

Aktuell: Parametrische Fremo-Moduldesigns & CNC Fertigung aus Holz

Motivation / Grundidee Was ist der Auslöser (Problem, Wunsch), was ist der Zweck des Projektes. Was genau wird gemacht / hergestellt?	Es werden Modelleisenbahnmodule nach Fremo-Standard (https://www.fremo-net.eu/home/technik/module) für die Modulnormen H0-RE (Regelspur Europa) und N-RE realisiert in verschiedenen Konfigurationen (Geraden, Kurven, eingleisig, zweigleisig, usw.). Es sollen große Radien und sehr stabile, transporttaugliche Kästen realisiert werden, die man kommerziell so nicht kaufen kann. Dabei soll das Design sehr flexibel und parametrisch mit OpenSCAD realisiert werden, sodass leicht Anpassungen möglich sind (z.B. Kurvenradius, Winkel, Profiltyp) ohne viel Aufwand. Realisierung aus Birke Multiplex, schwer aber stabil. Das Projekt komplementiert die Laser-basierten Ansätze die für Workshops angedacht waren.
Platzbedarf Wo und wieviel Platz wird dauerhaft benötigt?	Keiner, die Module sind dafür gedacht immer unterwegs zu sein ;-)
Ab wann / wie lange Ab wann soll es los gehen? Wie lange wirst du vorraussichtlich brauchen?	Läuft seit Ende 2024, bis ca. Mitte 2025 bis das Design erprobt ist. Die gebauten Module werden im Herbst 2025 (um den 3. Oktober einschl. Maus Türöffnertag) im DB Museum in Nürnberg in einem Modellbahn-Arrangement vorgeführt.
Kontakt Name, Email oder Telefonnummer?	Chris_C (-> Mattermost @cc)

Projekt-Metadaten

Geräten und Werkzeuge:

- Design mit OpenSCAD (einmalig sehr aufwändig und komplex, erspart dann aber viel Arbeit)
- Realisierung mit CNC-Fräse in Holzwerkstatt als Fräsnutzen mit Haltestegen
- Händisches Austrennen der Einzelteile mit Stechbeitel
- Versäubern mit Feilen und Schleifpapier
- Vorbohren mit Akkuschauber
- Verkleben (Holzleim) + Verschrauben mit Akkuschauber

Welche Materialien wurden verwendet?

- Birke Multiplex, 12mm

Wie lange hat es gedauert?

- OpenSCAD Design mehrere Tage
- Fräsprogrammerstellung ca. 15-30 min einmalig pro Modultyp
- Modulfräsen < 1h pro Modulkasten (meist ca. 900mm x 560 mm)
- Austrennen & Versäubern ca. 30-60 min pro Modulkasten
- Bohren, Kleben & Schrauben: TODO

Logbuch / Schritte

Motivation/State of the Art

Es gibt bereits diverse Ansätze Module zu realisieren, meist werden diese kommerziell angeboten. Diese sind in der Regel gelasert. Zu nennen wären beispielsweise:

- Willi Winsen: <http://www.williwinsen.de>
- Pikart: <https://pikartmodels.com>
- RBS Modellbau: <https://rbs-modellbau.com/produkte/module>

Letztere Module sind CNC gefräst. Grundsätzlich haben beide Varianten Vor- und Nachteile. Gelaserte Holzplatten haben den Nachteil pro Dicke weniger stabil zu sein, da Sperrholz verwendet wird. Bei Birke ist die Stabilität gut, sehr Dicke Platte sind aber schlecht sauber zu lasern. Meist wird daher max. 9mm Dicke verwendet. Gefräste Module können aus Multiplex Platten gefertigt werden, die sehr stabil, aber auch relativ schwer sind. Gelaserte Module können die Schwäche des Modulkastens ausgleichen, in dem ein komplexeres Design mit mehr Spanten zur Stabilisierung verwendet wird, die Pikart dies realisiert hat. Eine hohe Stabilität ist wünschenswert, da diese Module für den regelmäßigen Transport gebaut werden.

Leider werden kommerziell nur bestimmte Geometrien angeboten und die Modulbausätze sind z.T. recht teuer. Daher liegt es aufgrund des ohnehin nötigen Zusammenbaus auch die Platten selbst herzustellen. Um den recht hohen Designaufwand nicht für jede Modulgeometrie (Gerade, Kurven diverser Winkel und Radien, usw.) erneut leisten zu müssen, soll ein parametrisches Design in OpenSCAD erstellt werden, das die Hürde zur Realisierung benutzerdefinierter Geometrien erheblich senkt.

Moduldesign

Zunächst wurde ein gerades Modul und ein Kurvenmodul entworfen. Beide sind in der Länge flexibel, das Kurvenmodul bzgl. Radius und Winkel. Generell sind Längen zwischen 800 und 1000mm zu empfehlen (kürzer = besser tragbar), Radien sollten mind. 2000mm (für N-RE), besser 3000mm haben (für H0-RE), der Winkel wird so angepasst, dass die längste Dimension des Kastens 1000 (besser 900) mm nicht übersteigt und eine ganzzahlige Anzahl Module 90 Grad ergibt. Kopfplattendesigns gibt es aktuell für das N-Flachprofil ein- und zweigleisig (F1,F2) und für das zweigleisige H0 Flachprofil (2E99).

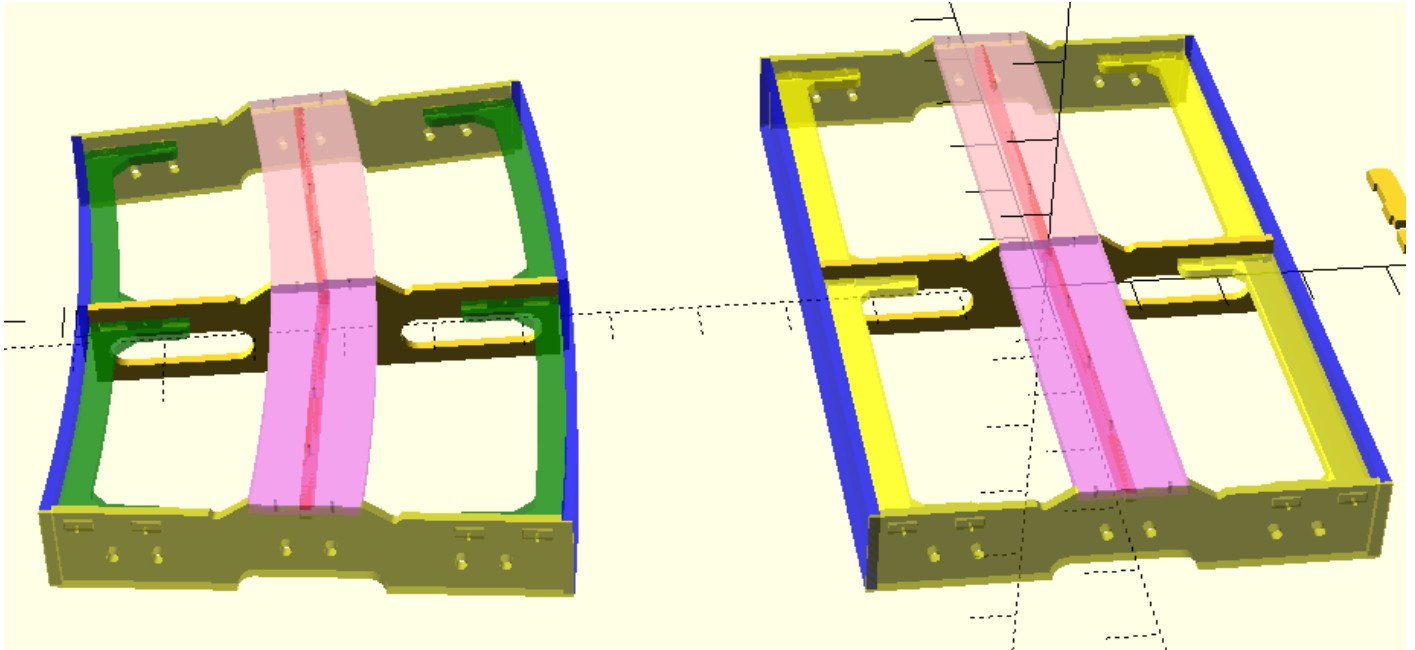
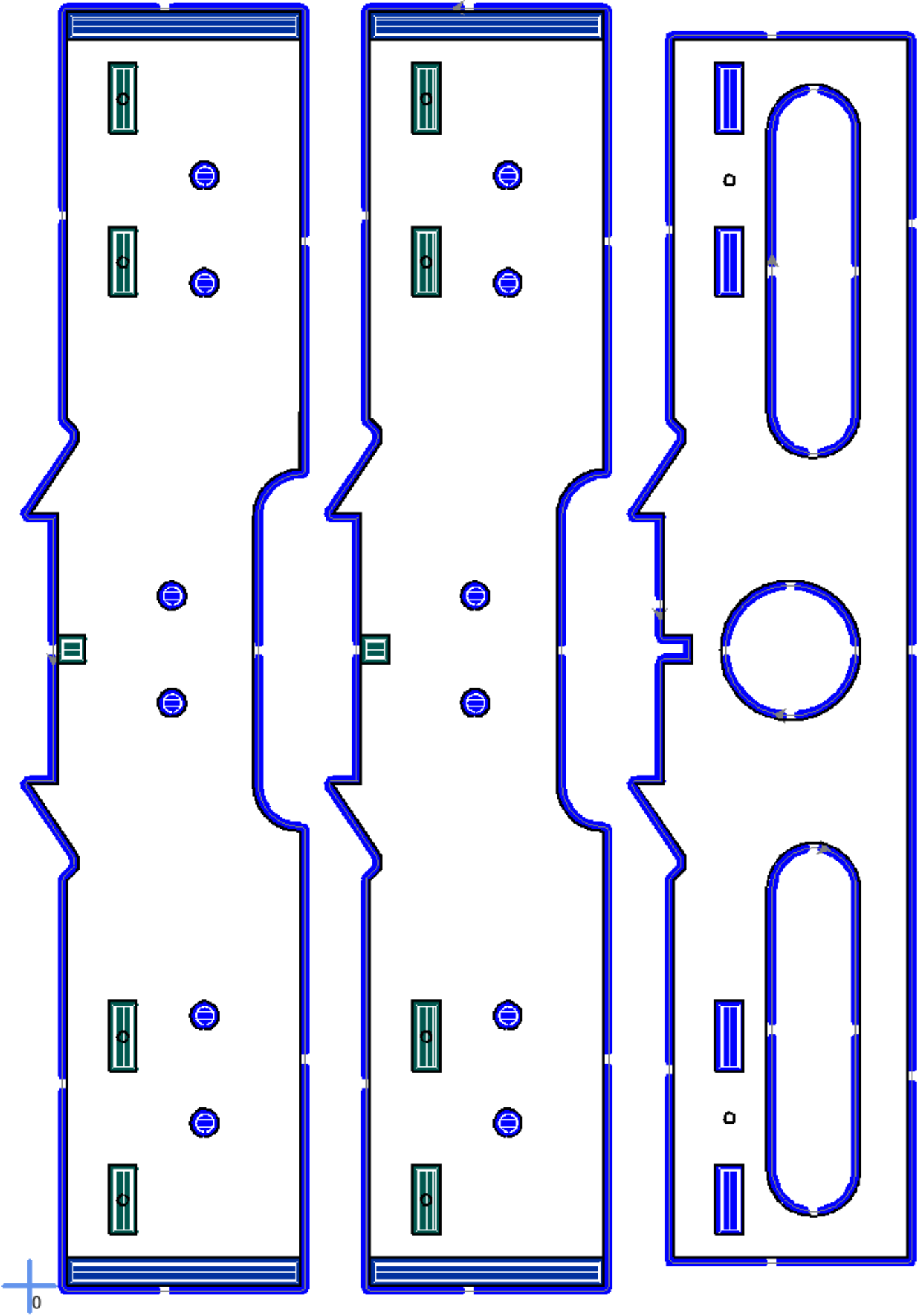


Bild: H0-RE Module zweigleisig gerade Länge 900 mm (rechts) und Kurve Radius 3000mm Winkel 15° (links)

Fräsprogramm

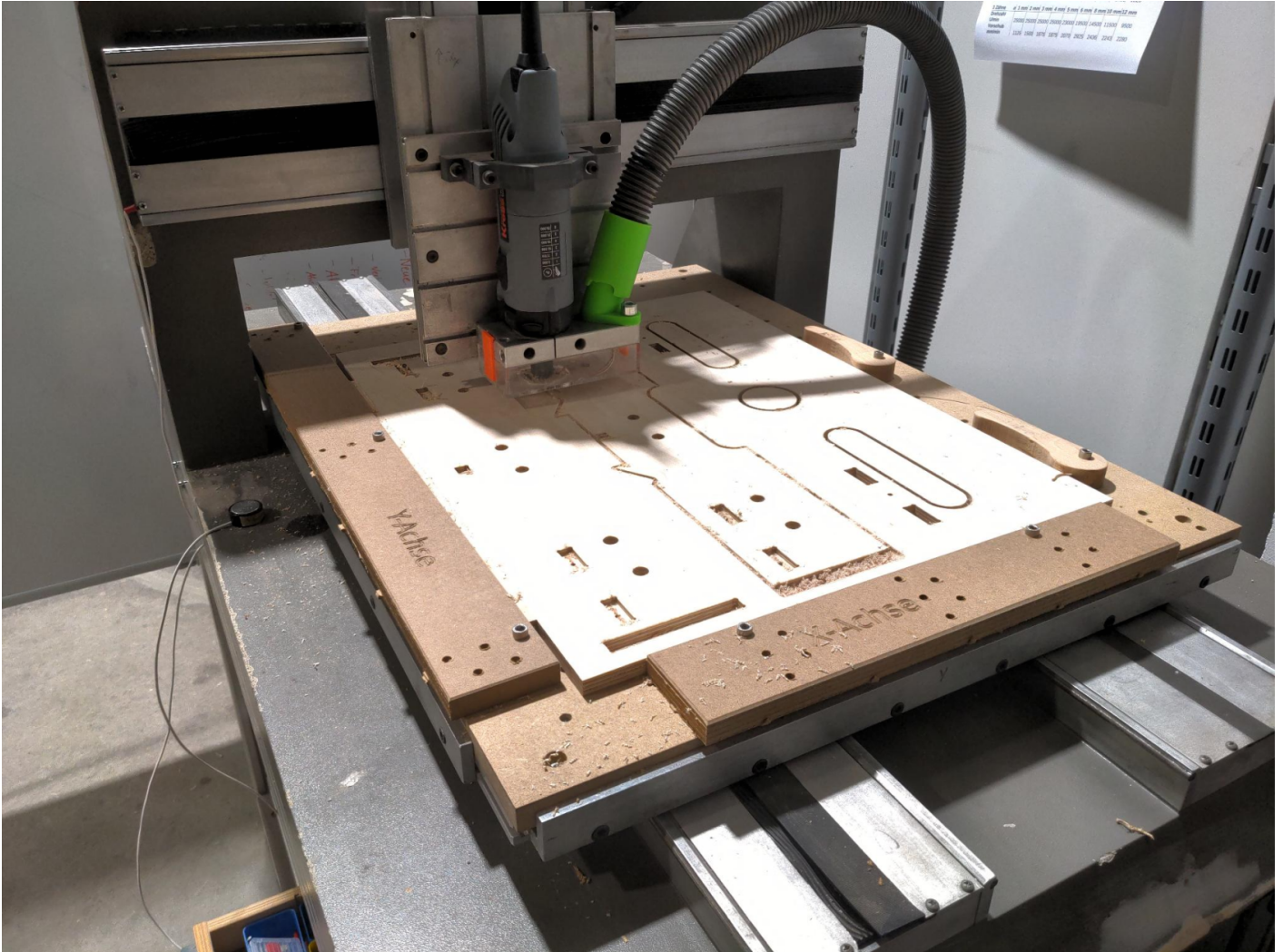
Zur Realisierung von Testmodulen für beide oben gezeigte Varianten wurden Fräsprogramme mit EstlCAM erstellt. Grundlage sind STL-Exporte der einzelnen Platten (Frontplatten und Mittelplatten (gelb) sowie Stabilisierungswinkel (grün) und Trassenbrett und Trassenträger (rosa/rot)).

Unten ist der Entwurf für die Frontplatten gezeigt für Birke Multiplex 12mm:



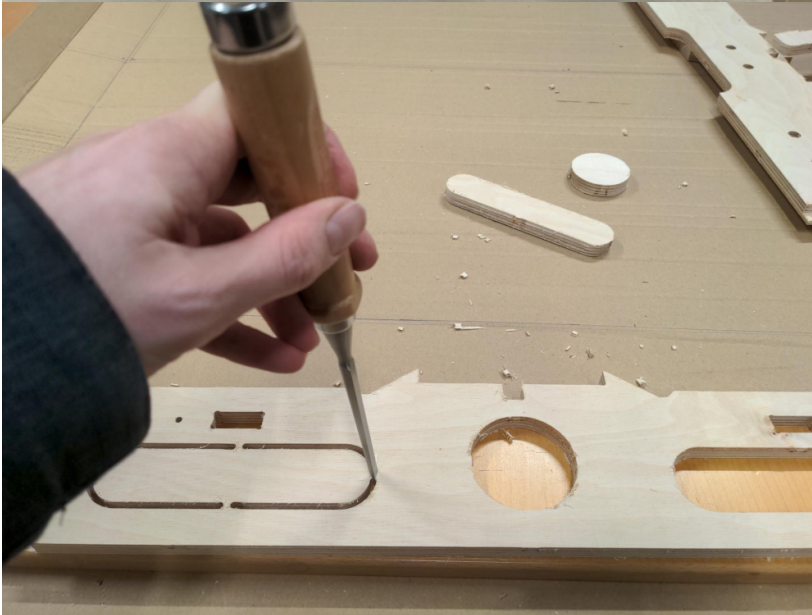
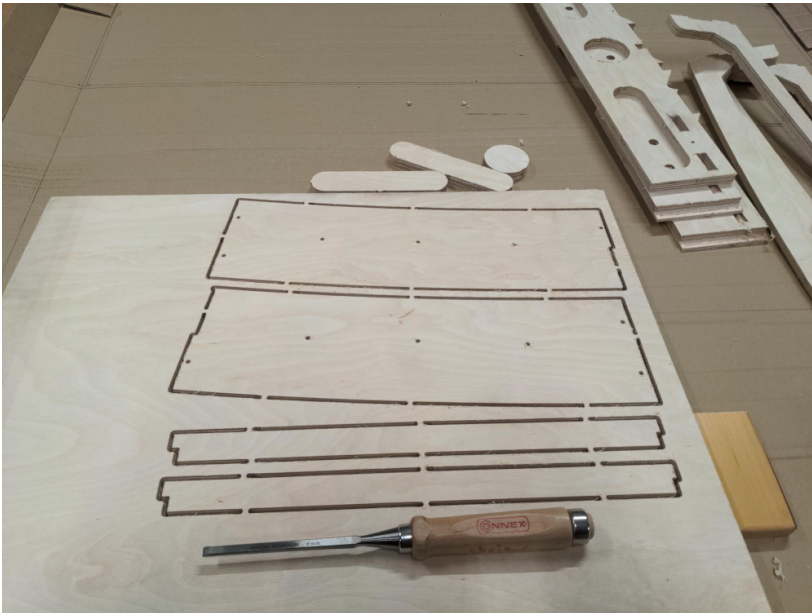
Fräsen

Alle Teile wurden in Birke Multiplex 12mm gefräst mit gSender. Es werden jeweils so viele Teile wie möglich zu Nutzen zusammengefasst. Ein vollständiges Ausfräsen ist nicht möglich (Teile würden sich bewegen oder umherfliegen), sodass Nasen stehen bleiben. Die Platten der Nutzen (drei pro Modul) wurden aus einer großen Platte mit der Kreissäge zugeschnitten.



Vereinzeln

Die Teile werden mittels eines Stecheisens herausgetrennt (Unterlage ist wichtig) und mittels Schleifklötzen/Feile versäubert.



Zusammenbau

Kommt als nächstes dran :-)

Revision #8

Created 2024-12-22 15:17:22 UTC by Christian Carlowitz

Updated 2025-01-10 20:11:33 UTC by Christian Carlowitz