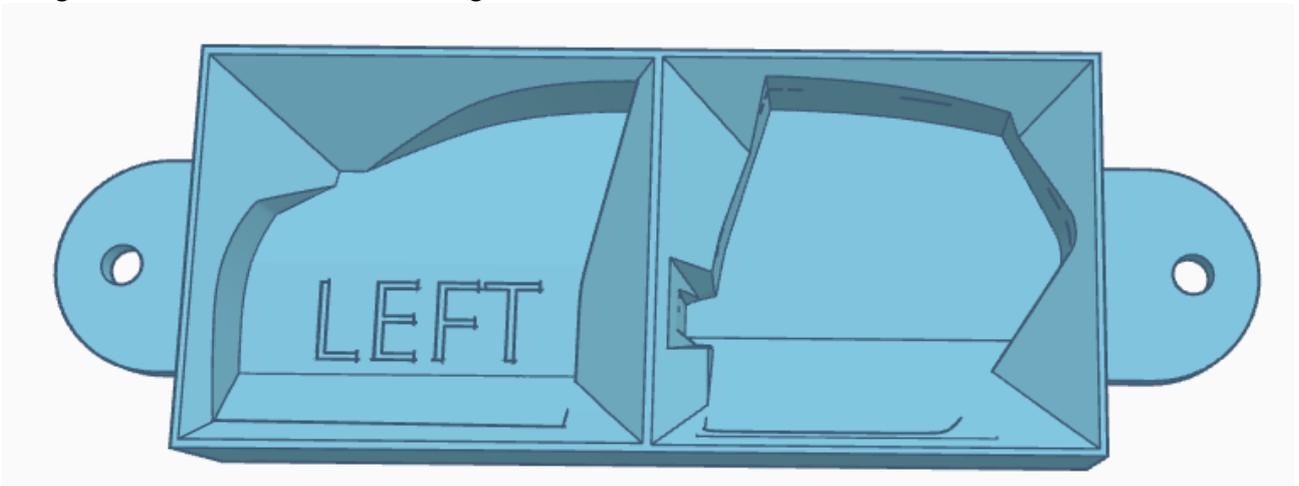
Ablage für Motorhaube und Kofferraum:



Ablage für die Türen der rechten Fahrzeugseite:



Ablage für die Türen der linken Fahrzeugseite:



# Vorbereitung

Das Lernmodul PKW-Produktion benötigt durch die verschiedenen Ablagen viel Platz. Wenn der Arbeitsbereich nicht ausreicht, sollte dieser erweitert werden.

## Arbeitsbereich prüfen

Bevor das Ablaufprogramm zum Aufbau und Abbau des Modellautos geplant wird, muss der Arbeitsbereich analysiert werden. Dazu positioniert man alle notwendigen Module auf dem Arbeitsbereich, ohne diese zu fixieren. Es muss geprüft werden, ob der Roboter technisch in der Lage ist, die gewünschten Positionen zu erreichen. Die Module könnten zu nah am Roboter oder zu weit von ihm entfernt sein.

Erst wenn man alle Aufnahmepunkte und Ablagepunkte mit dem Roboter erreichen kann, werden die Trays am Arbeitsbereich fixiert.

## Module kennenlernen

Nimm das Modell in die Hand und entdecke die Art der Konstruktion. Setze Türen, Motorhaube und Kofferraumdecken per Hand in die Karosserie. Prüfe bei jedem einzelnen Bauteil, wie es in der Karosserie arretiert. Das ist sehr wichtig, um später die Roboterbewegung zu programmieren.

### Anmerkungen

**Motorhaube** – Die Motorhaube arretiert nicht magnetisch sondern nur durch ihr Gewicht. Sie wird schräg von oben in die Karosserie eingesetzt.

**Kofferraumklappe** - Die Klappe arretiert nicht magnetisch sondern ebenfalls durch ihr Gewicht. Sie wird schräg von oben in die Karosserie eingesetzt. Achte darauf, dass sie ganz nah an die Heckscheibe herangeführt werden muss, damit sie beim schließen nicht verkeilt.



**Hintertüren** - Die hinteren Türen arretieren magnetisch. Im Bereich der B-Säule befindet sich zusätzlich ein kleiner Keil. Dieser Keil verhindert, dass die Tür zu weit nach vorne eingesetzt werden kann. Das hätte sonst zur Folge, dass die Vordertür nicht genügend Platz hätte. Führe die Hintertür zunächst leicht schräg mit dem Keil an die B-Säule heran und schließe die Tür in einem zweiten Schritt.

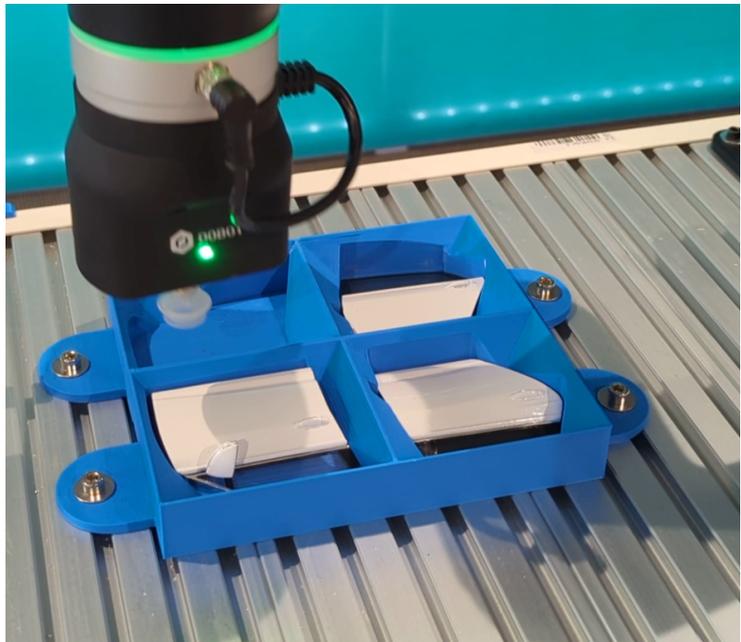
**Vordertüren** – Die vorderen Türen arretieren ausschließlich magnetisch. Überlege dir, über welchen Weg die Tür am besten eingesetzt werden kann. Häufig ist es sinnvoll, die Tür vor dem finalen Absetzpunkt an die Karosserie heranzuführen, zum Beispiel im unteren Bereich. Im letzten Schritt schiebt man die Tür mit dem Roboter an die finale Position.



## Trays fixieren

Vor der Verwendung des Lernmoduls müssen die Trays fest auf dem Arbeitsbereich montiert werden. Sollte sich im späteren Robotikprogramm ein Tray lösen und nur leicht verschieben, kann die automatische Montage nicht mehr durchgeführt werden, da die Module wie beispielsweise die Motorhaube nach dem Greifen aus der verschobenen Position auch später am Modell auf der falschen Position abgelegt werden würde.

Je nach verwendetem Arbeitsbereich können die Trays mit Schrauben oder auch mit Klebeband auf dem Arbeitsbereich fixiert werden. Bei Arbeitsbereichen aus Aluminiumprofilen sollten Schraubverbindungen gewählt werden. Der



Durchmesser der Befestigungslöcher in den Trays beträgt 8mm. Sollten die verwendeten Schrauben dünner sein, müssen Distanzring oder Passringe verwendet werden, damit die Trays sich nicht innerhalb des Spielraums zwischen Schraube und Befestigungsloch bewegen können.

## Vorbereiten der Module

Nachdem die Trays fixiert wurden, können die Türen, die Motorhaube und die Kofferraumklappe in die Trays gelegt werden.

Überprüfe die Position im Tray!

Die Trays sind alle mit schrägen Wänden versehen. Das hat zwei Gründe.

1. Wenn man bei der Programmierung etwas unsauber arbeitet und die Module (z.B. eine Tür) leicht versetzt ablegt, dann landet das Modul immer noch innerhalb des Trays und bleibt nicht oberhalb davon Liegen.

2. Alle Module rutschen durch die schrägen Wände immer exakt in eine Position, egal, wie man das Modul ablegt. Dadurch kann der Roboter das Modul auch nach hunderten Wiederholungen immer wieder von exakt der gleichen Stelle entnehmen.

# Programmieren

Überlege dir einen Ablaufplan, in welcher Reihenfolge die Module eingesetzt werden sollen und starte mit der Programmierung. Achte dabei insbesondere auf folgende Themen.

## Aspekte im Robotikprogramm

### 1. Sicherheit

Not-Aus & Schutzsysteme: Stelle sicher, dass der Not-Aus Schalter immer gut erreichbar bleibt.

Geschwindigkeit & Kraft: Arbeite zunächst auf Nummer Sicher! Nutze langsame Bewegungen.

Arbeite achtsam: Überlege immer was du machst. Sicherheit geht vor.



### 2. Arbeitsablauf & Prozess

Klare Zieldefinition: Was genau soll der Roboter tun?

Prozesslogik: Plane den Ablauf in logischen Schritten, inklusive Bedingungen und Alternativen. So kann zum Beispiel die Motorhaube nicht mit einer einzigen Bewegung eingesetzt werden.

Optimierung der Bahnen: Vermeide unnötige Bewegungen, reduziere Wegstrecken und Zykluszeit.

Wiederholgenauigkeit: Achte auf die Positioniergenauigkeit. Je genauer die Programmierung erfolgt, desto besser können spätere Ungenauigkeiten an anderen Stellen ausgeglichen werden.

### 3. Robotertechnik

Koordinatensysteme: Nutze die Koordinatensysteme zielführend.

TCP (Tool Center Point): Exakte Definition des Werkzeugs ist entscheidend für Präzision.

Singularitäten vermeiden: Programme Bahnen so, dass Gelenkwinkelgrenzen oder problematische Konstellationen nicht auftreten.

Bewegungstypen: Wähle je nach Aufgabe Punkt-zu-Punkt (PTP), lineare oder kreisförmige Bewegungen.

### 4. Peripherie & Integration

Werkzeuge: Der Sauggreifer ist wichtiger Bestandteil für dieses Lernmodul. Beschäftige dich vor der Verwendung mit der Funktion und setze ihn sinnvoll ein.

Schnittstellen: Durch die Verwendung von Schnittstellen kann das Modell auch in größeren Robotikprojekten eingesetzt werden. An verschiedenen Stationen können wie in der Realität die unterschiedlichen Module montiert werden. Lichtschranken können hier eine wichtige Rolle in der Roboterkommunikation einnehmen.

## 5. Programmierung & Struktur

Modularität: Unterprogramme/Funktionen statt langer, unübersichtlicher Programme. Du wirst feststellen, dass für jedes einzelne Modul viele Koordinaten / Programmblöcke verwendet werden. Spätestens nach dem zweiten Modul wird es unübersichtlich. Erstelle Unterprogramme und achte auf eine saubere Struktur. Kommentare & Lesbarkeit: Dokumentiere die Bewegungen und Logik verständlich.

## 6. Wartung & Zukunftsfähigkeit

Robustheit: Programme sollten auch bei kleinen Schwankungen und Toleranzen am Modell bzw. im Aufbau mit den Trays zuverlässig laufen.

Flexibilität: Ablauf so gestalten, dass Anpassungen (z. B. bei neuen Positionen der Trays) möglich sind.

Protokollierung: Wichtige Daten (Zykluszeit, Fehler, Status) erfassen. Notiere dir Prozesszeiten, um dein PKW-Modell später mit maximaler Effizienz aufbauen zu können. Notiere dir typische Fehler, um sie zukünftig zu vermeiden.

# Programmbeispiele

Jeder Aufbau ist individuell. Daher ist es nicht zielführend, ein konkretes Beispiel vorzugeben. Als Starthilfe wird an dieser Stelle ein Beispielcode gezeigt, mit dem eine einfache Programmierung möglich ist. Das Beispiel bezieht sich auf die Verwendung eines Roboters der Firma Dobot. Die verwendete Software heißt Dobot Studio Pro.

## Motorhaube einsetzen

Der Ablauf zum einsetzen besteht aus diversen Koordinaten.

Wichtig sind folgende Schritte:

1. Koordinate genau über der Motorhaube.

Der Roboter fährt genau über das Bauteil, ohne andere Bauteile oder Trays zu rammen.

2. Aufnahmepunkt genau an der Motorhaube.

Der Sauggreifer wird im 90° Winkel zum Aufnahmepunkt an die Motorhaube gefahren.

3. Nach dem Erreichen des Aufnahmepunktes wird der Sauggreifer aktiviert.

Sollte das Werkzeug etwas Zeit benötigen, um den notwendigen Unterdruck aufzubauen, kann hier eine kurze Pause im Programm sinnvoll sein.

4. Koordinate genau über der Motorhaube.

Der Roboter fährt zunächst geradlinig über den Tray. Würde hier schon eine seitliche Bewegung erfolgen, dann crasht die Haube mit dem Tray.

5. Koordinate über dem Absetzpunkt.

Über dem Motor des Modells wird die Motorhaube bereits schräg positioniert, sodass die „Scharniere“ schräg nach unten in die dafür vorgesehenen Löcher gefahren werden können.

6. Die Motorhaube wird nach unten gefahren, die Scharniere befinden sich dabei schon innerhalb des Modells.

7. Die Motorhaube muss nun mit einer Drehbewegung eingesetzt werden. Hier eignet sich je nach verwendeter Software die Funktion für die Kreisbewegung.

8. Nach dem Erreichen der Absetzposition wird der Sauggreifer deaktiviert.

9. Nach dem Absetzen fährt das Werkzeug in eine sichere Position oberhalb des Modells. Im weiteren Programmablauf muss geprüft werden, welche Position hier sinnvoll ist, um den Roboter insgesamt effizient arbeiten zu lassen.

Die folgende Darstellung zeigt unser Beispielprogramm nach obigem Ablaufplan.

Events

- subroutine

Control

- wait until
- repeat 10
- forever
- End repeat
- if then
- if then else
- repeat until

Operators

- String
- Custom
- IO
- Move
- Modbus
- Bus
- TCP
- Tray

DobotES01\_v1-0-2-stable

subroutine: Haube

quit Save subroutine

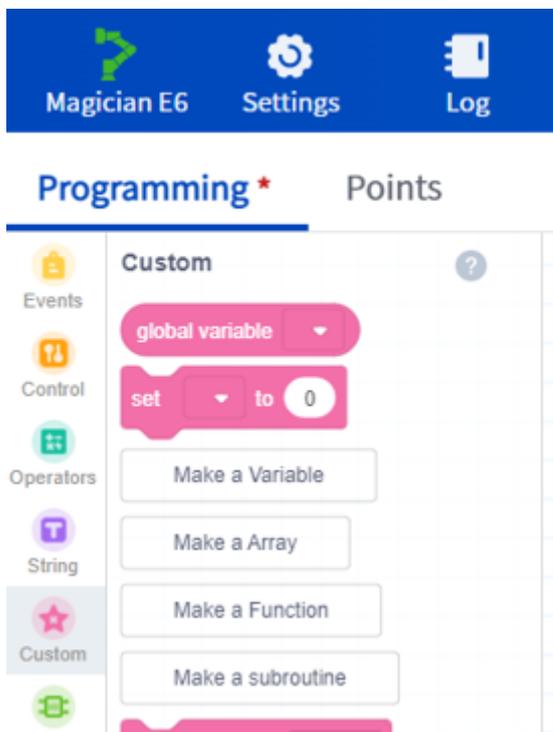
subroutine

- MovJ to point P1(Startpun...)
- MovJ to point P2(test)
- MovJ to point P3(Haubeunt...)
- [DobotES] Set the sucker adsorb
- MovJ to point P4(HHoch)
- MovJ to point P5(HHoch1)
- MovJ to point P6(HHoch2)
- MovJ to point P7(HHoch3)
- MovJ to point P8(HHoch4)
- MovJ to point P9(HHoch5)
- [DobotES] Set the sucker release
- MovJ to point P11(Haubefer...)

# Programm optimieren

Wenn der Roboter mehrere Schritte ausführen soll, kann das Programm sehr lang und unübersichtlich werden. In unserem Beispiel haben wir einen vollständigen Aufbau und Abbau des Modells durchgeführt. Um dennoch eine Strukturierte Übersicht behalten zu können, haben wir für jedes Bauteil ein Unterprogramm geschrieben, eine sog. „Subroutine“.

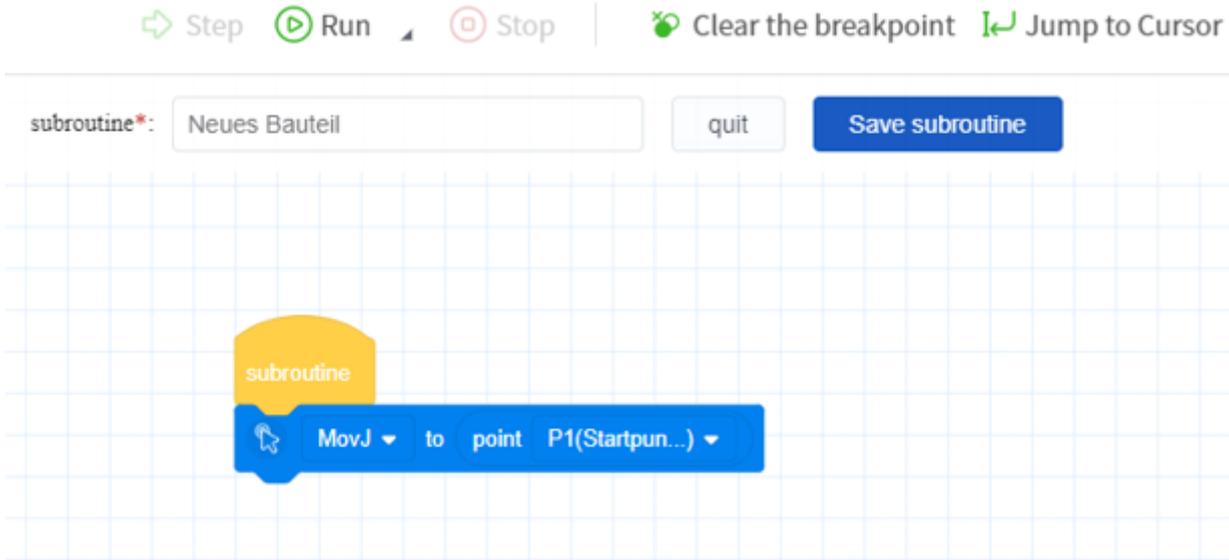
Am Beispiel der Dobot Software befindet sich der Block für die Subroutine im Programmunterpunkt „Custom“.



Durch einen Klick auf „Make a subroutine“ kann man viele Programmblöcke in einem Unterpunkt zusammenfassen.

Nach dem Erstellen eines Unterprogramms muss man dem Unterprogramm einen Namen geben.

Der Name der Subroutine darf keine Sonderzeichen enthalten. Auf dem folgenden Bild steht der Name „Neues Bauteil“. Das ist aufgrund des Leerzeichens nicht zulässig. Hier könnte man den Namen „NeuesBauteil“ verwenden , ohne Leerzeichen.



Nach der erfolgreichen Erstellung der Subroutine erscheint das Unterprogramm als rosa gefärbter einzelner Programmblock im Bereich „Custom“.

