

# *Effizienzsteigerung im Holzbau*

## *Roboter als flexible Fertigungspartner*

# Inhalt

0. HTWK Leipzig / FLEX
1. Roboter eine Übersicht
2. Historischer Abriss
3. Stand der Technik
4. Warum Robotik im Holzbau?
5. PineWall
6. Ausblick

# HTWK Leipzig | FLEX – Forschung.Lehre.Experiment



# Roboter

## **VDI (Richtlinie 2860):**

Industrieroboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei (d. h. ohne mechanischen bzw. menschlichen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.

## **European Union (EU):**

Roboter werden rechtlich als fortschrittliche Form von „Maschinen“ oder „unvollständige Maschinen“ betrachtet und fallen damit unter die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) bzw. Maschinenverordnung (EU) 2023/1230.

## **Robotics Industries Association (RIA):**

Ein Roboter ist ein programmierbares Mehrzweck-Handhabungsgerät für das Bewegen von Material, Werkstücken, Werkzeugen oder Spezialgeräten. Er verfügt mindestens über drei bewegliche Achsen die ihm eine dreidimensionale Bewegung ermöglichen. Der frei programmierbare Bewegungsablauf macht ihn für verschiedenste Aufgaben einsetzbar.

## **Japanese Industrial Robot Association (JIRA) / Japanese Robot Association (JARA):**

Unterteilung in mehrere Kategorien:

1. Manueller Manipulator
2. Roboter mit festem Aktionsablauf
3. Roboter mit variable, Aktionsablauf
4. Playback Roboter
5. Numerisch gesteuerter Roboter
6. Intelligenter Roboter

# Roboter

## **Frei programmierbar:**

Im Gegensatz zu einfachen Automaten, die nur eine starre, fest vorbestimmte Aufgabe ausführen (wie z.B. ein Kaffeeautomat), ist ein Roboter frei programmierbar. Dies bedeutet, dass seine Bewegungsabläufe und Aktionen flexibel an verschiedene Aufgaben angepasst werden können.

## **Mindestens drei Bewegungsachsen:**

Eine gängige Definition, wie sie beispielsweise von der Robotic Industries Association (RIA) verwendet wird, verlangt, dass ein Roboter über mindestens drei frei bewegliche Achsen verfügt. Dies ermöglicht eine dreidimensionale Bewegung und damit eine hohe Flexibilität.

## **Handhabungsgerät:**

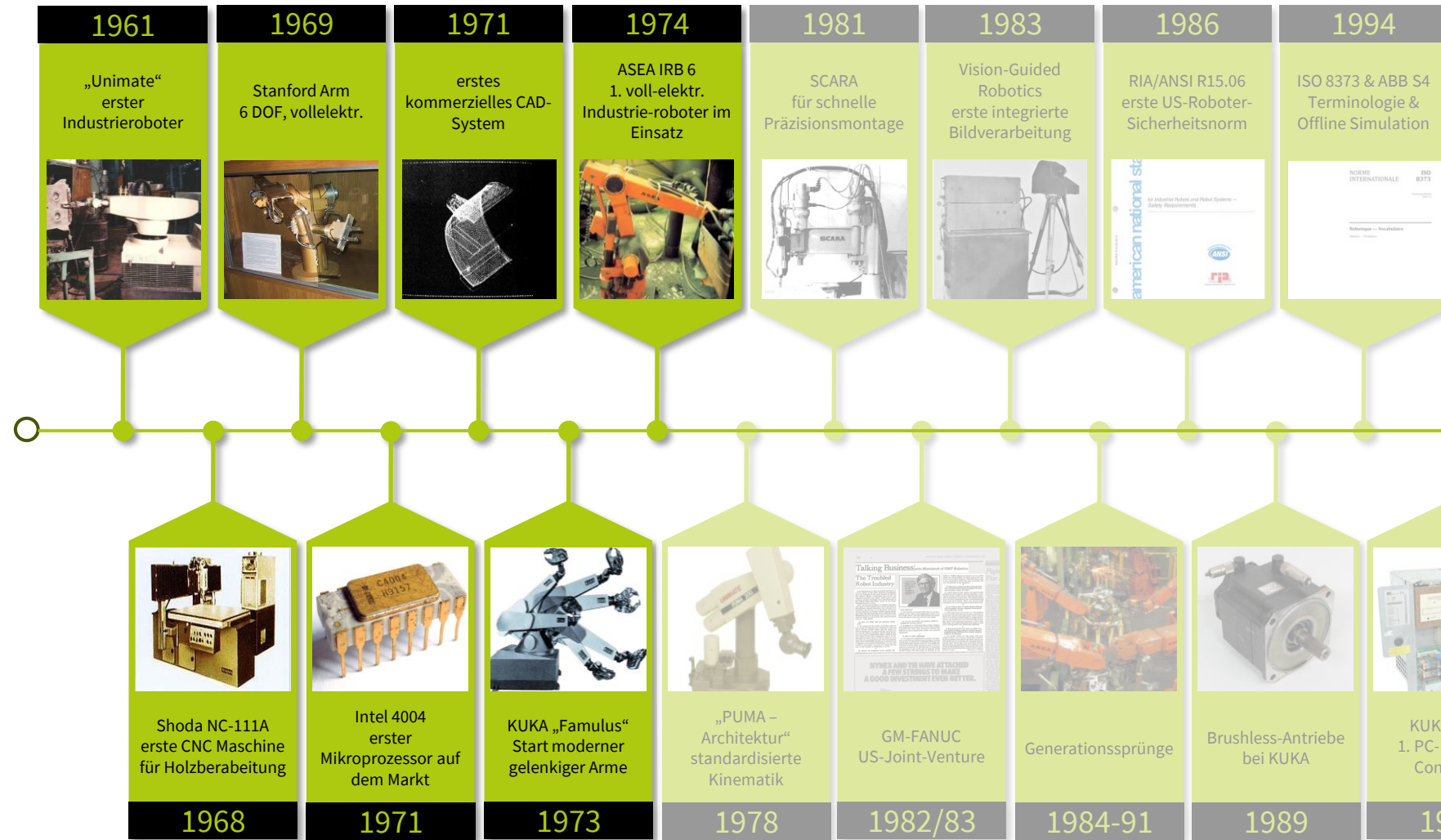
Roboter sind primär als Handhabungsgeräte konzipiert, die Materialien, Werkstücke, Werkzeuge oder andere Spezialgeräte bewegen.

# Roboter

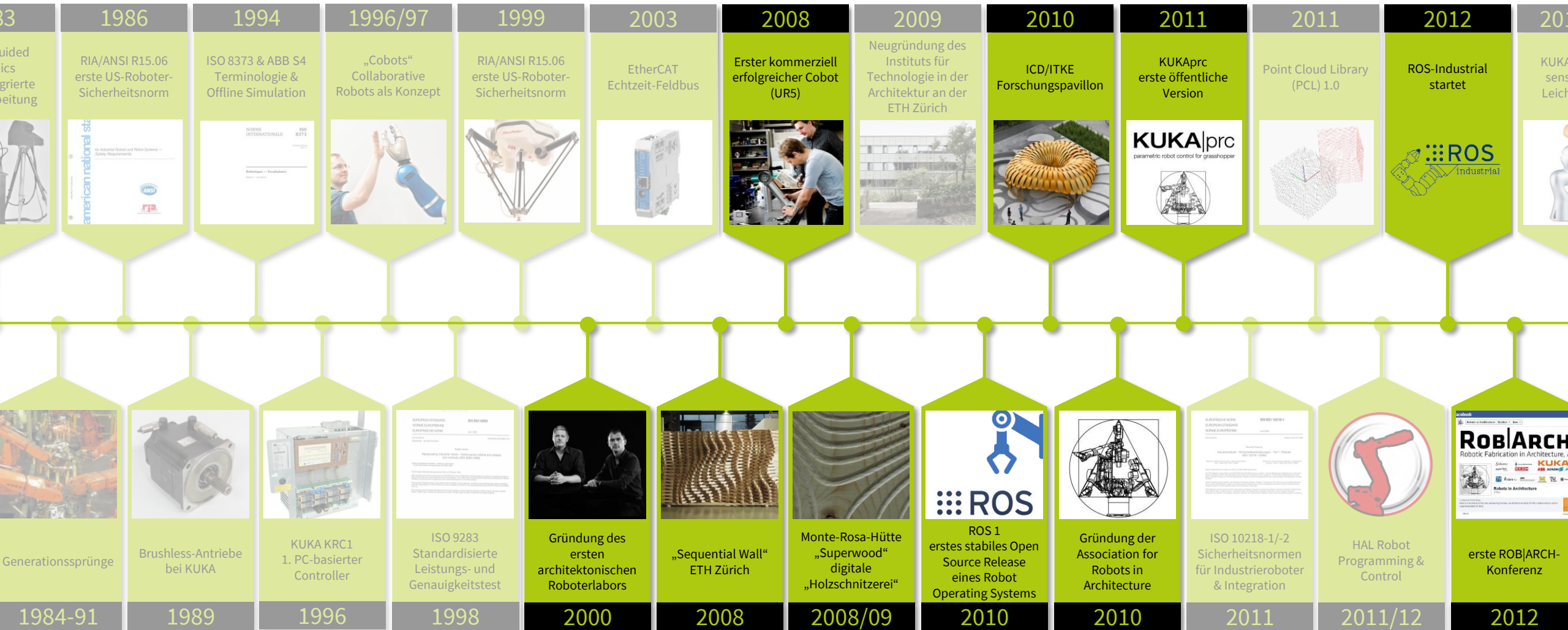


Quellen: ABB, ALST, Aldebaran Robotics, Boston Dynamics, Continental, Digpanda Robotics, HP, Hundegger, Kärcher, Kemaro, KUKA, Springa, Universal Robots, Weiss

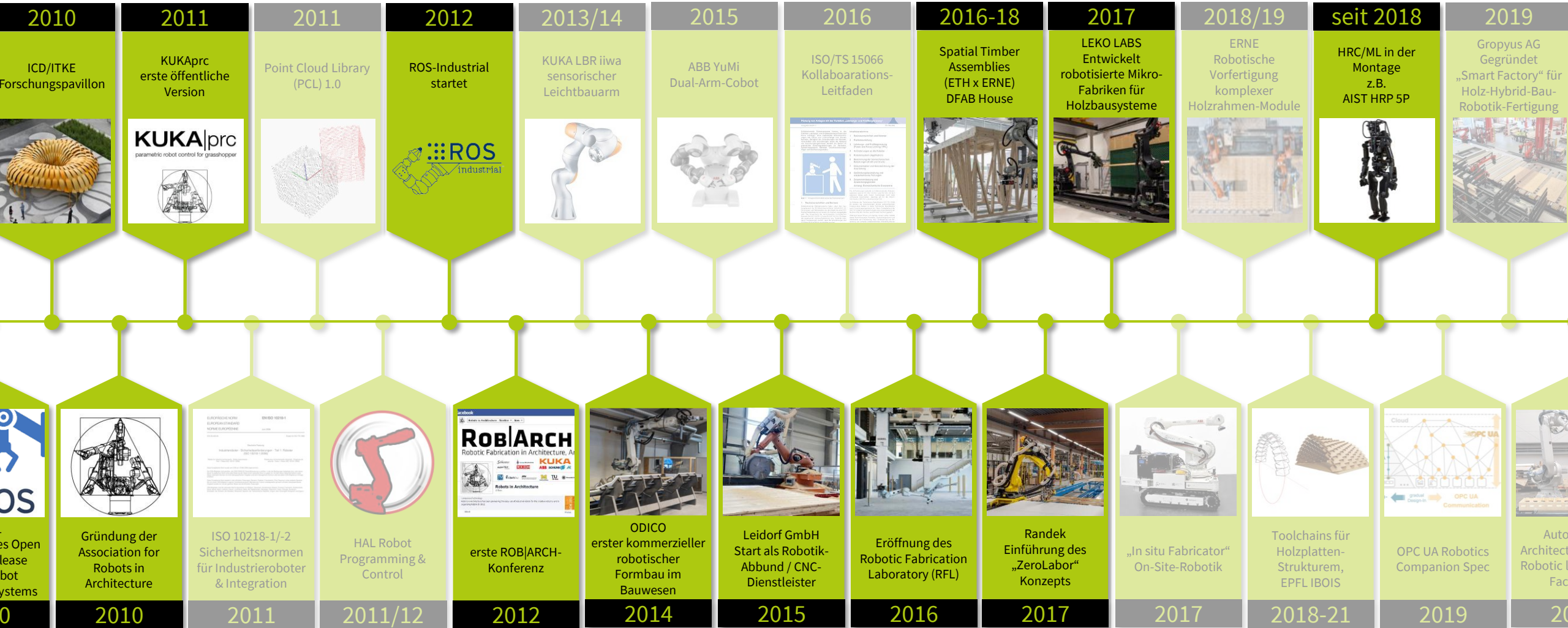
# Historischer Abriss



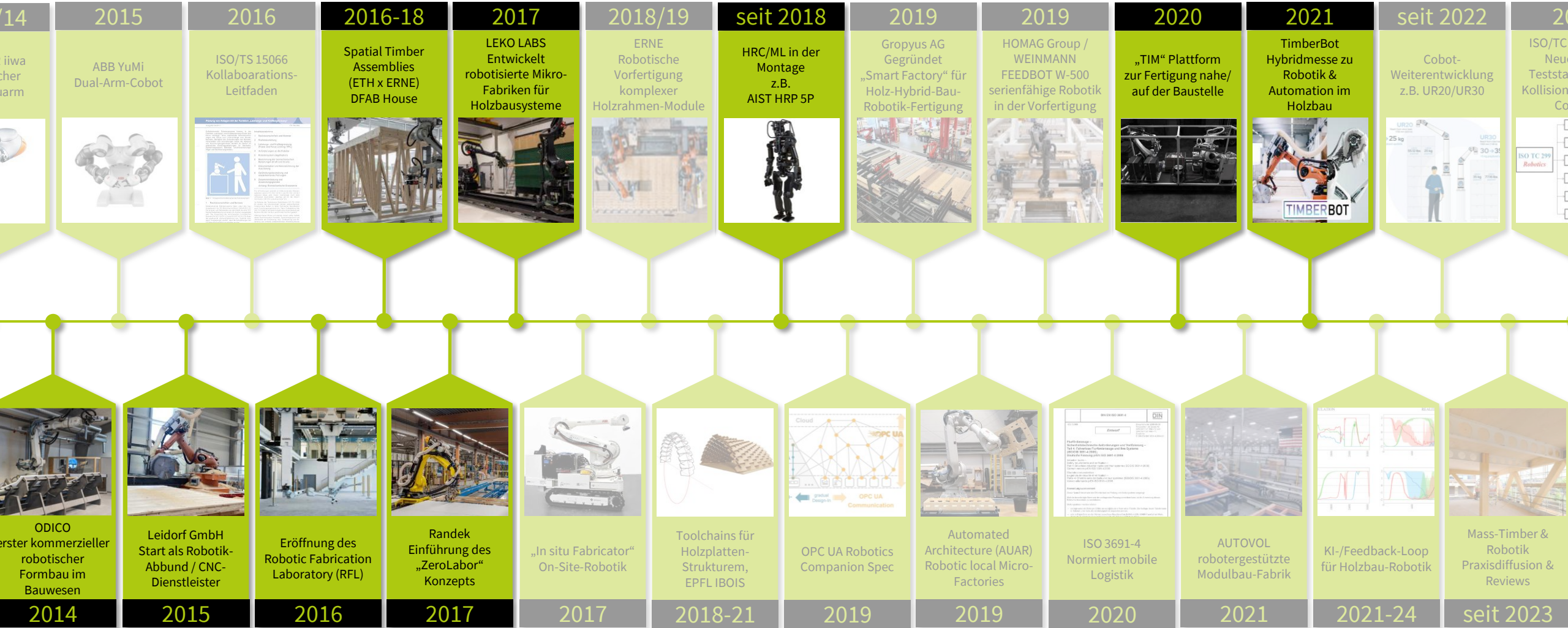
# Historischer Abriss



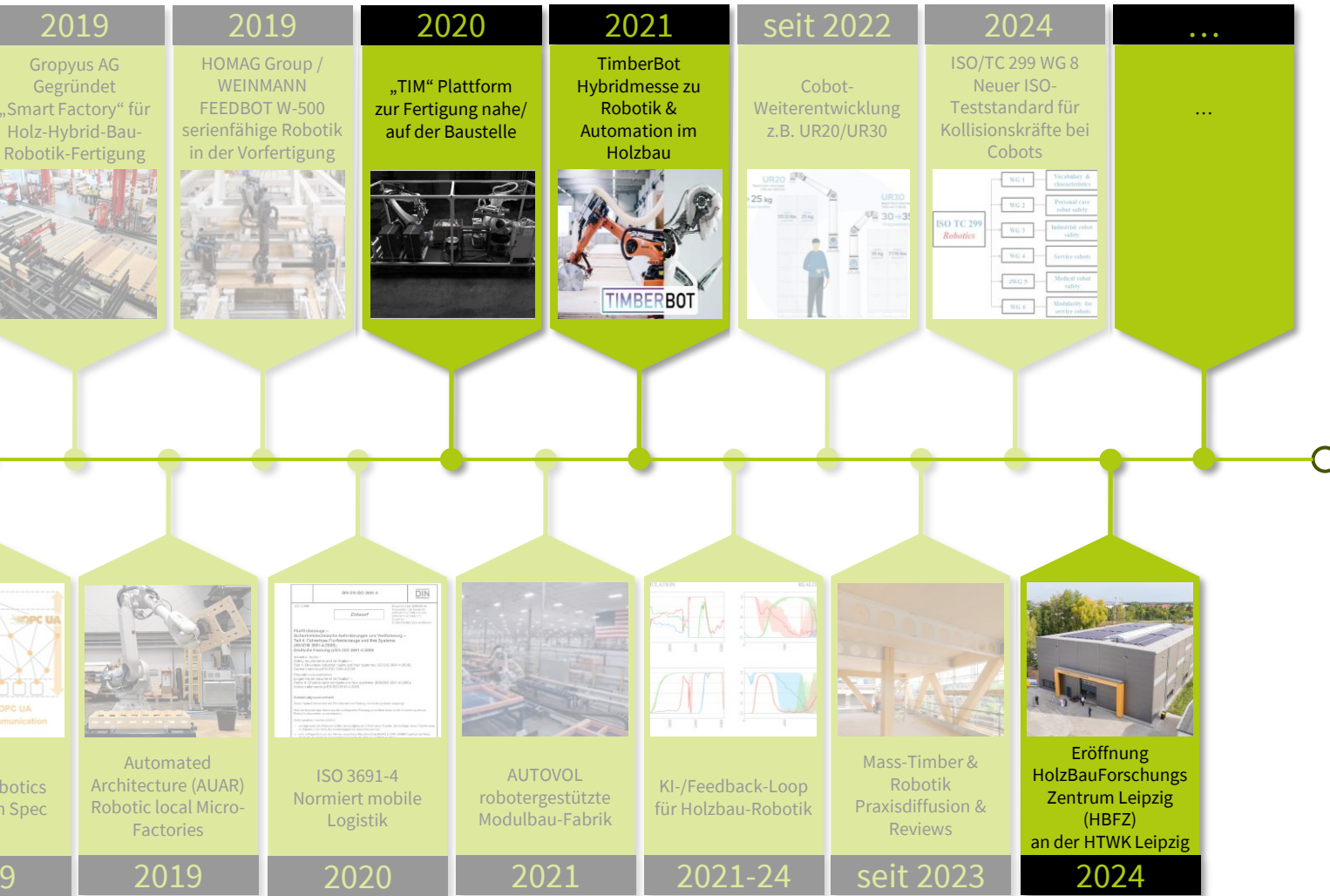
# Historischer Abriss



# Historischer Abriss



# Historischer Abriss



# Stand der Technik

## Roboter als Universalwerkzeug



ODICO (DK)

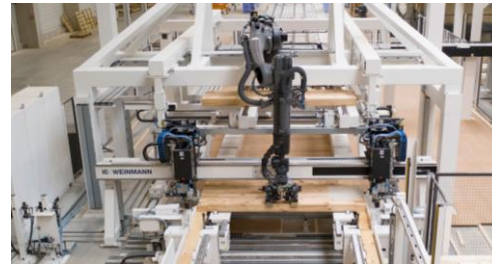


Leidorf GmbH (AT)



LEKO LABS (LX)

## Roboter als Teil einer Fertigungsstraße mit spezifischer wiederkehrender Aufgabe



HOMAG Group (DE)



Gropys AG (DE)



ERNE (CH)



Randek Robotics AB (SE)



Automated Architecture (UK)



AUTOVOL (US)

Hersteller  
holzbau-spezifischer  
Fertigungssysteme  
für Fertigungsstraßen

Holzbauunternehmen  
mit firmen-eigenen  
Fertigungs-  
systemen

# Warum Robotik im Holzbau und wie kann dies attraktiv für KMU sein?

# Ausgangslage & Handlungsdruck

- Fachkräftemangel im Bau-/Holzhandwerk
- steigende Lohn- & Materialkosten
- Hohe Varianz (Losgröße 1)
- kurze Projektzyklen
- Termindruck
- Qualitäts- & Nachweispflichten (Toleranzen, Dokumentation) werden strenger
- Nachhaltigkeit: Materialeffizienz, Kreislauffähigkeit, weniger Ausschuss

# Was leistet Robotik?

- Präzision & Wiederholbarkeit: sichere Toleranzen für moderne Holz-Holz-Verbinder, verdeckte Fräsungen, Schwalbenschwanz etc.
- Durchsatz & Ergonomie: automatisiertes Handling schwerer Platten/Elemente, reduzierte körperliche Belastung
- Varianzfähig statt nur Serie: parametrische Bahnplanung → wirtschaftliche Losgröße 1
- Prozesssicherheit & Dokumentation: automatische Protokolle (Drehmomente, Bahnen, Zeiten)

# Einsatzfälle im Holzbau

- Plattenhandling & Nesting: Zuschneiden, Sortieren, etikettieren
- Rahmen-/Stabmontage: Positionieren, Heften/Fügen, temporäre Fixierung
- CNC-ähnliche Bearbeitungen: Fräsen, Bohren, Taschen, Schlitz & Zapfen
- Sub-Assemblies: Fenster-/Türmodule, Installationswände, Dämm-Pakete
- Rückkanal: Messdaten & Protokolle → QS & „as-built“

# Wirtschaftliche Hebel

- Gesamtanlageneffektivität (GAE)  $\uparrow$  , durch automatisierbare Wiederholschritte (z. B. Bohren, Verschrauben)
- Rüstzeit  $\downarrow$  , durch tool-on-demand (Schnellwechsler) & digitale Auftragsübergabe
- Ausschuss  $\downarrow$  , via sensorische Lagekorrektur (Kamera/Laserscan, TCP-Kalibrierung)
- Nacharbeit  $\downarrow$  , dank stabiler Toleranzkette

# Mensch & Roboter - Zusammenarbeit statt Ersatz

- Cobots/Assistenz: Entlastung bei monotonen/ergonomisch kritischen Tätigkeiten
- Qualifikationssprung: Fachkräfte werden zu Robotik-Operatoren/Einrichtern
- Sicherheit by Design: Scanner, Zonen, sichere TCPs, definierte Übergaben

# Grenzen & typische Stolpersteine

- Holz ist variabel: Feuchte, Faser, Verzug → braucht Sensorik & adaptive Strategien
- Langzeit-Genauigkeit: TCP-Drift, Temperatur, Traglast → regelmäßige Rekalibrierung
- Komplexität der Integration: CAD/CAM-Durchgängigkeit, Kollisionen, Sicherheit, Intralogistik
- Kleinstmengen & Einmalteile: lohnt sich nur mit „smarter“ Datenkette (Parametrik)

# Quick-Wins für KMU

- Pilotzelle Sub-Assembly (z. B. Aussteifen, Einleimen, Schrauben)
- Tool-Wechsler + 2–3 Endeffektoren (Greifer, Schrauber/Nagler, Frässpindel)
- Parametrische Makros statt Einzel-NCs (z. B. „Öffnung + Rahmen + befestigen“)
- Inline-Qualitätscheck (Messstift/Kamera für Lage & Bohrtiefe)

# Die Digitale-Klammer

- Design-to-Robotic-Production (D2RP): aus BIM/CAD → robuste Trajektorien
- Regelbasiert & parametric: Varianten ohne Neu-Programmierung
- Rückkanal: Messdaten & Protokolle → QS & „as-built“

# PineWall



# PineWall

Studierende | 11

Betreuer | 5

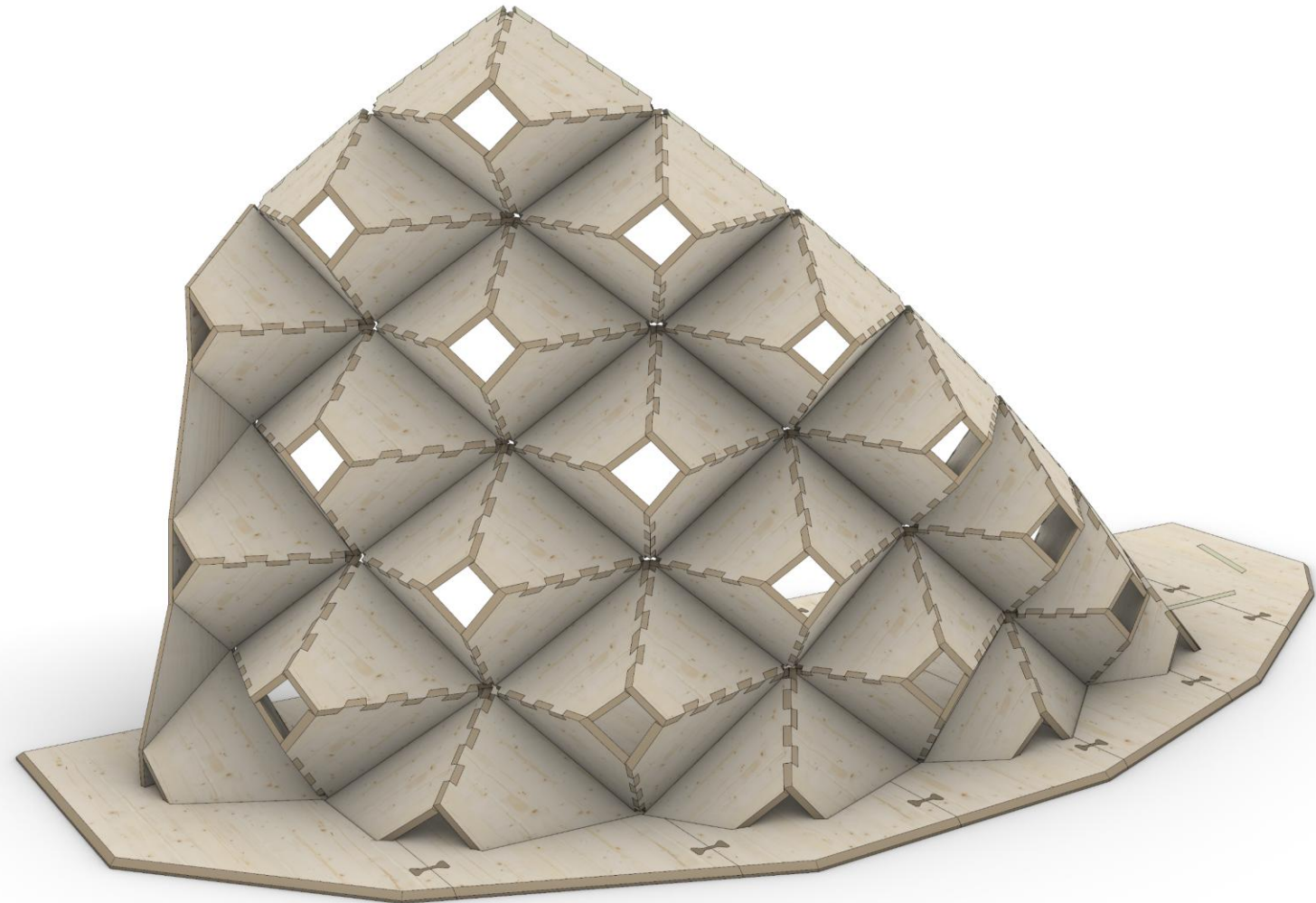
Zeit | 1 Woche

Struktur | 74 Elem.

Bodenplatte | 7 Elem.

## Werkzeuge

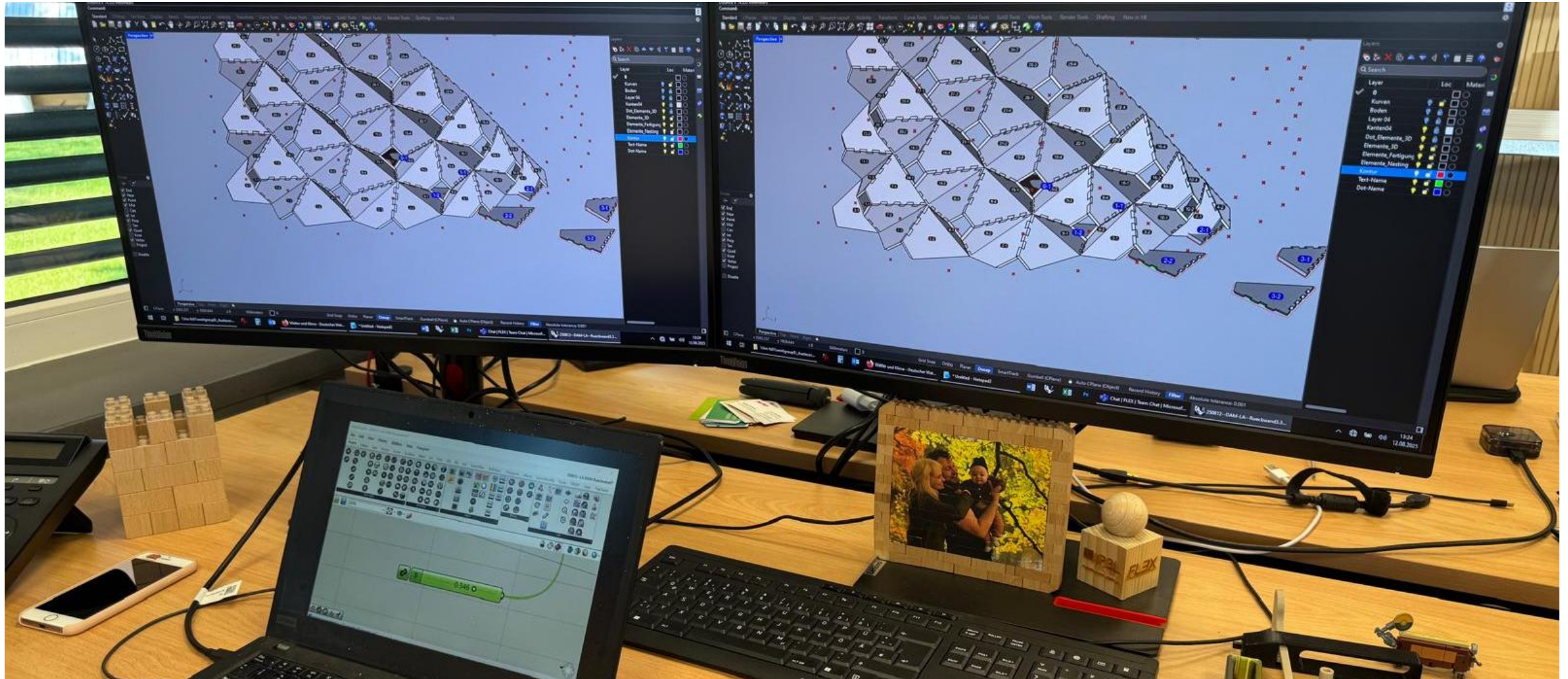
- KR 60 HA mit HSD Spindel
- Goliath CNC
- Lasergravierer
- Shaper
- BZT 3-Achsfräse
- Prusa XL – 3D Drucker
- Apple Vision Pro
- Handwerkzeug



# Modelltests



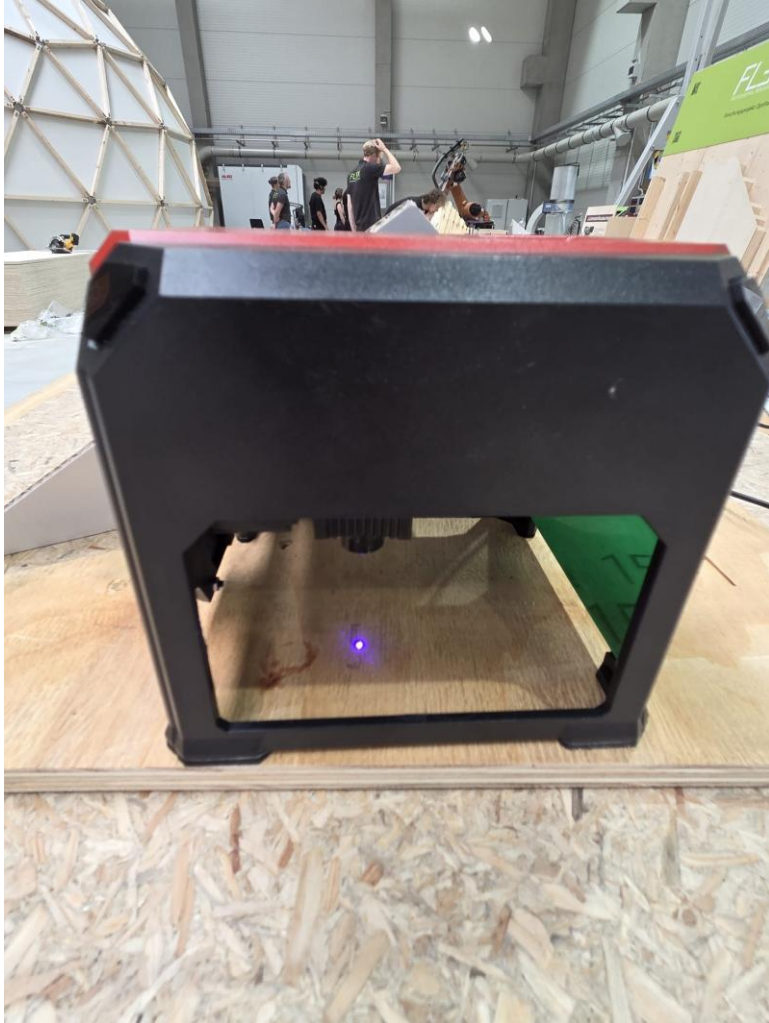
# Festlegung der Form



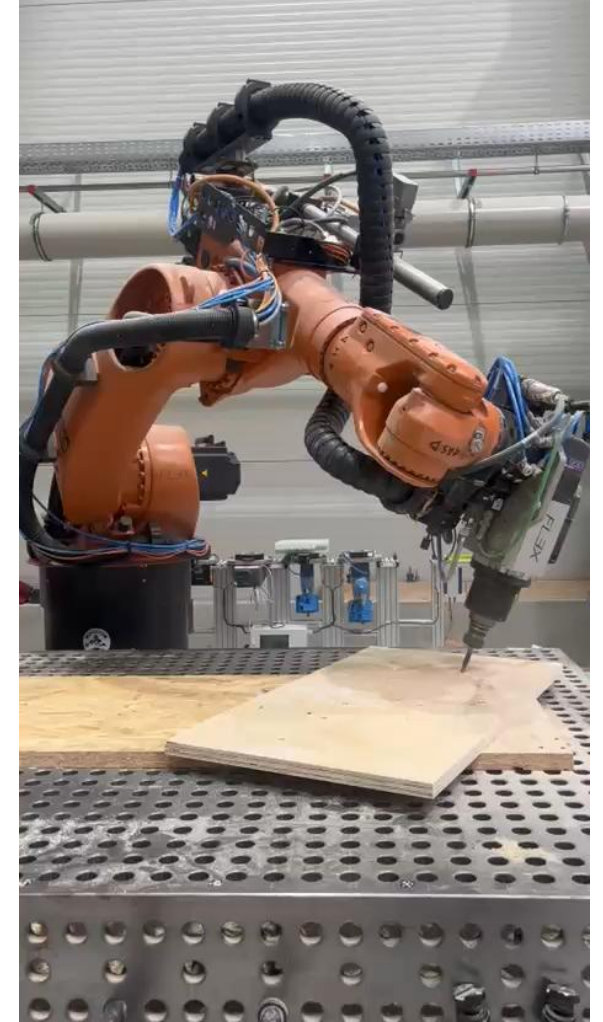
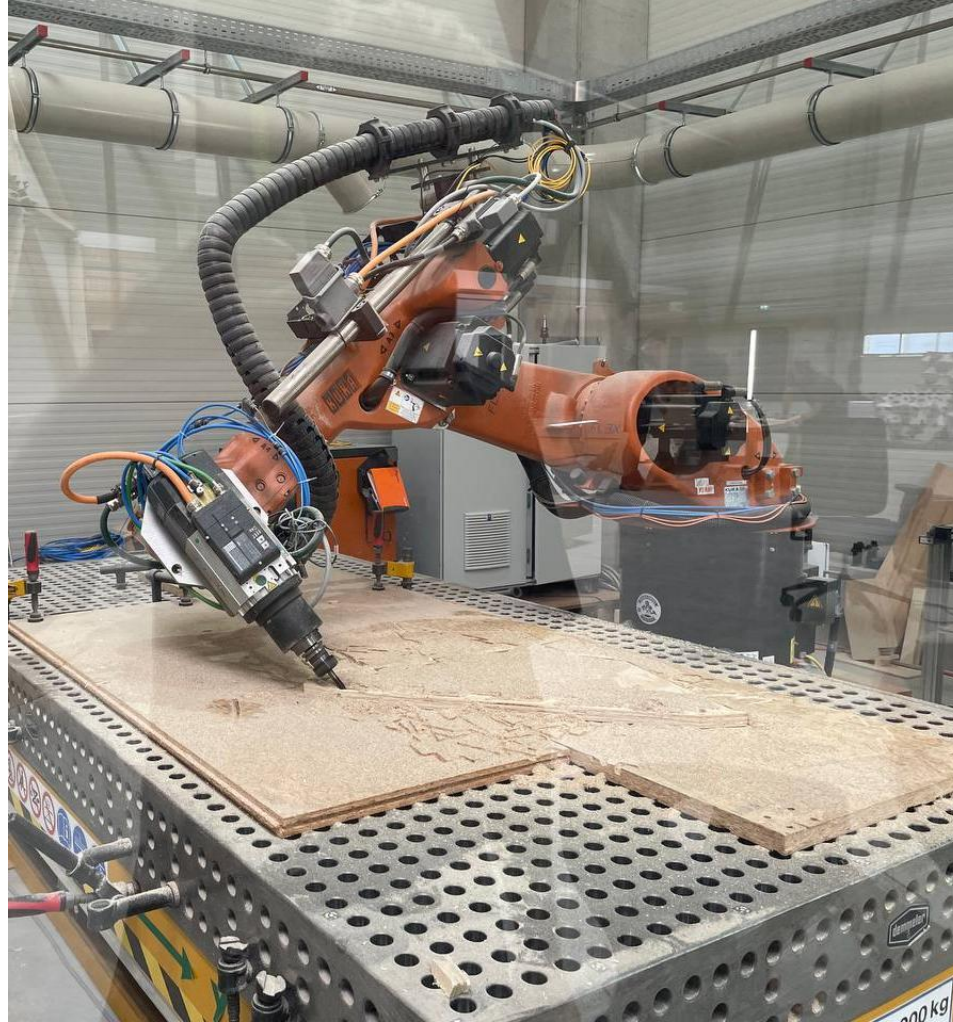
# Nesting und Grobzuschnitte



# Labeling und Positionierung



# Fräsen der Teile mit 6 DOF



# Bodenplatte



# Fügetests



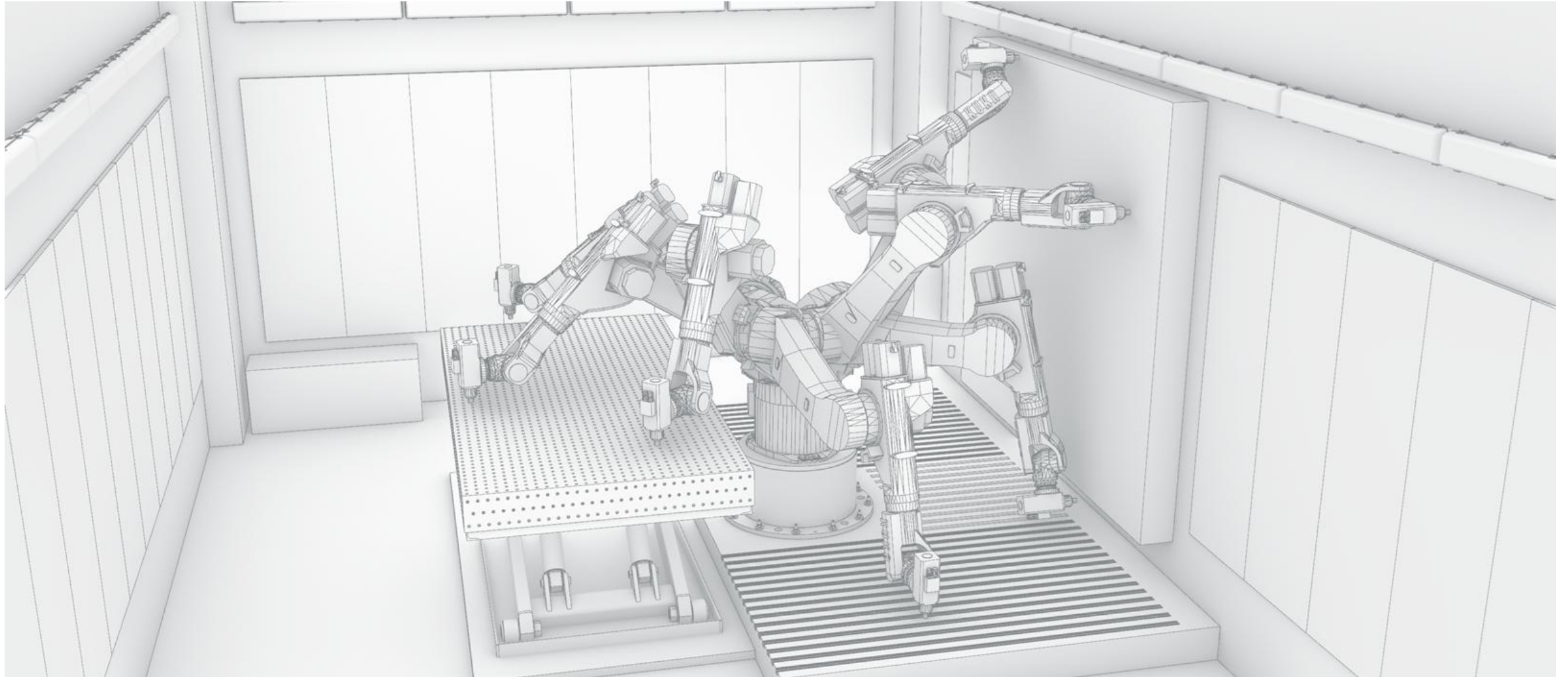
# Tag 5



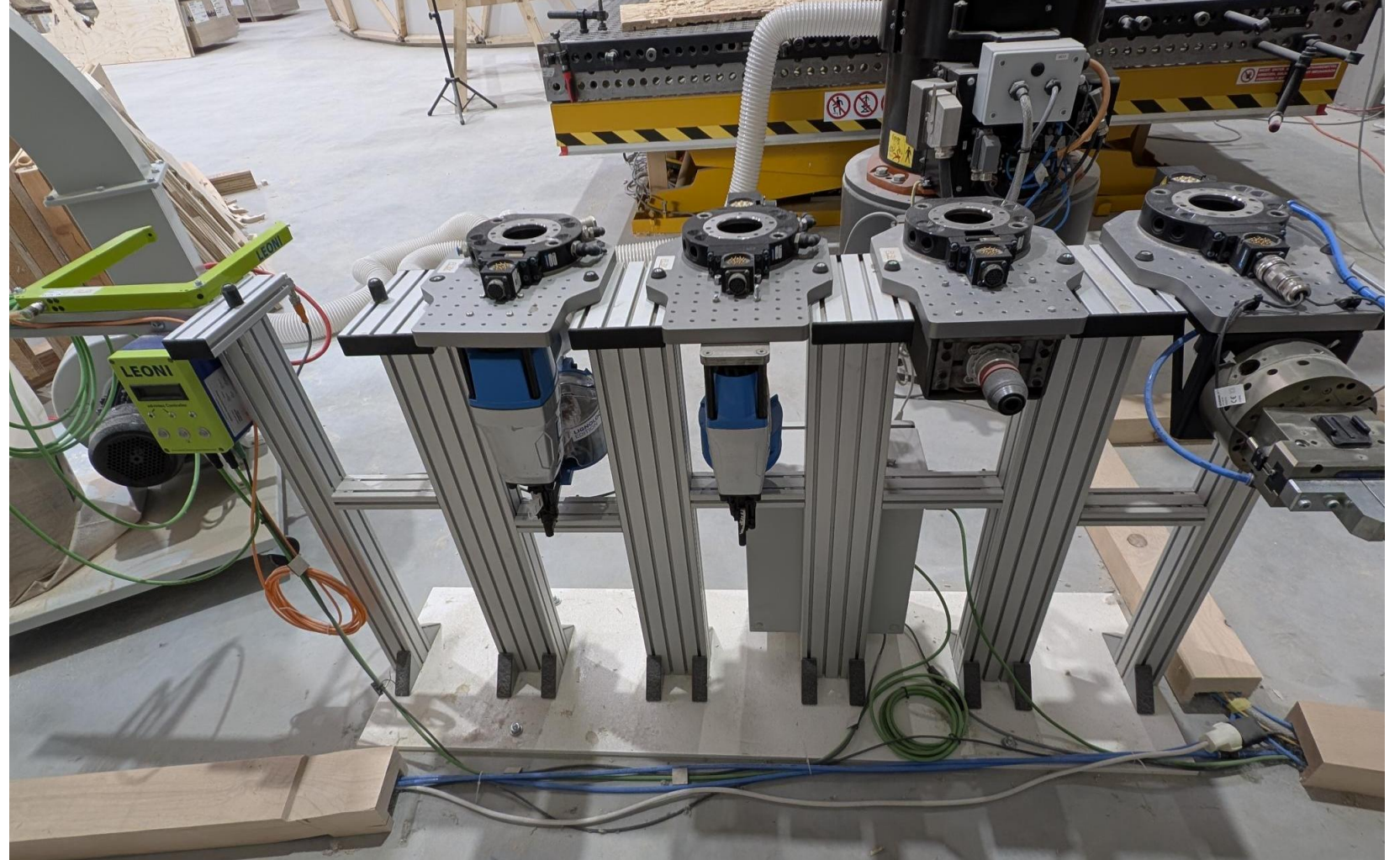
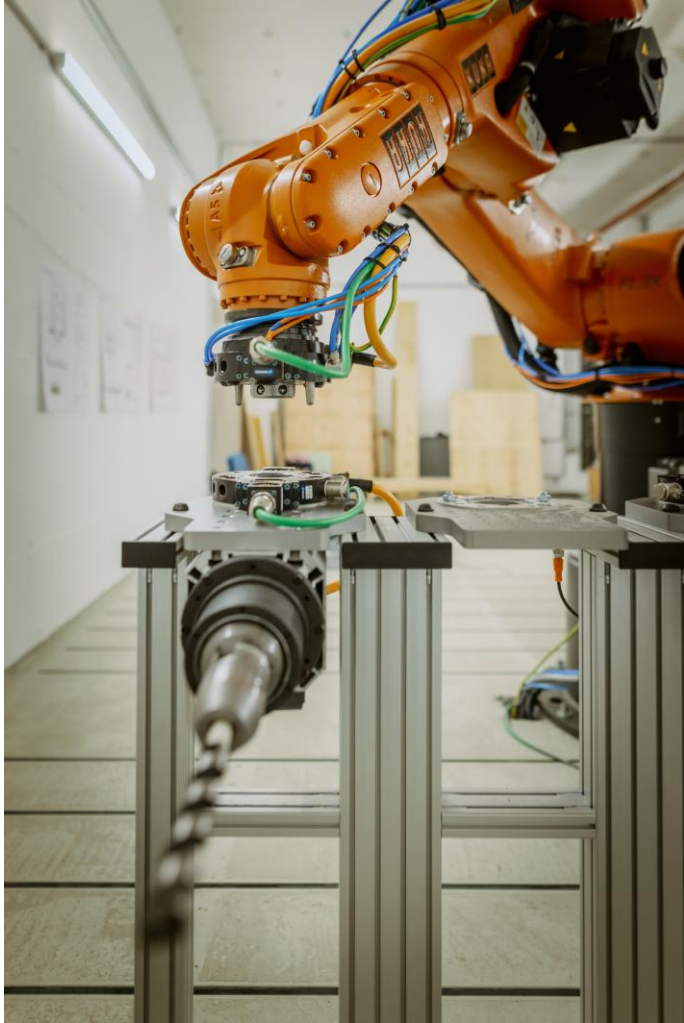
# Tag X



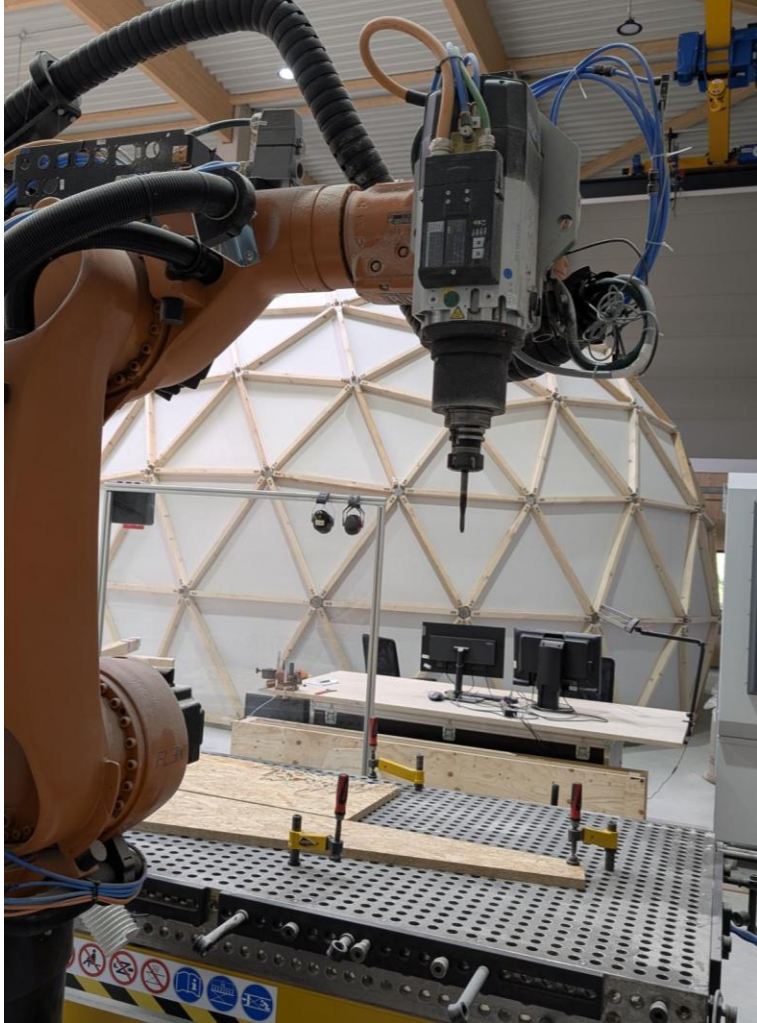
# differenzierte Spannmöglichkeiten



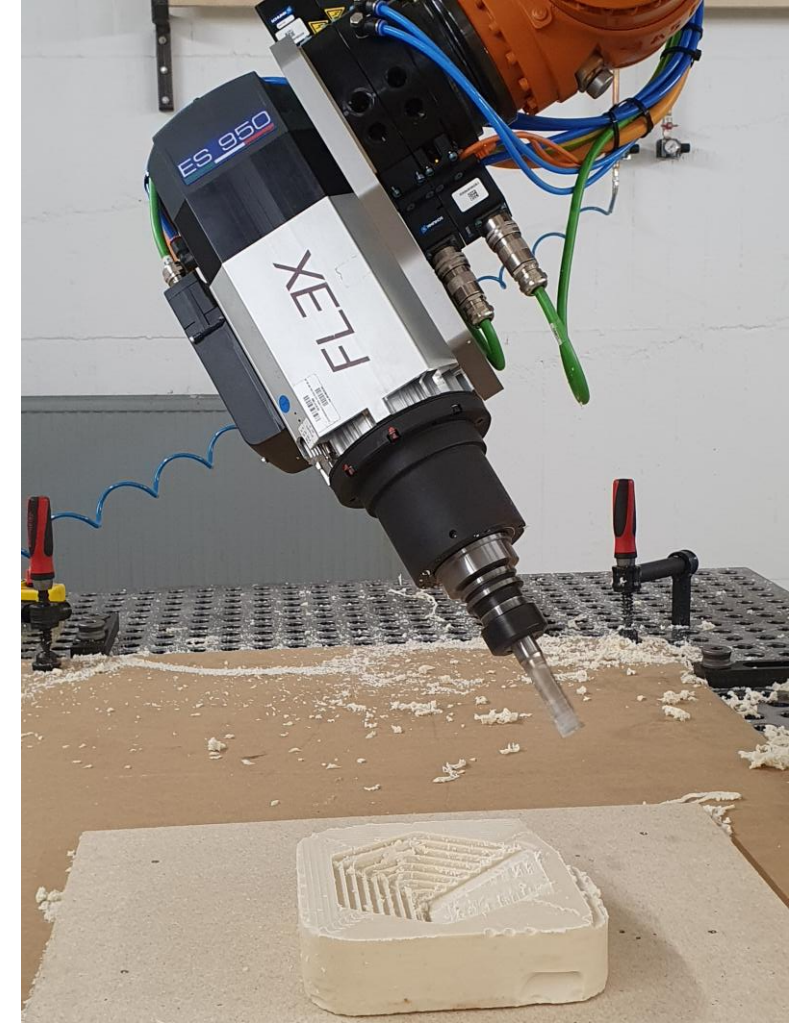
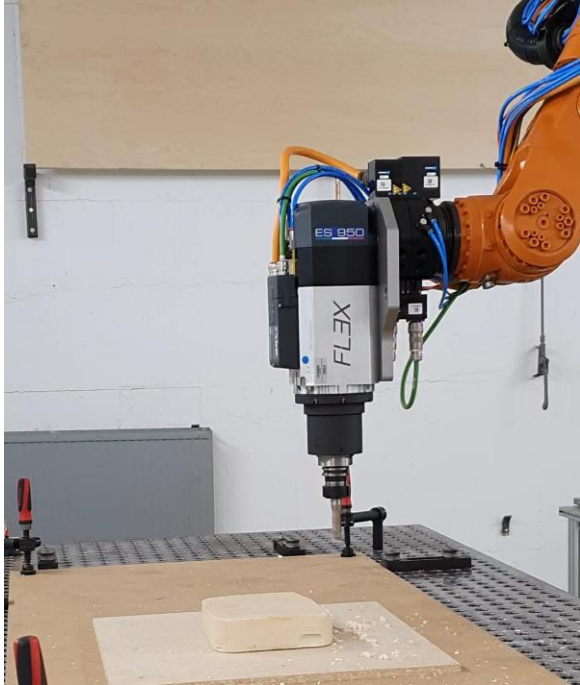
# Schnellwechselsystem (SWS) und Werkzeugbahnhof



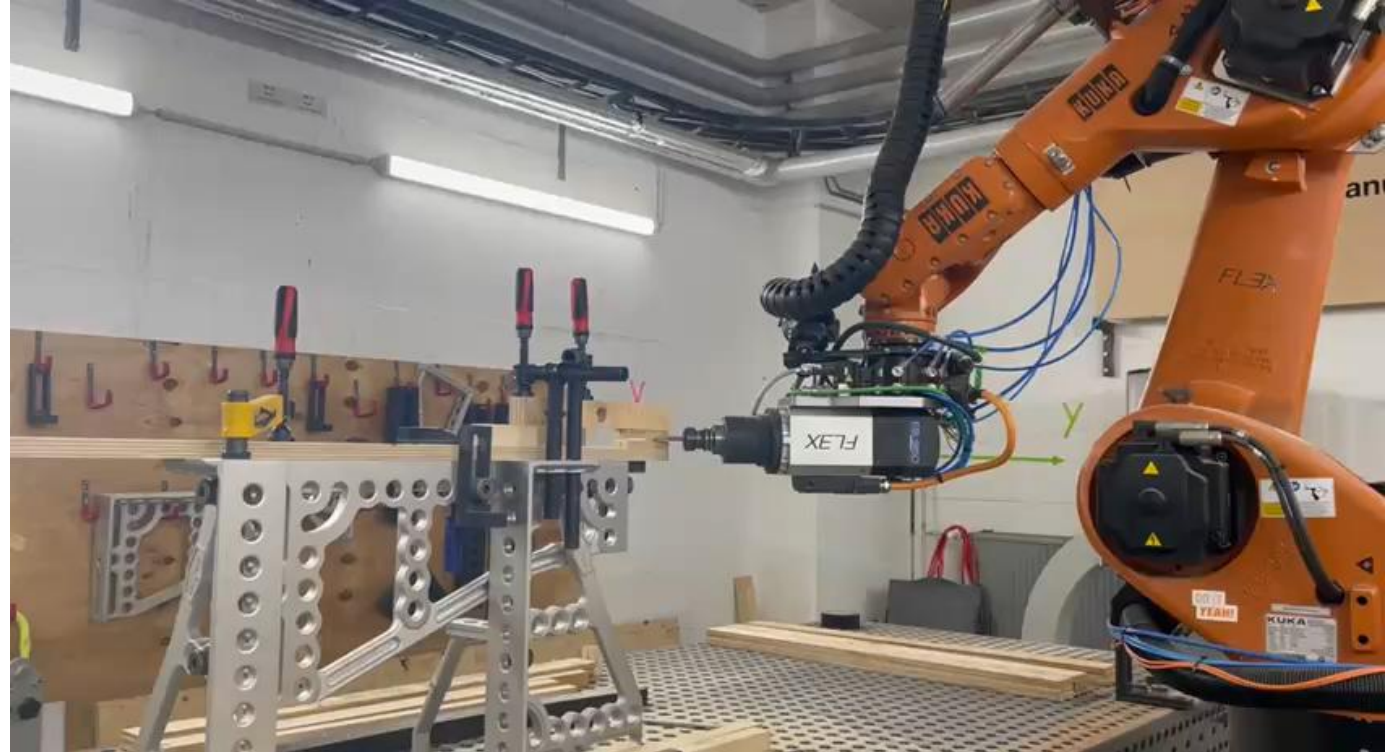
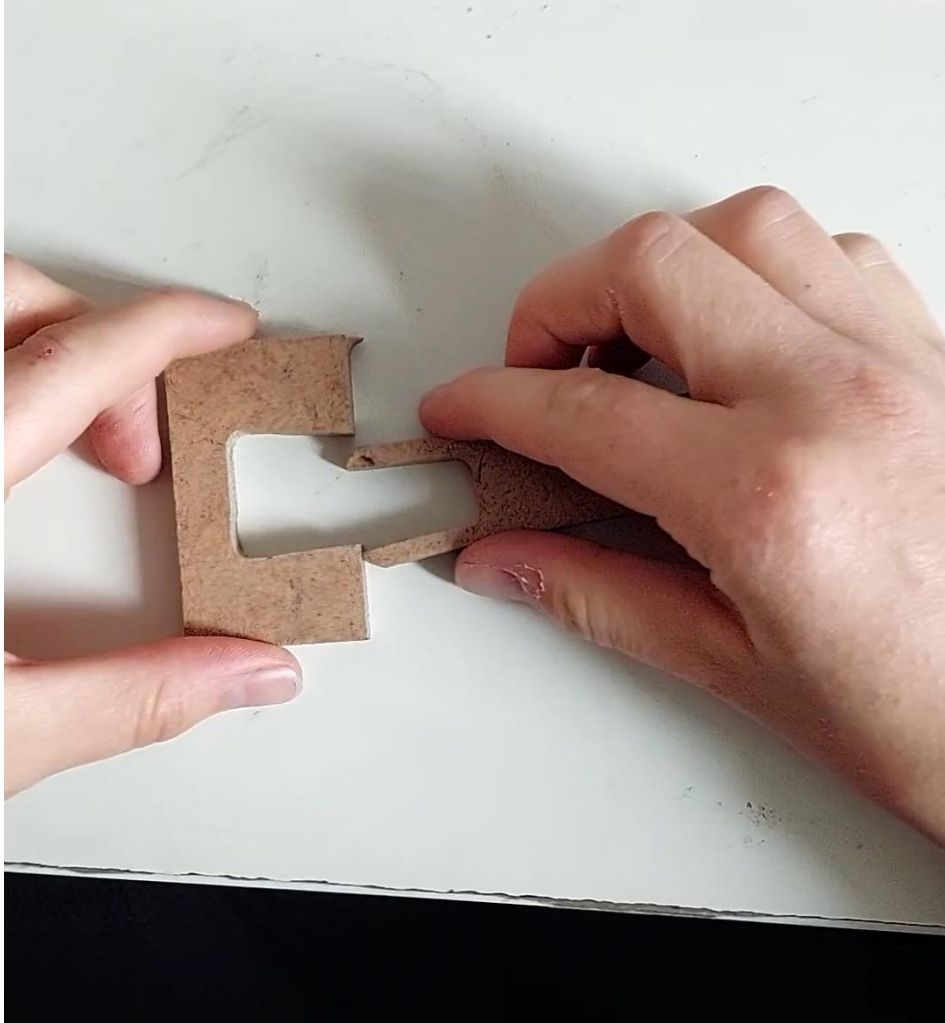
# Frässpindel | 3-achsige Bearbeitung



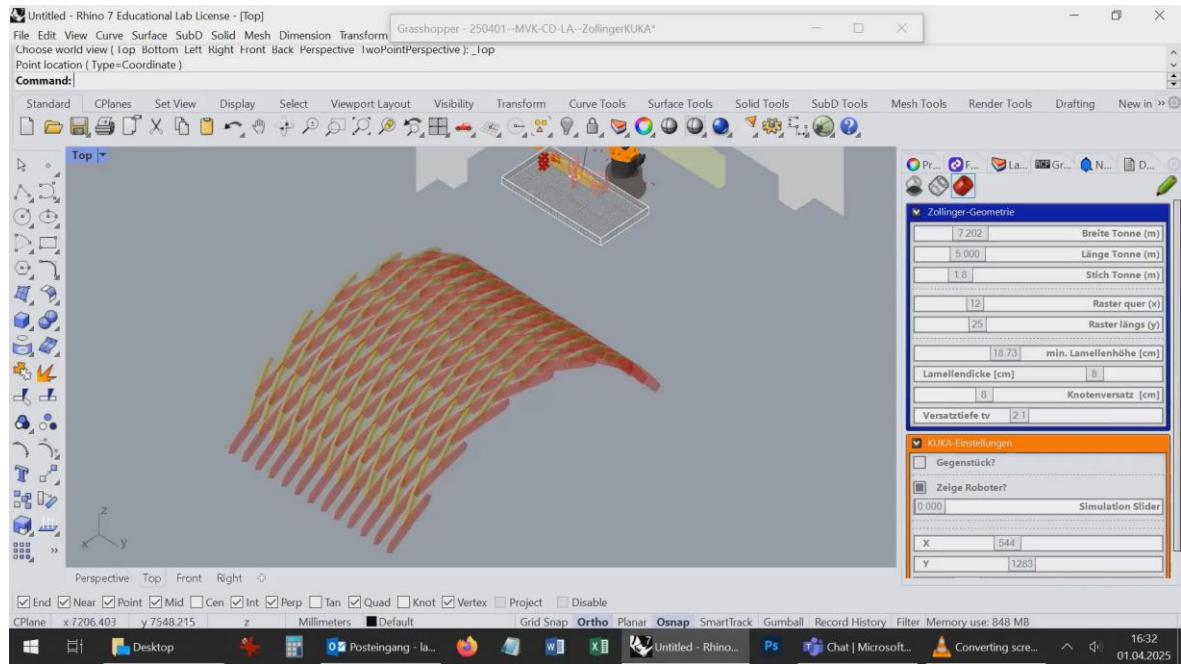
# Frässpindel | Bearbeitung in mehreren Durchgängen hintereinander



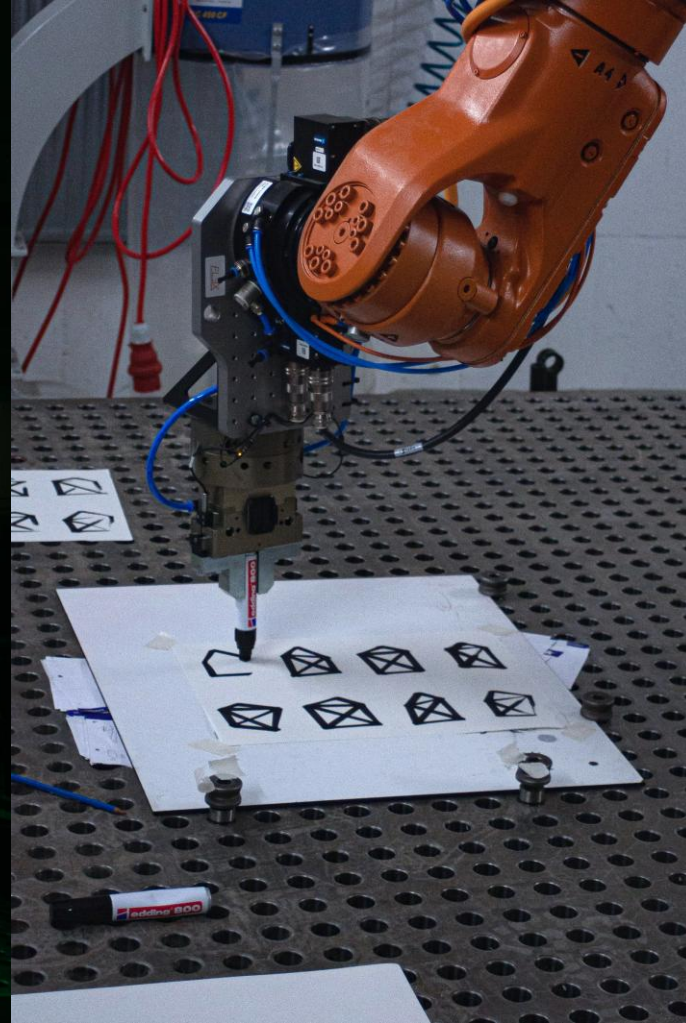
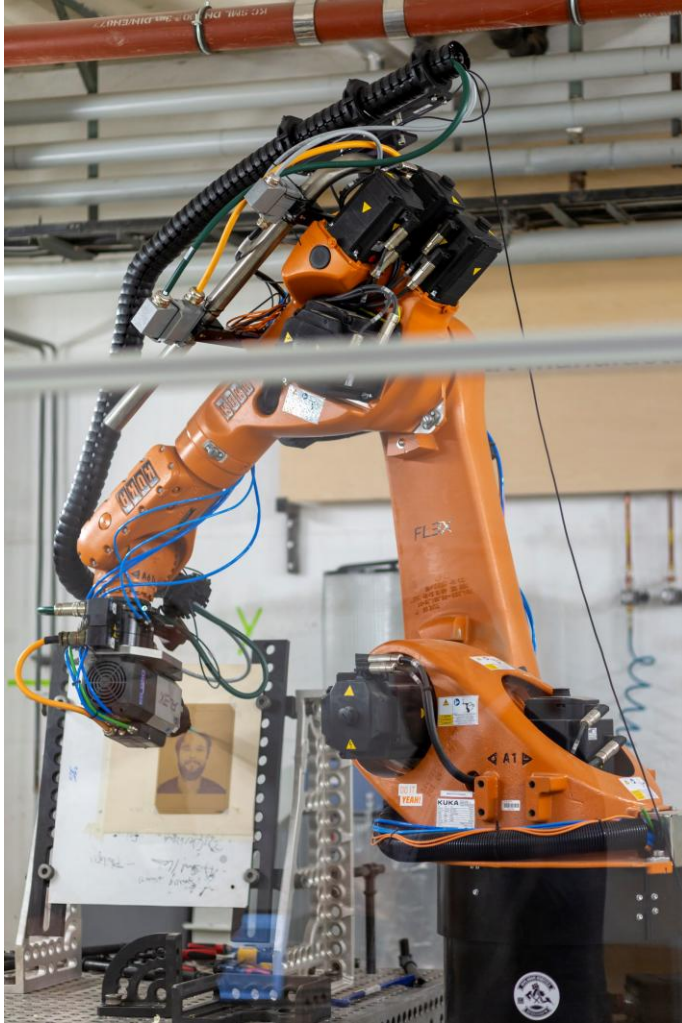
# Frässpindel | hinterschnittene Fräsungen (5 DOF)



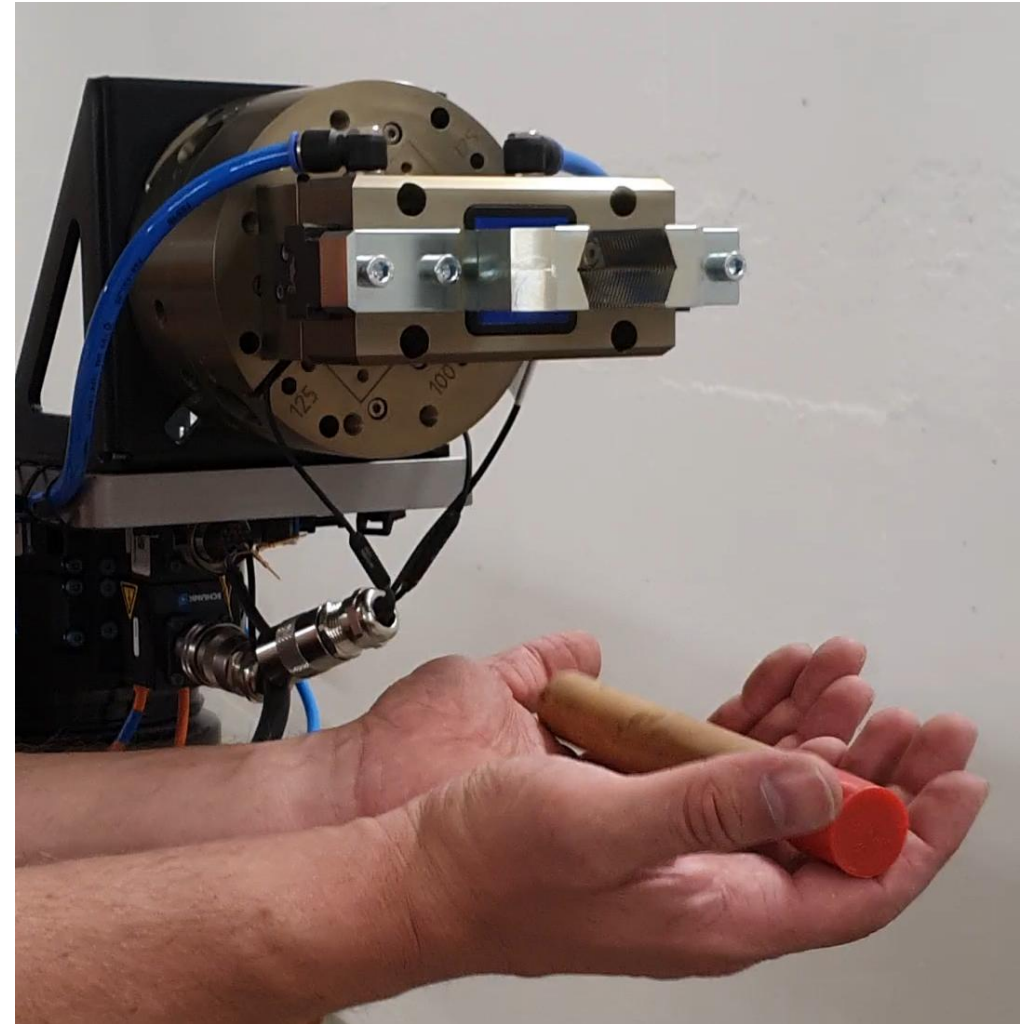
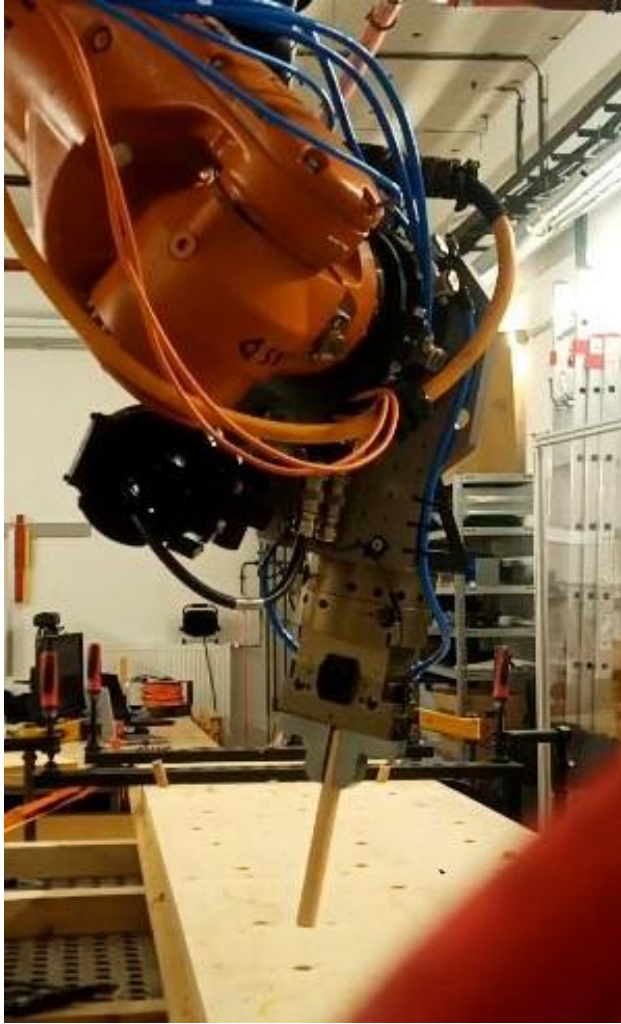
# Frässpindel | Lamellen Abbund



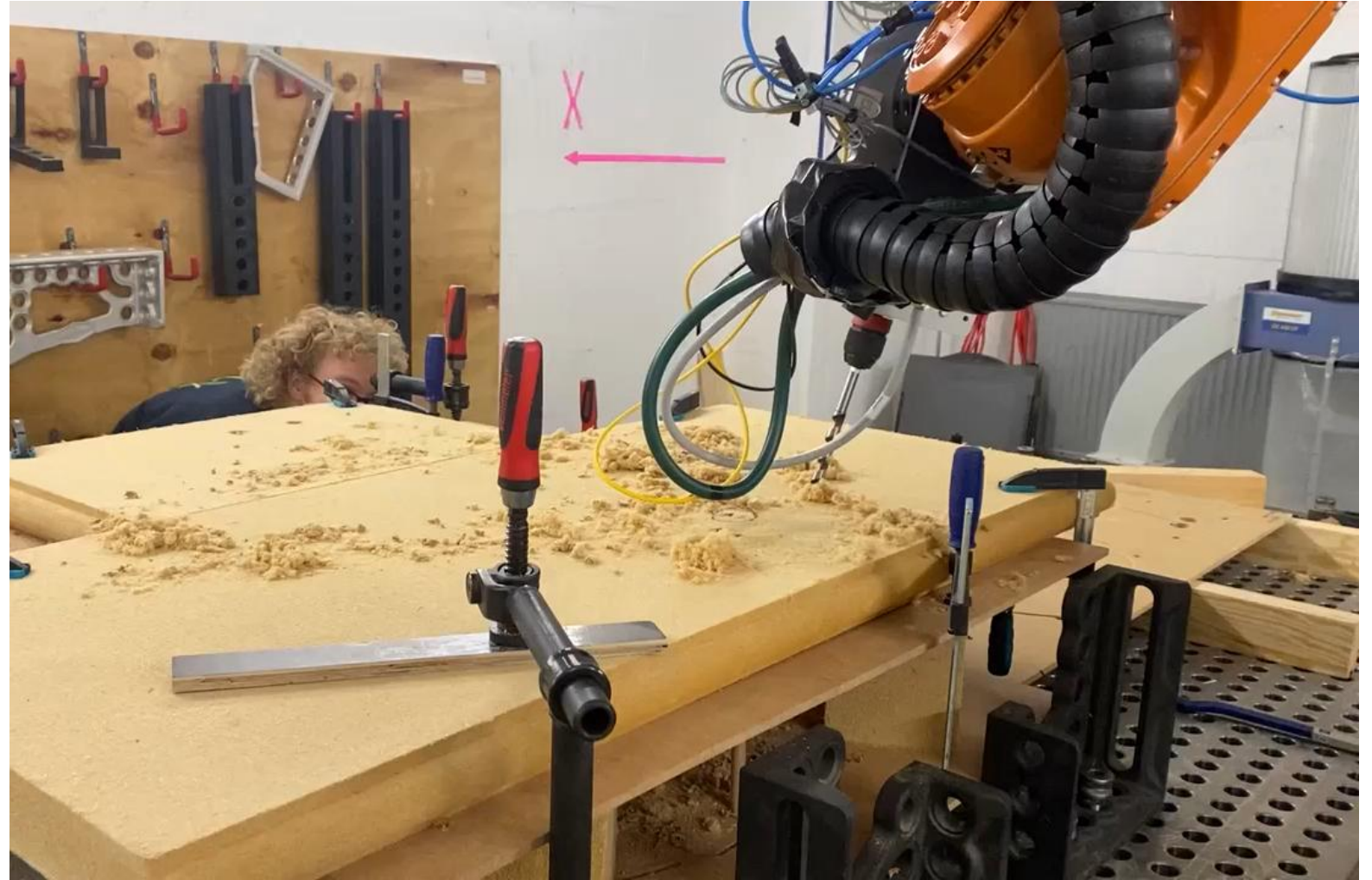
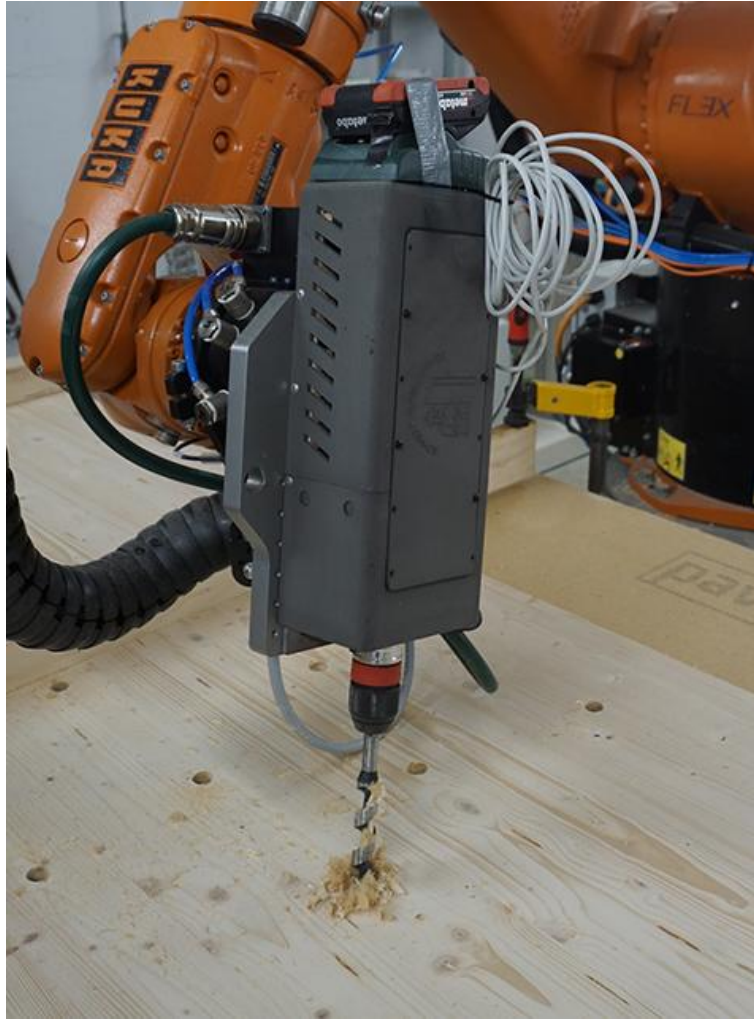
# andere Anwendungen



# Greifer



# Bohren



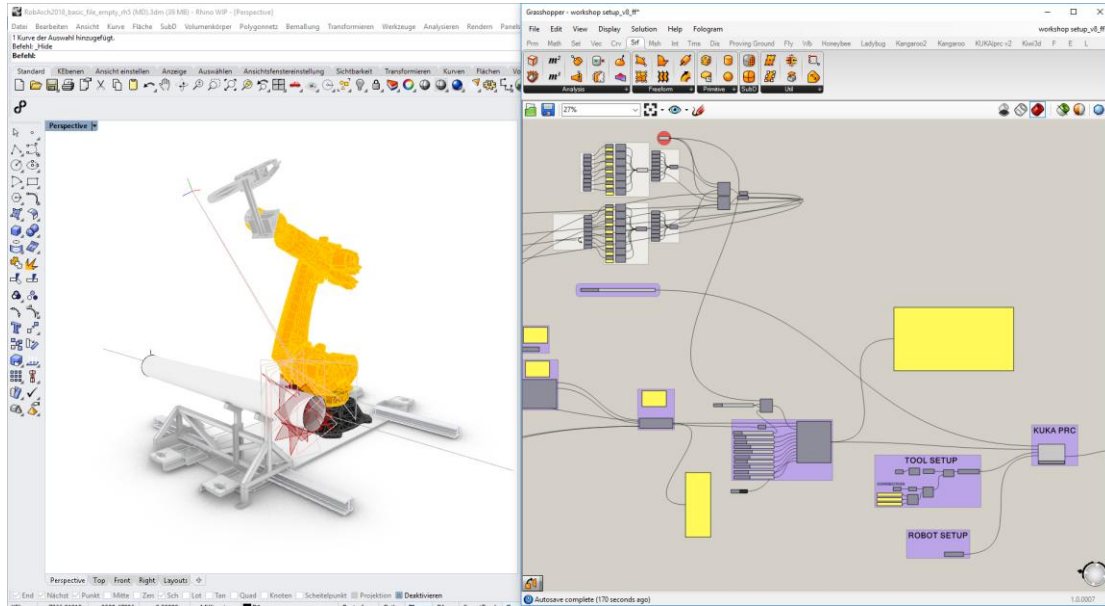
# Druckluft-Holznagler



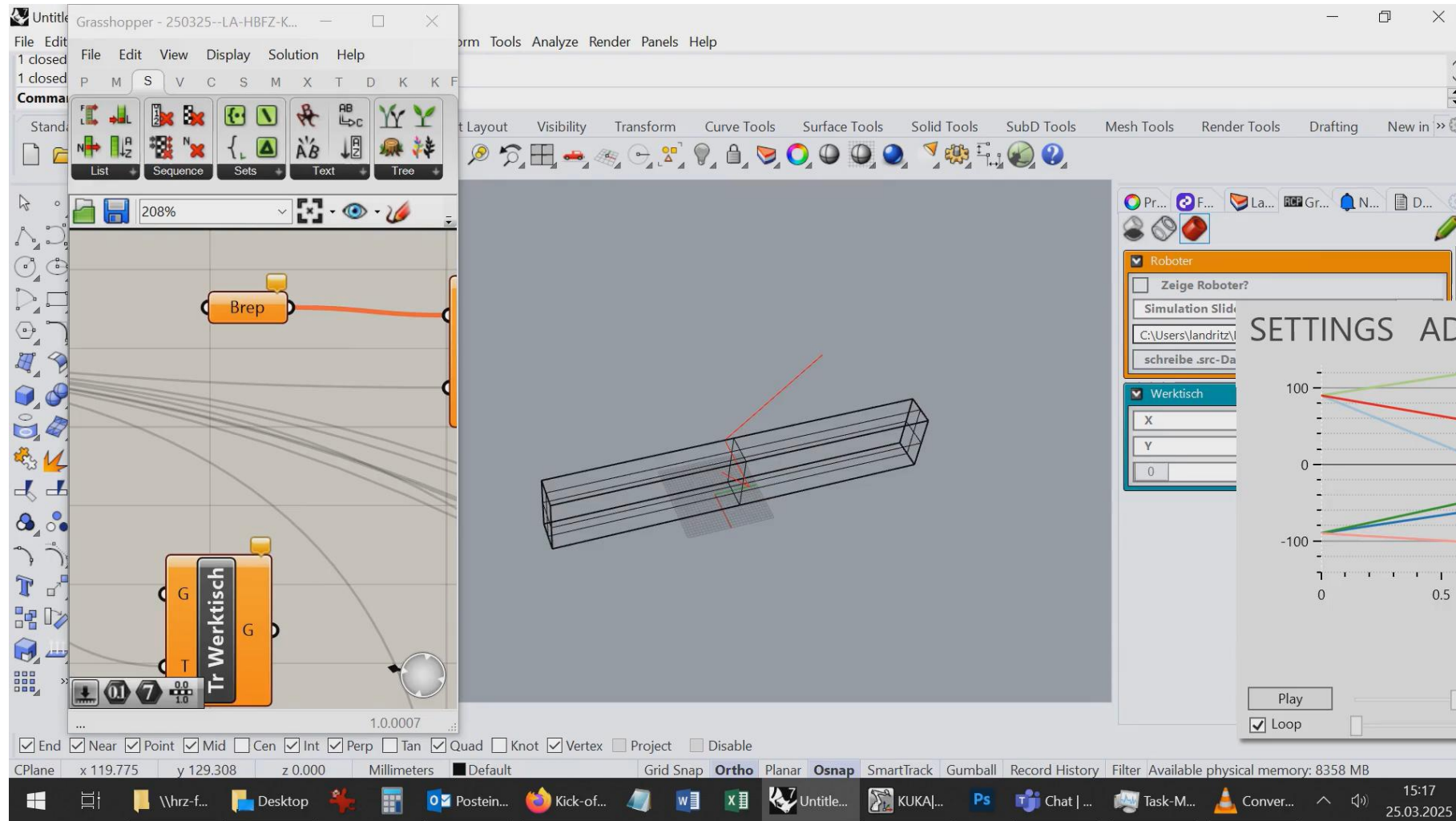
# TCP Vermessung des Fräsers



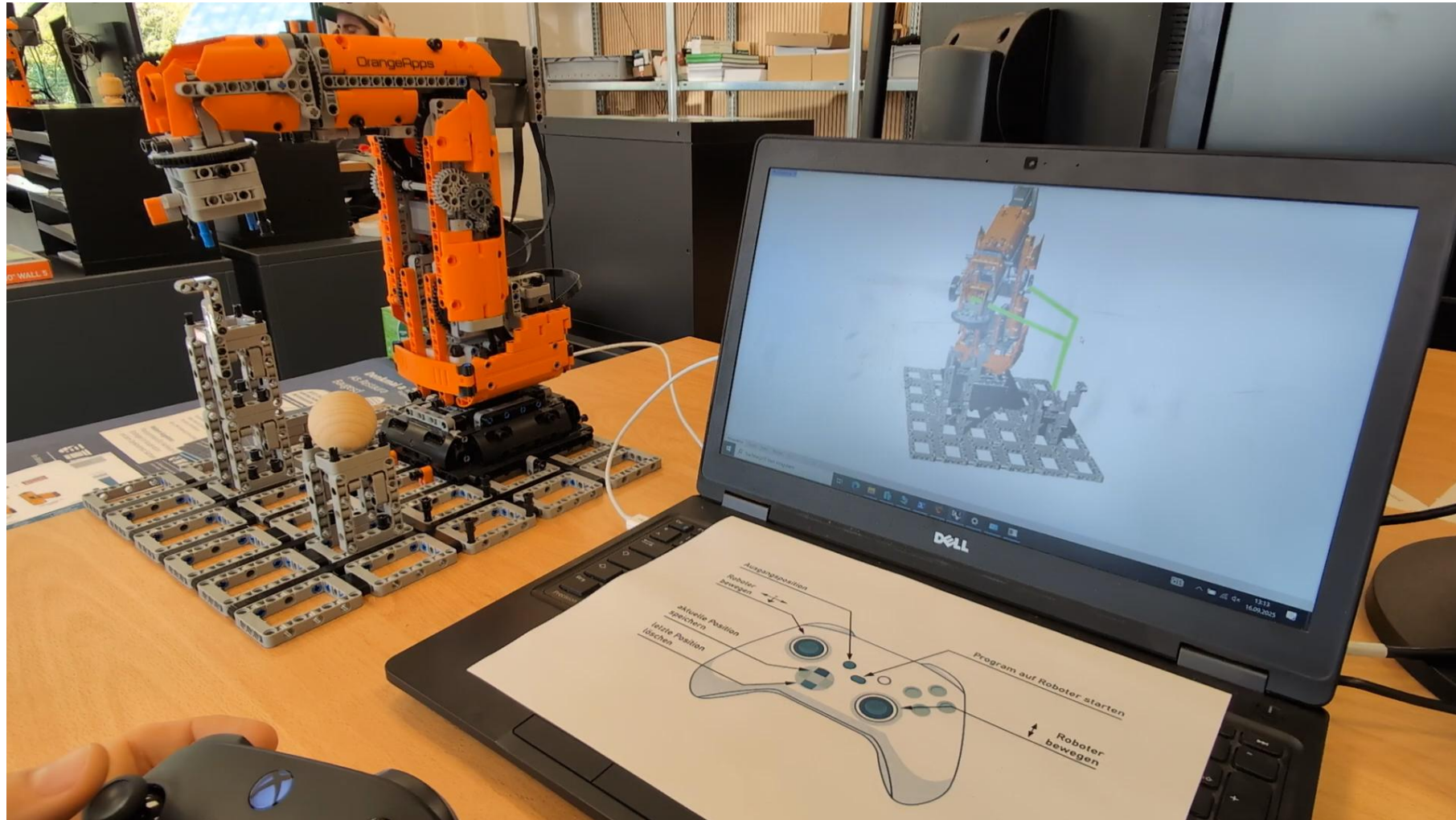
# Kettensäge



# parametrisches CAM Modul



# parametrisches Echtzeit-Teaching mit physischer Schnittstelle



# Cobot Integration und plattformunabhängige Lösungen



# HBFZ.equip



Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. · Hofplatz 1 · 18276 Gülzow-Prüzen

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V.

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig  
Karl-Liebknecht-Str. 132  
04277 Leipzig

Beauftragt durch:

Vorhabenbeschreibung für einen Vollertrag im Rahmen des Förderprogramms „Nachhaltige erneuerbare Ressourcen“ des BMEL, im Förderbereich: „Herausforderungen des Wandels“

### Zuwendungsbescheid

Zuwendung aus dem Bundeshaushalt, Einzelplan 10 des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH), Kapitel 1005, Titel 68615, Haushaltsjahr 2025, für das Vorhaben:

**Verbundvorhaben: Progression des robotischen Abbunds durch Erhöhung der Positionstreue;**

**Teilvorhaben 1: Entwicklung anforderungsgerechter Orientierungsroutinen und Bearbeitungsstrategien für den robotischen Abbund**

Förderkennzeichen: **2224HV039A**

Projektleitung: Prof. Dr. Alexander Stahr

Ihr Antrag vom: 06.03.2025

**Anlagen<sup>1</sup>:**  
1 Vordruck „Empfangsbestätigung“  
1 „Gesamtfinanzierungsplan“

## HTWK

Hochschule für Technik,  
Wirtschaft und Kultur Leipzig

### VORHABENBESCHREIBUNG ZUM FORSCHUNGSPROJEKT

#### Progression des robotischen Abbunds durch Erhöhung der Positionstreue

<b>Akronym:</b>	<b>TimberBot</b>
<b>Projekträger:</b>	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe
<b>Förderprogramm/-bereich:</b>	Nachhaltige erneuerbare Ressourcen / Herausforderungen des Wandels
<b>Laufzeit:</b>	01.07.2025- 31.12.2026 (18 Monate)
<b>Verbundkoordination:</b>	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK) Karl-Liebknecht-Straße 132, 04277 Leipzig; Prof. Dr.-Ing. Alexander Stahr; FLEX   Professional.Research.Team; +49 (0)341 3076-6263, alexander.stahr@htwk-leipzig.de

# Timber Joint Design



Quelle: Andreas Körfer, B.Eng. @ FLEX@HTWK Leipzig

## weitere Robotersysteme



# HITWK

Leipzig University  
of Applied Sciences

# ***FLEX*** *Forschung Lehre Experiment*

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig  
Fakultät Architektur und Sozialwissenschaften  
Forschungsgruppe FLEX | Forschung.Lehre.Experiment  
[flex.htwk-leipzig.de](http://flex.htwk-leipzig.de)  
[flex.project@htwk-leipzig.de](mailto:flex.project@htwk-leipzig.de)

