

Übungen zur Werkstatt

SEHNENHAND v2.5 · Stand 2026-10-06 · erzeugt von der Baukette aus der Beschreibung des Baukastens, nicht von Hand ändern

Kein Medizinprodukt. Gegenstand sind Maschinen aus Gliederketten für Lehre, Versuch und Forschung, nicht zur Anwendung am oder im menschlichen Körper.

8 Übungen für die Werkstatt im Browser (`werkstatt.html`). Jede beginnt mit einer Ausgangslage, die sich in der Werkstatt laden lässt, und endet mit einer Prüfung durch die Werkstatt: Sie zeigt je Merkmal, ob es erfüllt ist. Die Übungen stehen in den Arbeitsweisen „Lernen und üben“ und „Entwickeln und konstruieren“ bereit.

Die Werkstatt rechnet Lagen, Sehnenwege und Richtwerte. Festigkeit, Gewicht am Gelenk und Zusammenstöße prüft sie nicht; alle Bausteine sind Entwurf, gerechnet und nicht gedruckt.

Übung 1: Zweiter Finger

Lernziel. Eine Kette als wiederverwendbaren Baustein begreifen.

Ausgangslage. Vorlage „Prüffinger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Ergänzen Sie den Prüffinger um einen zweiten, gleichen Finger. Jeder Finger soll drei Gelenke und einen eigenen Antrieb haben, und alles soll sich aus der Standardlinie drucken lassen.

Hinweis. Am schnellsten geht es mit „Kette verdoppeln“. Danach die Lage quer zur Hand prüfen: Zwei Finger mit 16 mm Breite brauchen mindestens 17 mm Abstand.

Die Werkstatt prüft:

- genau zwei Ketten
- drei Gelenke je Kette
- mindestens zwei Antriebe
- aus der Standardlinie druckbar

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Zwei Finger“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 2: Kurzer Finger

Lernziel. Den Zusammenhang von Gliedlängen, Reichweite und Bausteingrenzen erkennen.

Ausgangslage. Vorlage „Prüffinger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Bauen Sie aus dem Prüffinger einen Finger mit zwei Gelenken, der gestreckt 60 bis 70 mm lang ist und sich aus der Standardlinie drucken lässt.

Hinweis. Ein Gelenk entfernen und die Längen anpassen. Das letzte Glied einer Kette ist das Endglied; die Standardlinie führt Glieder von 24 bis 120 mm.

Die Werkstatt prüft:

- genau eine Kette
- zwei Gelenke
- Länge gestreckt 60 bis 70 mm
- aus der Standardlinie druckbar

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Kurzer Finger“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 3: Greifer mit drei Fingern

Lernziel. Ketten im Raum anordnen: Ansatz, Richtung und Neigung.

Ausgangslage. Vorlage „Kurzer Finger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Bauen Sie aus dem kurzen Finger einen Greifer mit drei Fingern, die im Abstand von 120 Grad stehen.

Hinweis. Kette zweimal verdoppeln, dann je Kette die Richtung setzen (0, 120 und 240 Grad). Mit der Neigung richten Sie die Finger auf; der Ansatz legt fest, wo sie auf dem Körper sitzen.

Die Werkstatt prüft:

- genau drei Ketten
- Richtungen im Abstand von 120 Grad
- aus der Standardlinie druckbar
- in Ruhelage und im geladenen Programm bleiben die Ketten auseinander

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Greifer mit drei Fingern“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 4: Stellbereich einhalten

Lernziel. Sehnenweg, Spulenradius, Stellwinkel und Kraft gegeneinander abwägen.

Ausgangslage. Vorlage „Finger mit zu kleiner Spule“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Bei diesem Finger reicht der Stellbereich des Antriebs nicht. Ändern Sie den Antrieb oder die Gelenkgrenzen so, dass jeder Antrieb mit Reserve auskommt.

Hinweis. Sehnenweg geteilt durch Spulenradius ergibt den Drehwinkel. Eine größere Spule braucht weniger Drehwinkel und liefert weniger Kraft; die Kennzahlen zeigen beides.

Die Werkstatt prüft:

- jeder Antrieb kommt mit seinem Stellbereich aus

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Prüffinger“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 5: Punkt anfahren

Lernziel. Vom Sollwert des Antriebs auf die Lage der Spitze schließen.

Ausgangslage. Vorlage „Prüffinger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Schreiben Sie ein Programm, nach dessen Ende die Fingerspitze des Prüffingers höchstens 3 mm vom Punkt $x = 11 \text{ mm}$, $z = -71 \text{ mm}$ entfernt ist ($y = 0$).

Hinweis. Den Antrieb in der Tabelle wählen und mit dem Regler von Hand stellen; die Ansicht zeigt die Lage. Den gefundenen Wert dann ins Programm schreiben.

Die Werkstatt prüft:

- das Programm läuft und bewegt mindestens einen Antrieb
- Spitze am Ende höchstens 3 mm vom Zielpunkt

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung: Maschine „Prüffinger“ mit dem Programm

```
beuge beuger 45 in 1
```

Übung 6: Arm auf Drehsockel

Lernziel. Die Grenze zwischen vorhandenen Bausteinen und eigener Konstruktion erkennen.

Ausgangslage. Vorlage „Kurzer Finger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Bauen Sie eine Maschine, bei der eine Kette auf einer anderen sitzt und ein Gelenk um die Hochachse dreht. Prüfen Sie im Teilesatz, was davon die Standardlinie noch nicht abdeckt.

Hinweis. Eine Kette mit einem Gelenk um die Hochachse anlegen und sie bei der zweiten Kette als Träger wählen. Der Teilesatz nennt, wofür es noch keinen Baustein gibt.

Die Werkstatt prüft:

- mindestens eine Kette sitzt auf einer anderen
- mindestens ein Gelenk um die Hochachse
- der Teilesatz weist fehlende Bausteine aus

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Baggerarm“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 7: Arm mit zwei Fingern

Lernziel. Ketten verzweigen: Eine Kette trägt weitere, der Trägerkopf entsteht aus der Anordnung.

Ausgangslage. Vorlage „Kurzer Finger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Setzen Sie zwei kurze Finger auf die Spitze eines Arms mit zwei Gelenken, sodass sich alles aus der Standardlinie drucken lässt.

Hinweis. Zwei Ketten anfügen und als Träger den Arm wählen; der Arm selbst bekommt kein Endstück. Die Finger sitzen neben dem Endglied des Arms: Der Teilesatz nennt den Grund, solange ein Fuß oder sein Schlauch über dem Endglied läge.

Die Werkstatt prüft:

- mindestens drei Ketten
- zwei Ketten sitzen auf einer anderen
- aus der Standardlinie druckbar

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Arm mit zwei Fingern“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.

Übung 8: Finger auf Drehsockel

Lernziel. Aus den Gründen im Teilesatz die Maße eines Bausteins ablesen und eine Maschine daran anpassen.

Ausgangslage. Vorlage „Kurzer Finger“ (in der Werkstatt: „Ausgangslage laden“).

Aufgabe. Bauen Sie eine Maschine, bei der ein kurzer Finger um die Hochachse schwenkt, sodass sich alles aus der Standardlinie drucken lässt.

Hinweis. Eine Kette mit einem einzigen Gelenk um die Hochachse anlegen und den Finger darauf setzen. Der Teilesatz nennt, was der Drehsockel verlangt: Länge bis zum Fuß, Höhe unter der Platte, Schwenkbereich. Vergleichen Sie mit Übung 6: Dort blieb der Sockel eigene Konstruktion.

Die Werkstatt prüft:

- mindestens ein Gelenk um die Hochachse
- mindestens eine Kette sitzt auf einer anderen
- aus der Standardlinie druckbar

Für Lehrende. Eine mögliche Lösung ist die Maschine „Finger auf Drehsockel“; die Baukette prüft bei jedem Lauf, dass sie alle Merkmale erfüllt und die Ausgangslage nicht.