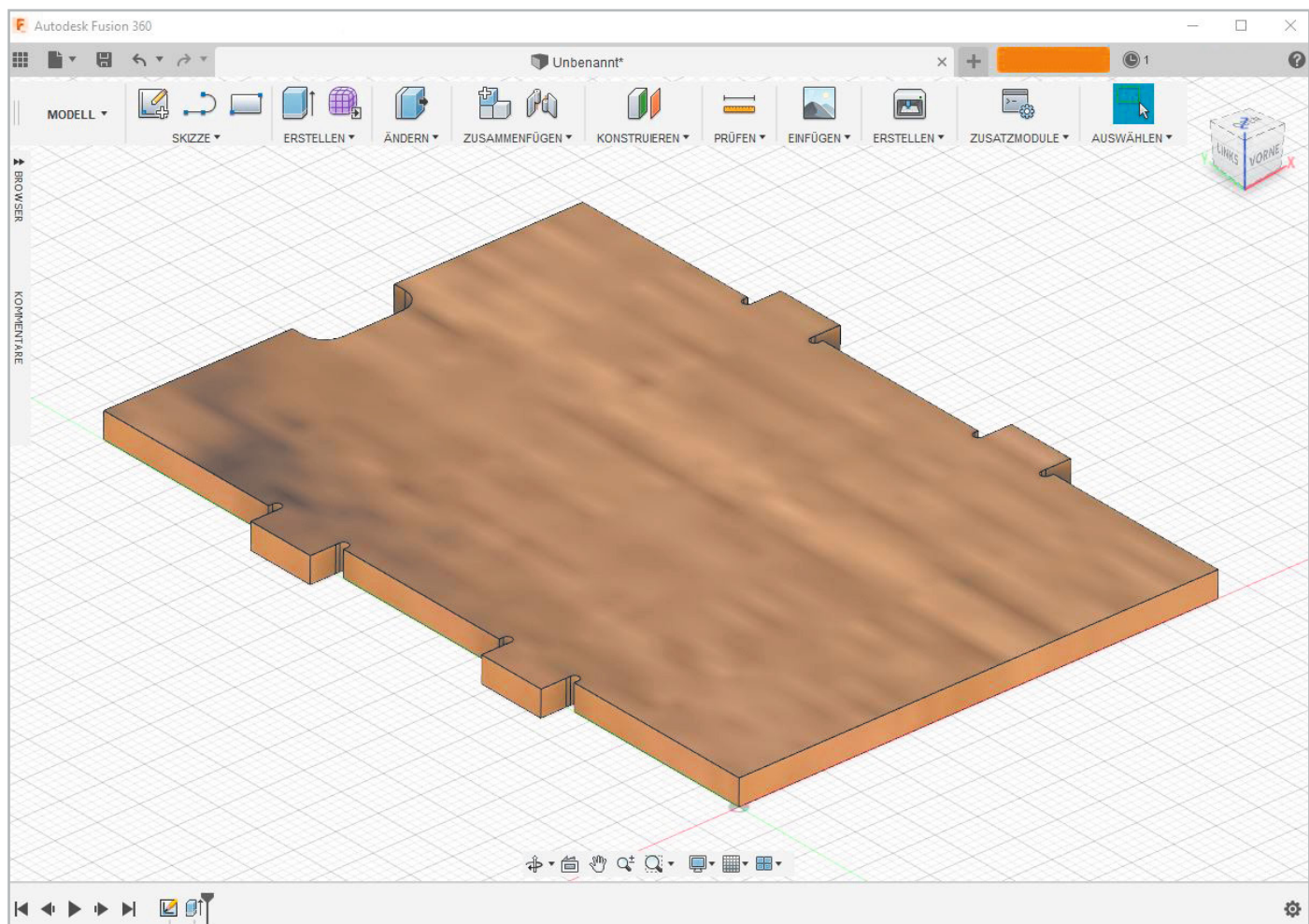


Von der Idee zum Objekt

Einstieg in das Computer-Aided Design (CAD) Teil 2

Viele mechanische Teile und Formteile in der Industrie und in immer mehr Hobbykellern, Makerspaces und FabLabs werden heute mit CNC-Fräsen, Lasercuttern und 3D-Druckern erstellt. Im ELVjournal beschreiben wir anhand eines konkreten Projektes Schritt für Schritt den Weg zu einem selbst erstellten Objekt. Unser Vorhaben: die Konstruktion eines Gehäuses für den Raspberry Pi Power-Controller aus dem ELVjournal 2/2019. In dieser Folge stellen wir die Konstruktion des ersten Bauteils mithilfe der CAD-Software Autodesk Fusion 360 vor.



Erste Schritte

Im ersten Teil unserer Einführung in das Computer-Aided Design (CAD) haben wir uns mit einigen Grundlagen beschäftigt, die man kennen sollte, um aus einer Idee ein Objekt mithilfe einer CAD-Software entstehen zu lassen. Diesmal starten wir unser Projekt: die Schritt-für-Schritt-Konstruktion eines Gehäuses für unseren Bausatz Raspberry Pi Power-Controller [1]. Bei der Auswahl der Software haben wir uns aus verschiedenen Gründen für die CAD-Software Autodesk Fusion 360 entschieden.

Zum einen gibt es die Software für Privatanwender und einige andere Anwendergruppen kostenlos [2], zum anderen lassen sich Dateien aus dem Schaltungs-Layout-Programm Eagle direkt in Fusion 360 integrieren. Das dürfte vor allem für Elektroniker interessant sein, die für ihre Platine das entsprechende Gehäuse konstruieren möchten. Das geht in Verbindung mit Fusion 360 und Eagle (beides Autodesk) sehr komfortabel [3].



Skizze/Teil in Fusion erstellen

Nach dem Anlegen eines Accounts, dem Download der Software und der Installation startet man das Programm Fusion 360 und erhält folgende Startansicht (Bild 1):

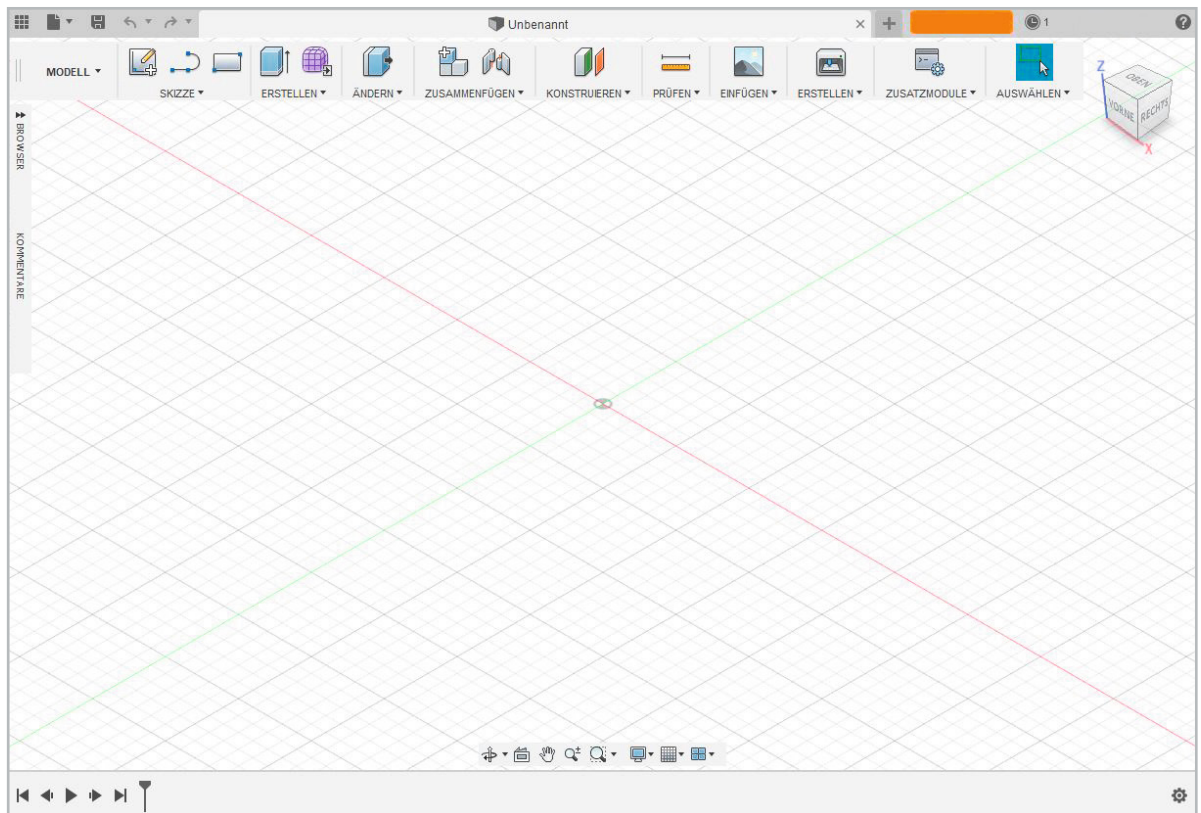
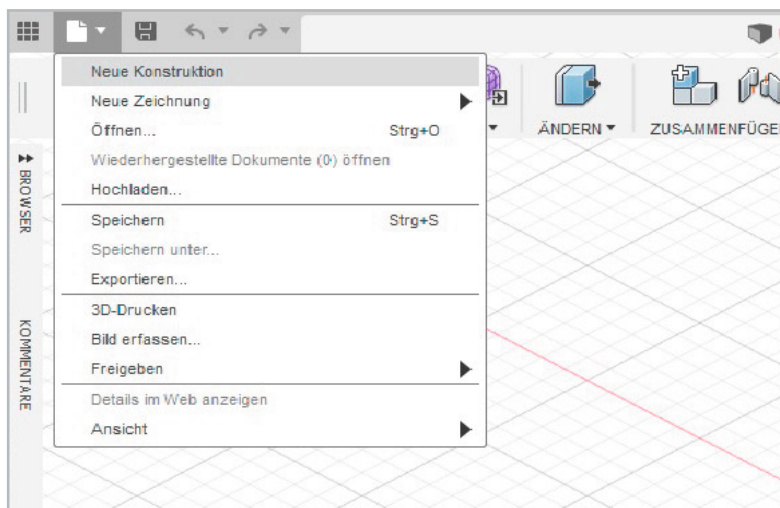


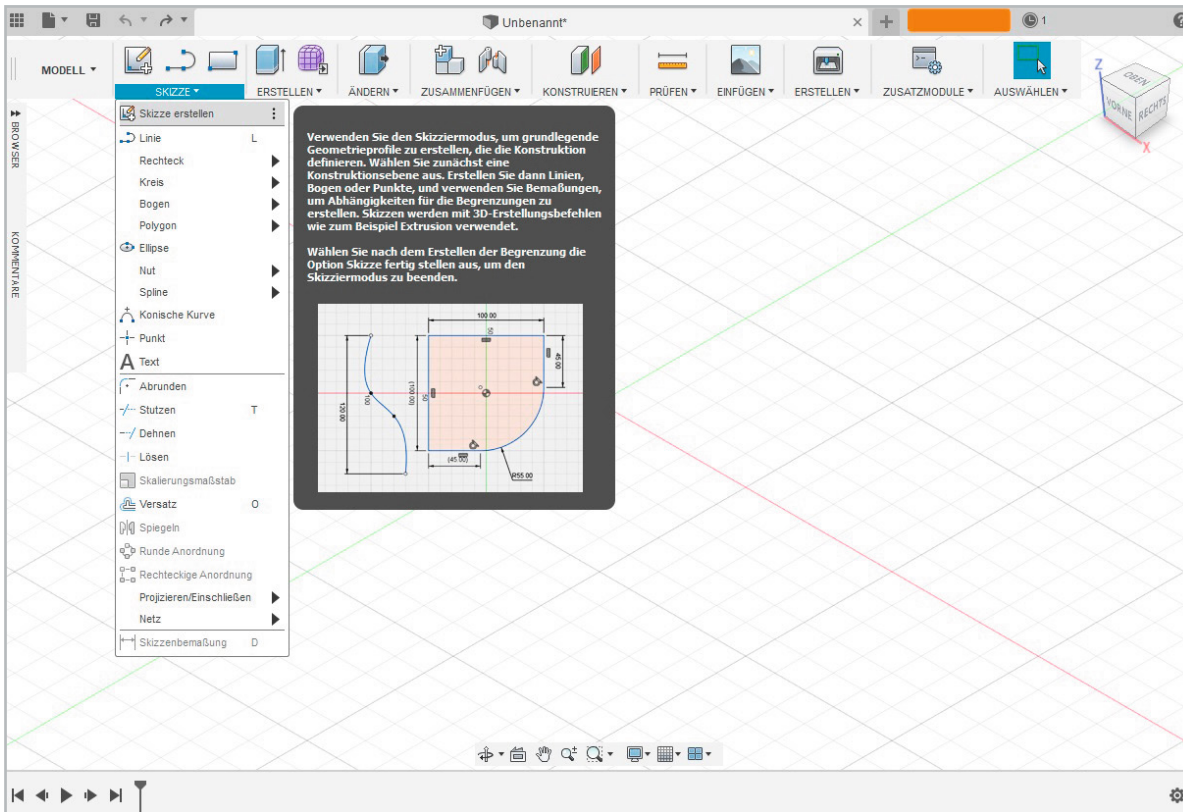
Bild 1: Startansicht von Fusion 360

- 1 Gehen Sie auf Datei/Neue Konstruktion.

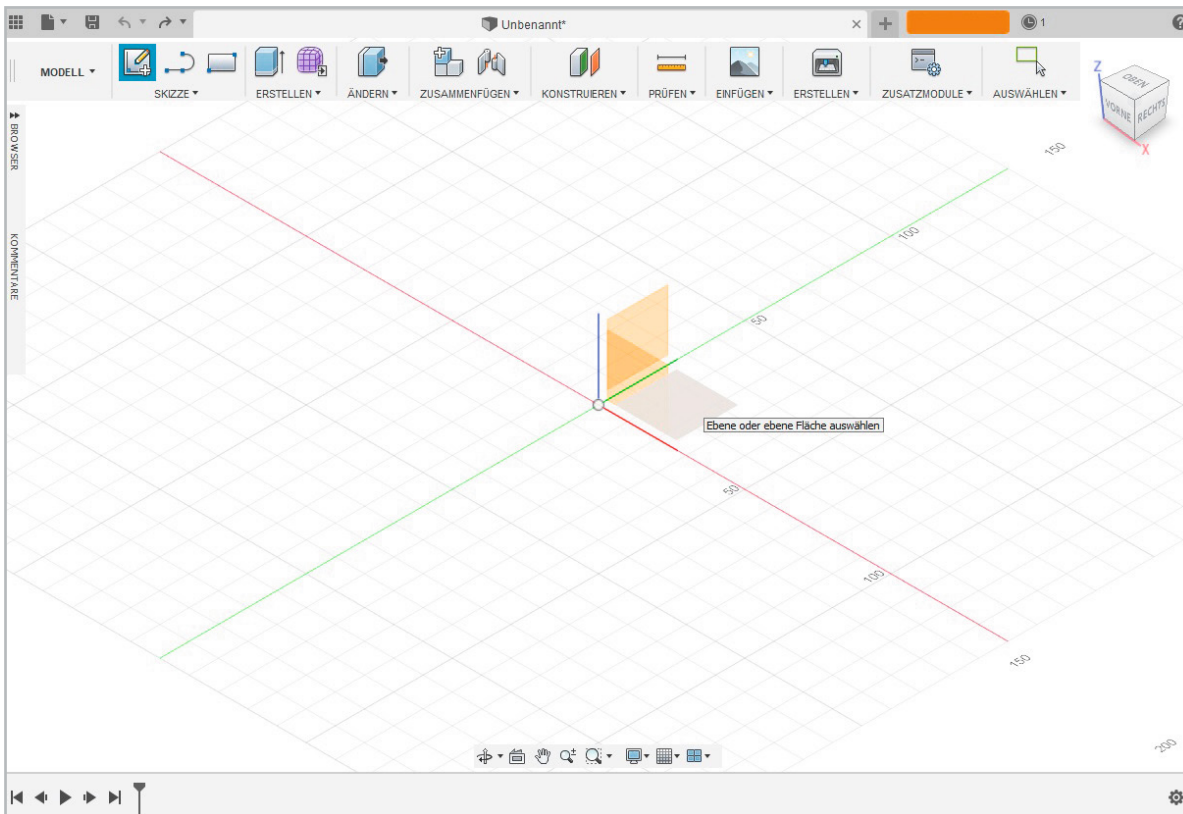




2 Gehen Sie auf Skizze/Skizze erstellen.

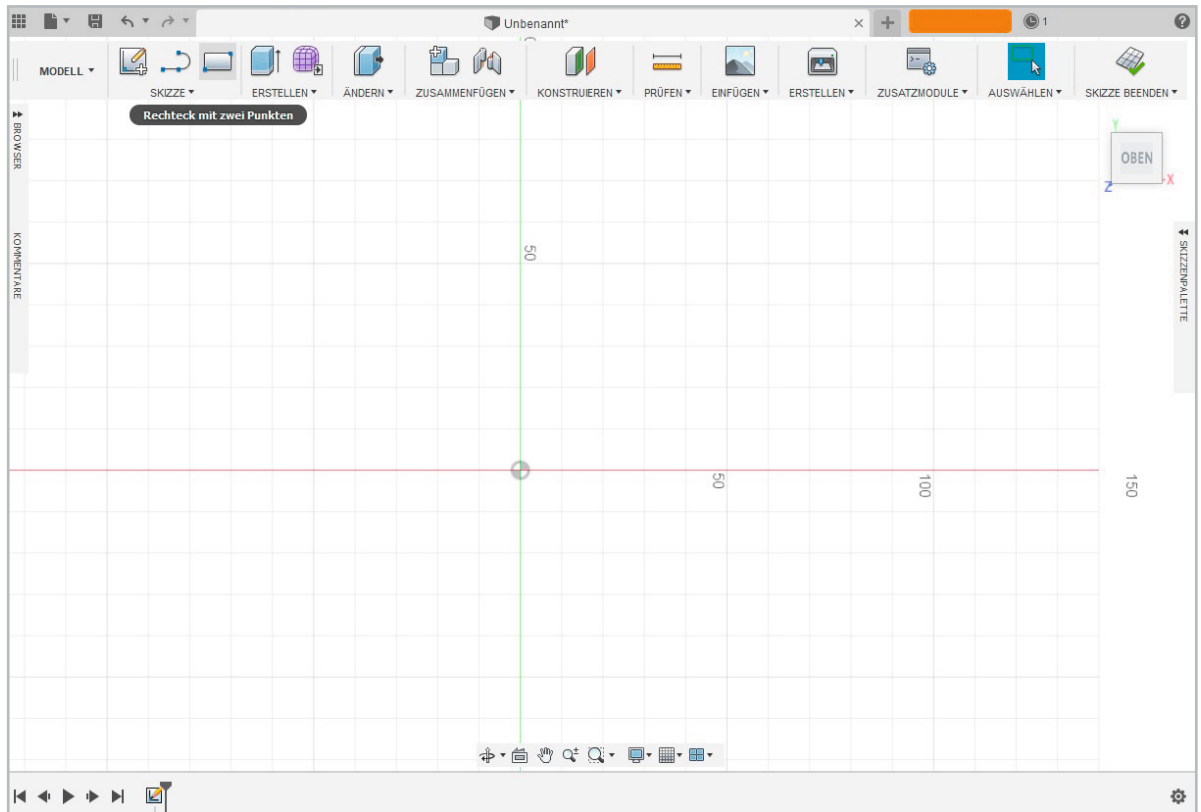


3 Dann wählen Sie durch Anklicken die Ebene aus, auf der Sie zeichnen wollen. Im Bild nutzen wir die Draufsicht.

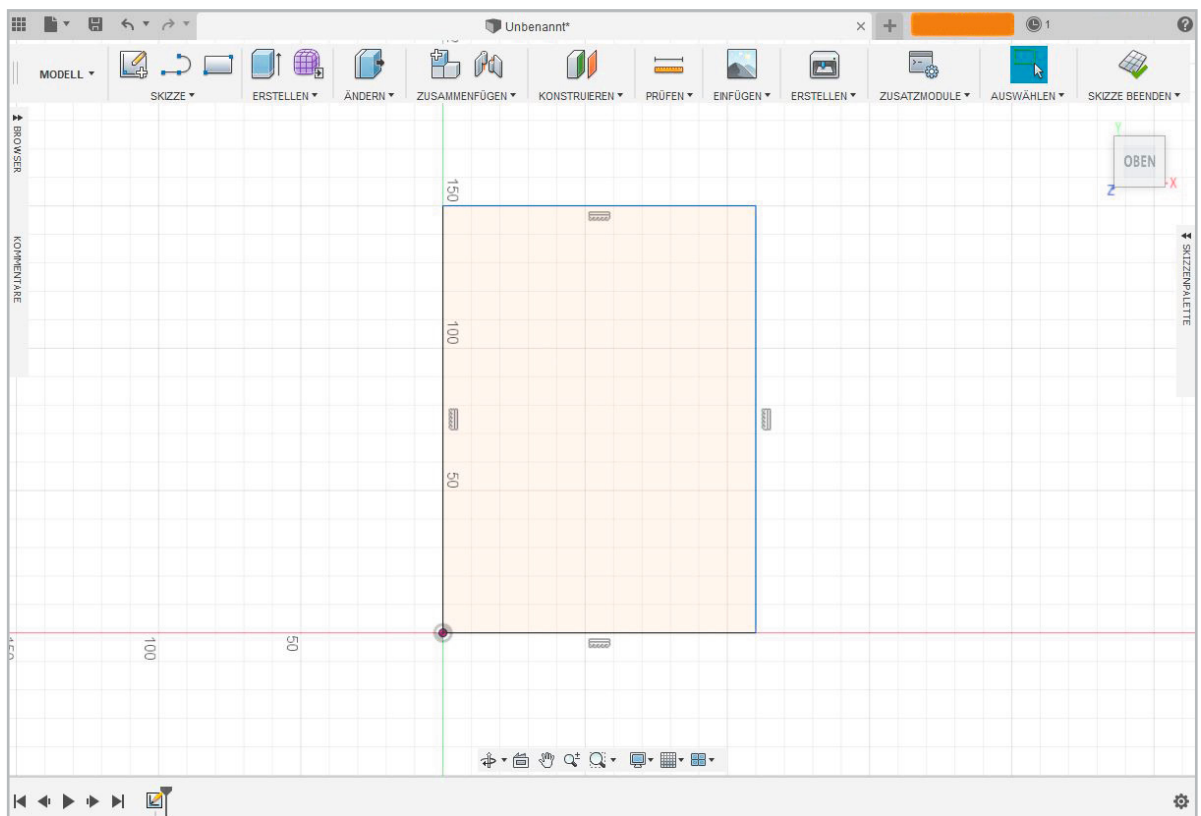




4 Danach wählen Sie das Rechteck-Werkzeug aus.

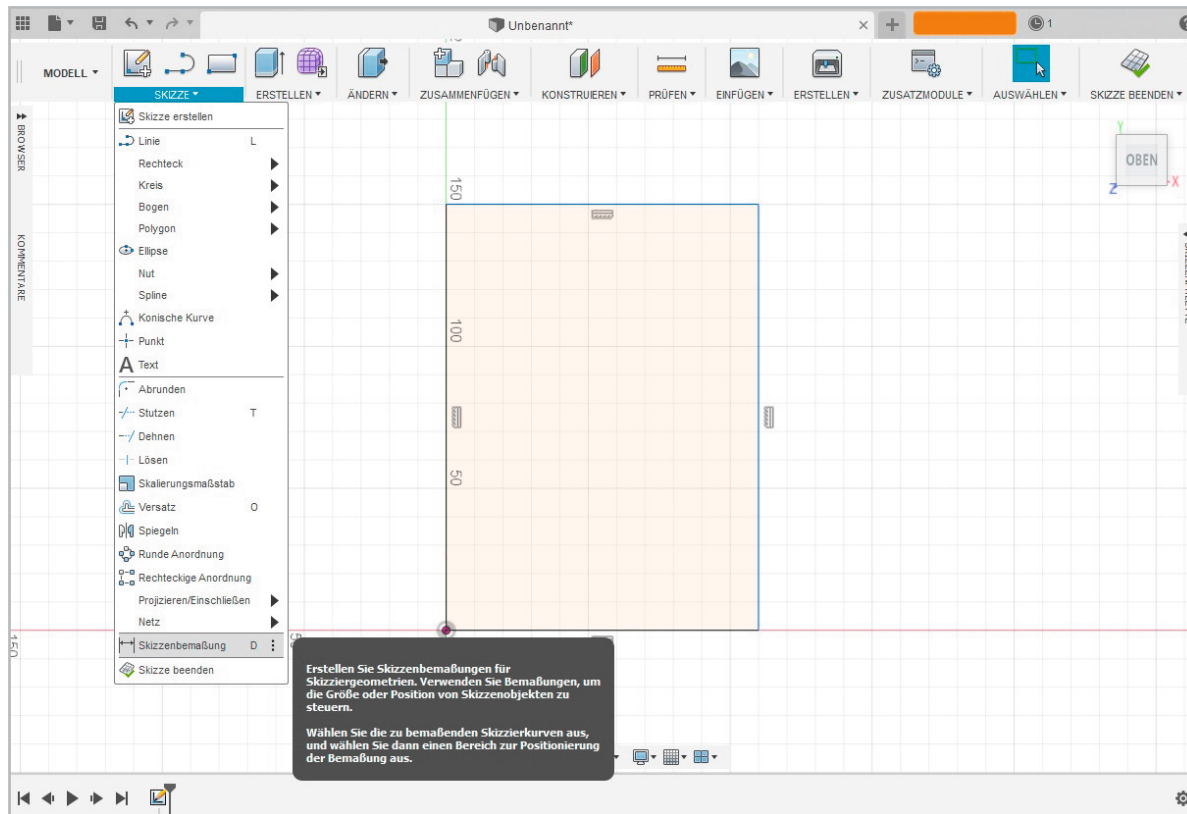


5 Zeichnen Sie ein Rechteck: Dazu den Cursor auf den Nullpunkt des Koordinatensystems setzen und die linke Maustaste einmal drücken. Dann den Cursor hoch und nach rechts ziehen. Mit dem erneuten Klicken setzen wir den Cursor wieder ab. Fertig ist das Rechteck.

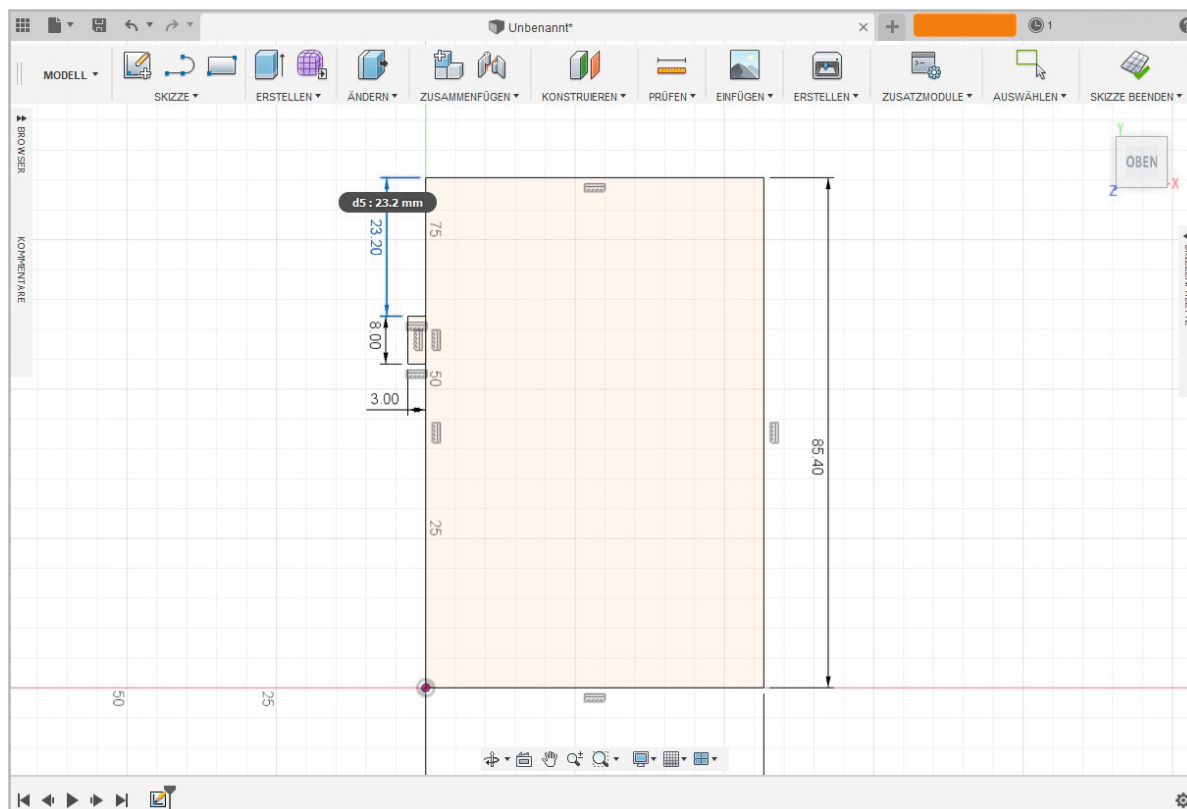




6 Bemaßung einfügen. Sie benötigen die Grundmaße der Box-Innenfläche. Dazu können Sie entweder den Kontroller abmessen oder einfach im Datenblatt [4] des Kontrollers nachsehen. Unser Innenmaß ist $B = 56,6 \text{ mm}$, $L = 85,4 \text{ mm}$. Gehen Sie ins Menü Skizze und klicken Sie dort auf Skizzenbemaßung.

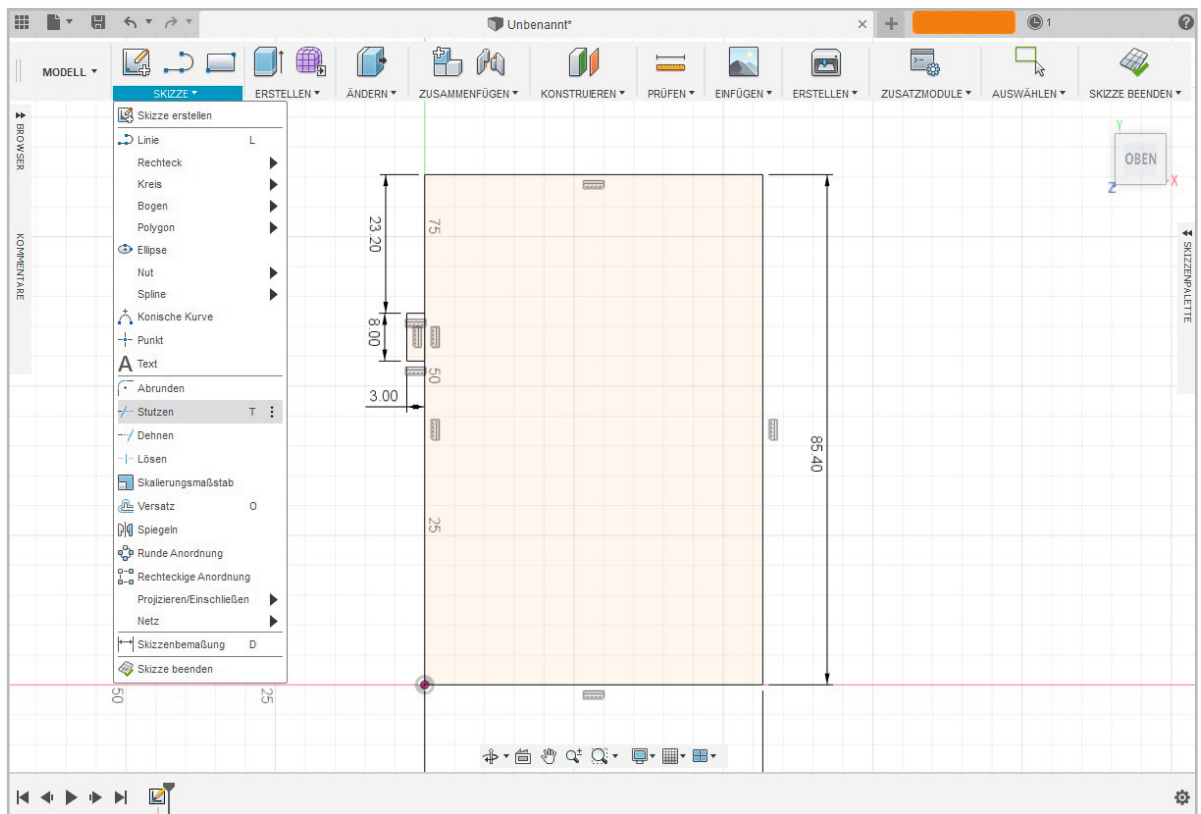


7 Nun erstellen Sie die Zapfenverbindung (Finger Joints) für die Grundplatte: Im Hinterkopf haben wir die Materialstärke der Holzplatte, die auf dem Lasercutter verwendet werden soll, in unserem Fall also 3 mm. Am einfachsten ist es, für die Verzahnung Rechtecke in entsprechender Materialstärke an das Grundrechteck anzufügen. Dazu gehen Sie noch mal auf den Befehl Rechteck mit zwei Punkten und zeichnen ein Rechteck irgendwo links an der Kante des großen Rechtecks. Das neu entstandene Rechteck bemessen Sie (\rightarrow Skizze/Skizzenbemaßung) mit 3 mm Breite und 8 mm Länge. Dann legen Sie die genaue Position des kleinen Rechtecks fest. Das machen Sie, indem Sie die obere Linie des kleinen Finger-Joint-Rechtecks und die obere Linie des Grundrechtecks anwählen und 23,2 mm als Abstand eingeben.



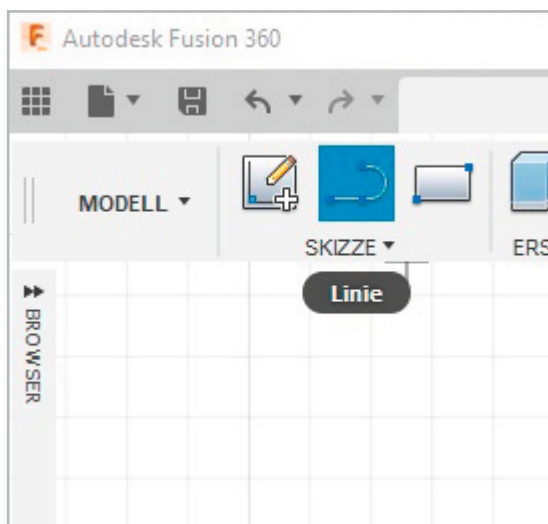


Nun stutzt (→ Skizze/ Stutzen) man die zueinander angrenzenden Linien der beiden Rechtecke. Dazu klicken Sie nach der Aktivierung des Stutzens einfach auf die rechte Linie des Finger-Joint-Rechtecks. Diese verschwindet nach dem Anklicken.



8 Kleiner Trick:

Legen Sie sich eine vertikale und eine horizontale Mittellinie ins Rechteck. Dadurch wird die Erstellung der kleinen Rechtecke für die Verzahnung durch die Spiegelfunktion erleichtert. Für die Erstellung der Mittellinien gehen Sie auf den Befehl „Linie“ ...

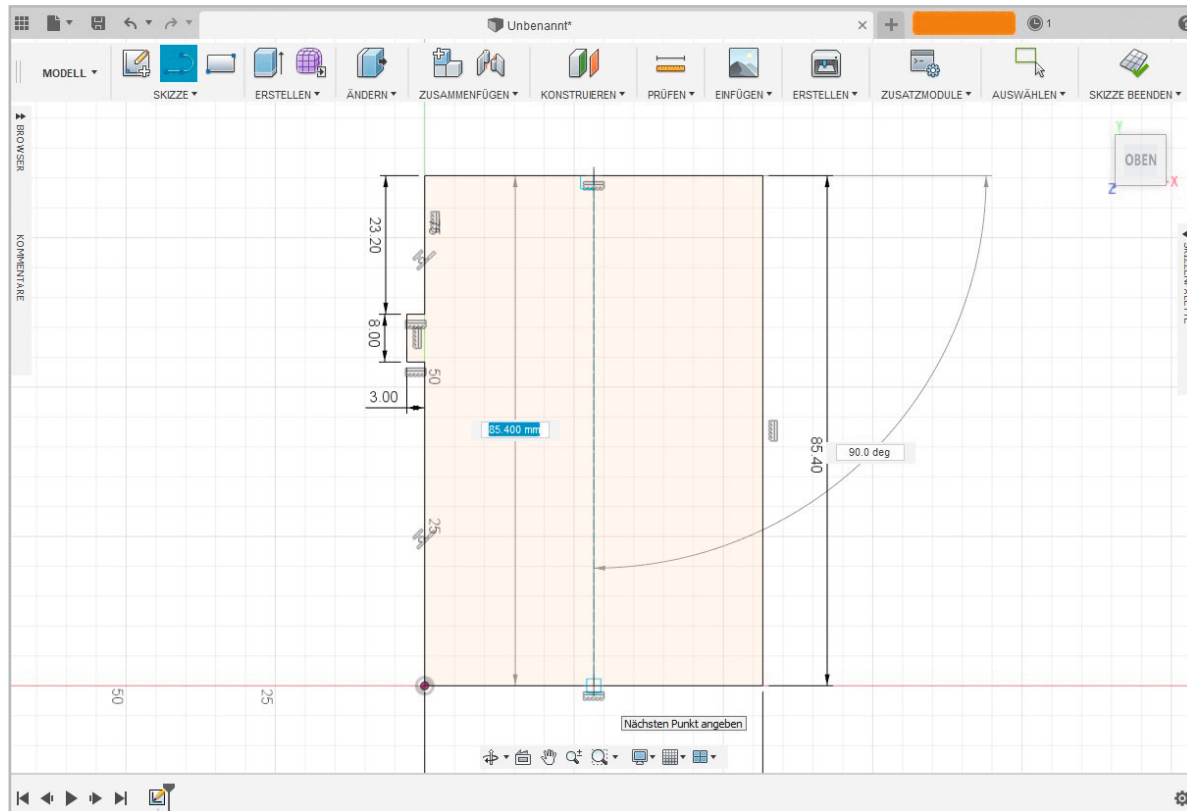


... und klicken dann auf den Mittelpunkt der Rechtecklinie. Dieser wird automatisch durch eine „Fang-Funktion“ von Fusion durch ein Dreieck und Kreuz angezeigt.





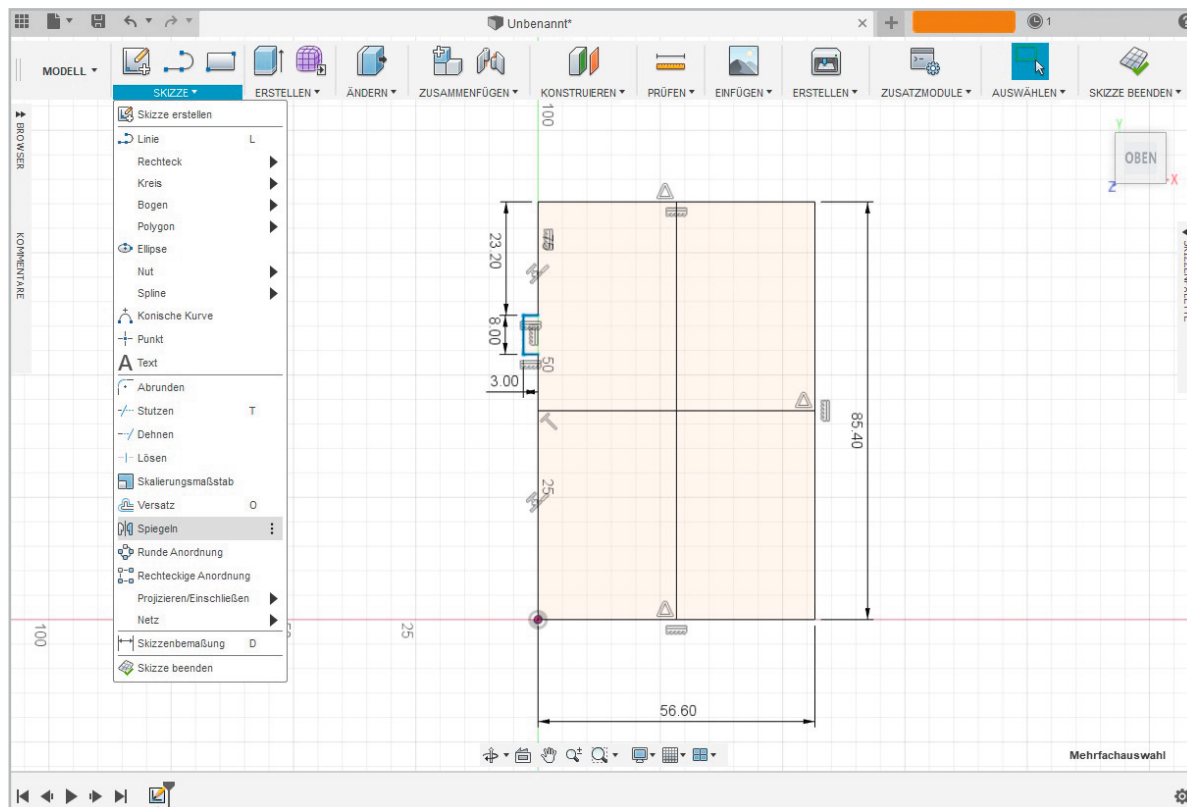
Den Cursor vertikal zum Mittelpunkt der unteren Linie bewegen und einen Klick machen. Fertig ist die vertikale Mittellinie.



Das gleiche machen Sie nun mit den horizontalen Mittelpunkten.

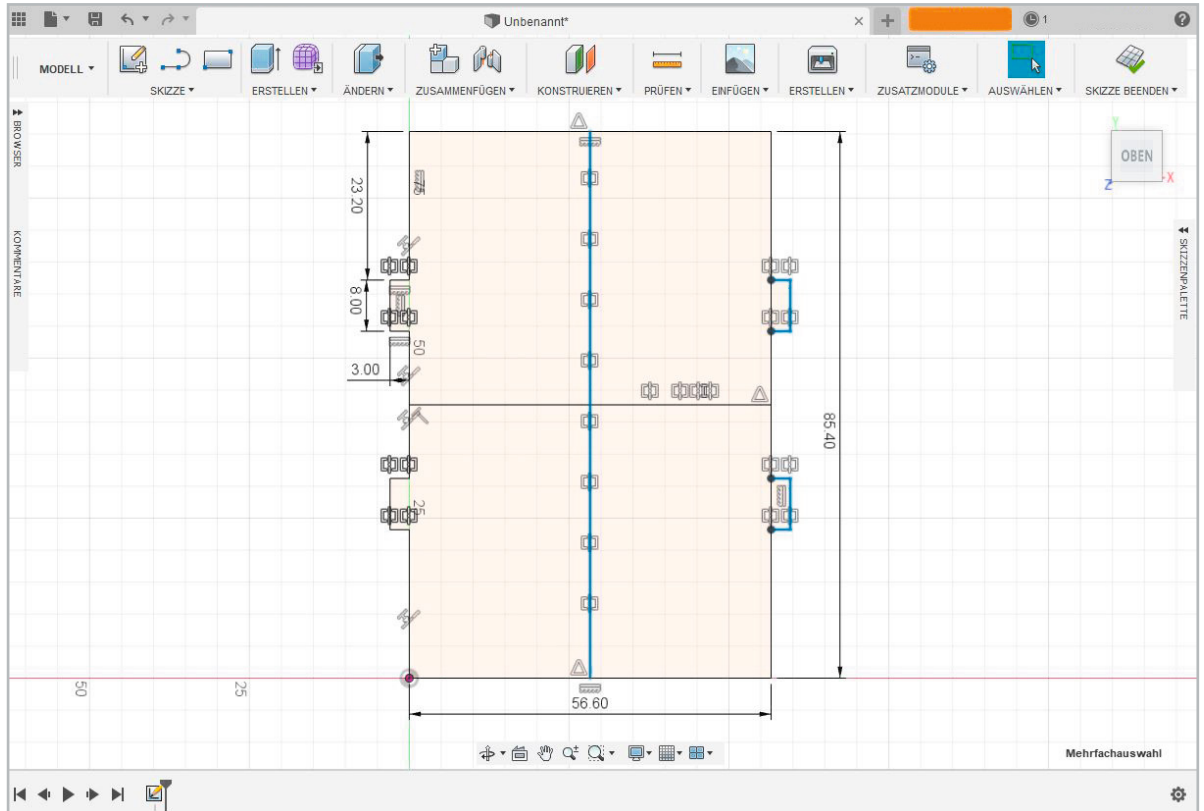
9 Nun spiegeln Sie (→ Skizze/Spiegeln) die verbleibenden drei Linien des Finger-Joint-Rechtecks um die horizontale Mittellinie.

Tipp: Sie können die Linien besser markieren, wenn Sie etwas heranzoomen.

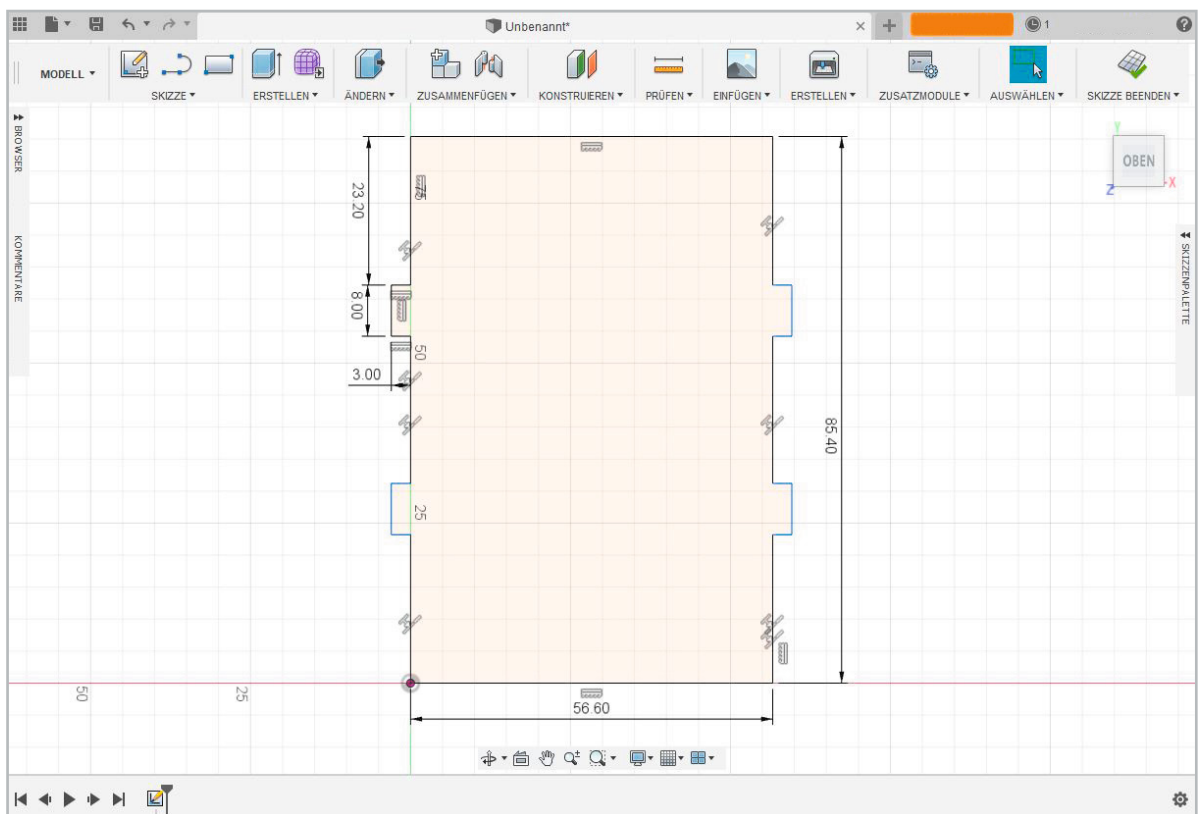




Markieren Sie die Linien der Verzahnung und die der zuletzt ausgeführten Spiegelung und spiegeln Sie (→ Skizze/Spiegeln) diese um die vertikale Mittellinie.

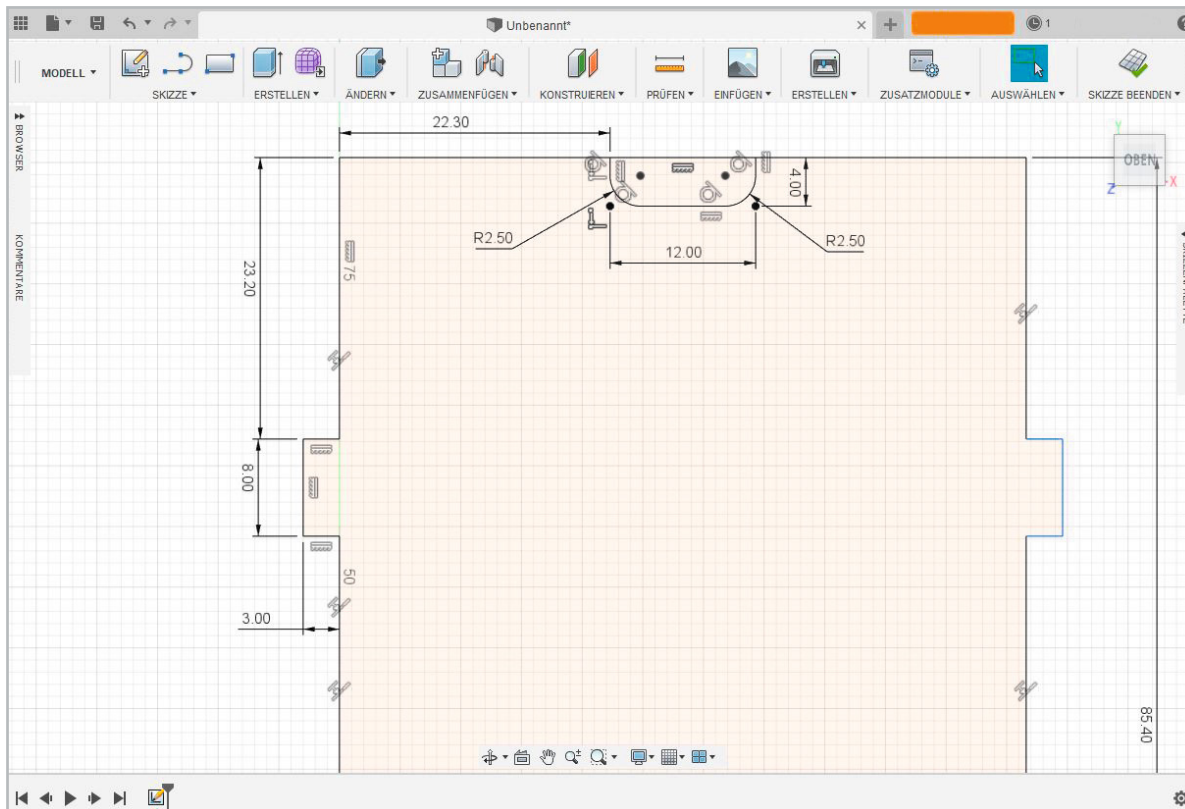
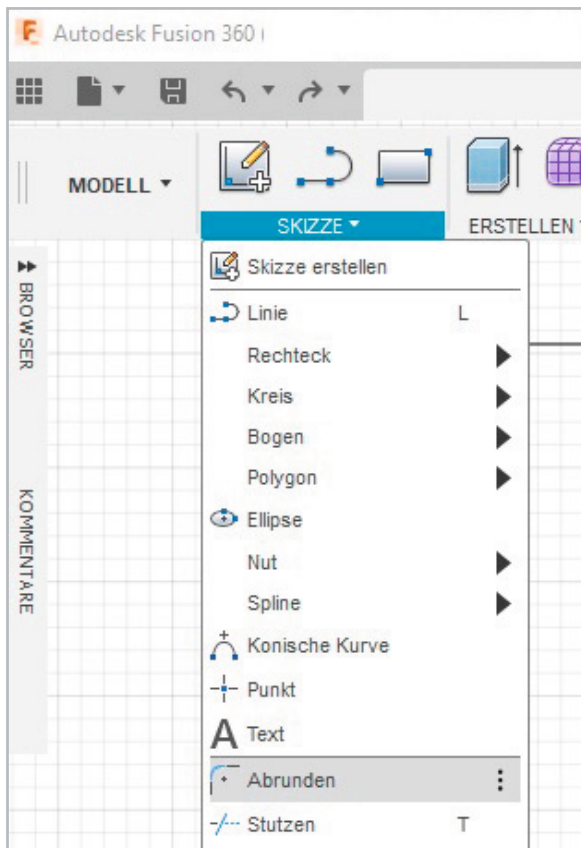


Danach stützen (→ Skizze/Stützen) Sie wieder die zueinander angrenzenden Linien und die Mittellinien. Schon haben Sie auf beiden Seiten der Grundplatte die Finger Joints.



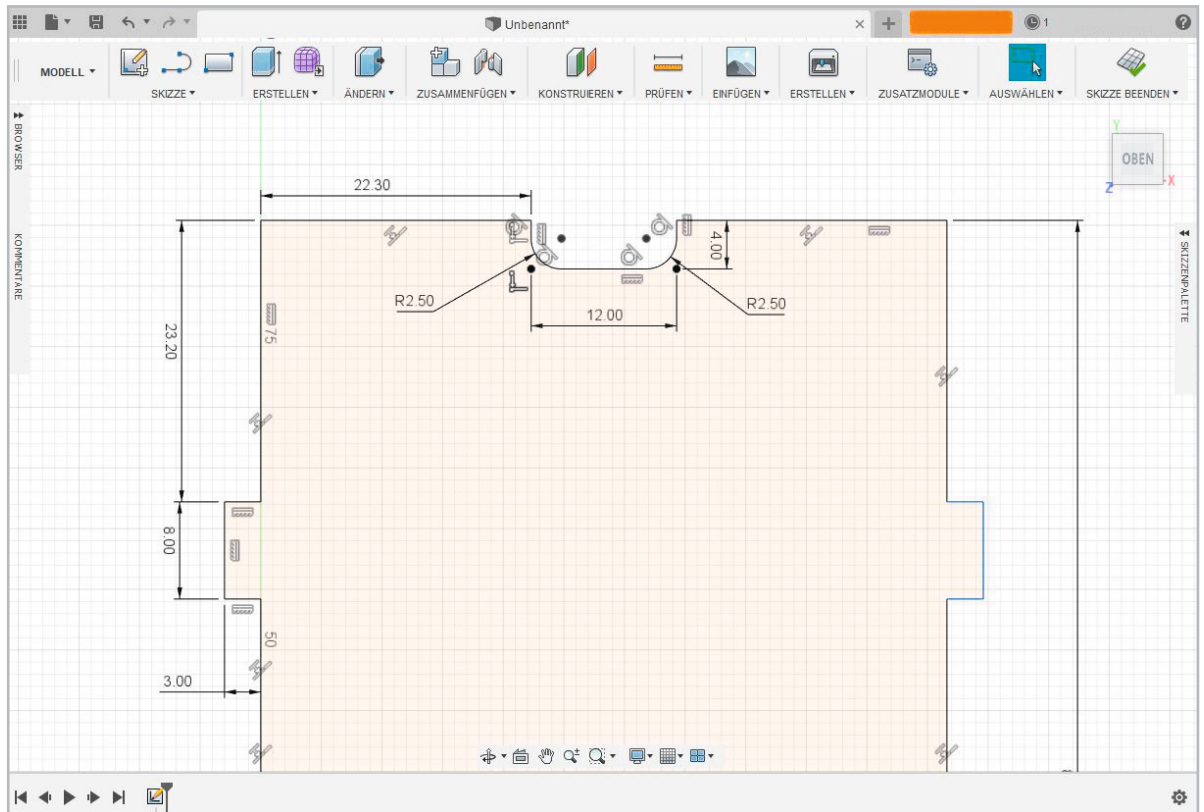


10 Jetzt fehlt nur noch eine kleine Aussparung am Kopf der Skizze: Um diese zu erstellen, zeichnen Sie wieder ein Rechteck und bemaßen (\rightarrow Skizze/Skizzenbemaßung) es mit 4×12 mm. Dieses Mal sitzt das Rechteck im Inneren des größeren Rechtecks. Geben Sie eine Eckenverrundung von $R=2,5$ mm (\rightarrow Menü Skizze/Abrunden) hinzu. Dann platzieren Sie das Rechteck $22,3$ mm von der linken Kante (Skizze \rightarrow Skizzenbemaßung).





11 Jetzt stutzen (→ Skizze/Stutzen) wir wieder die doppelte Linie.

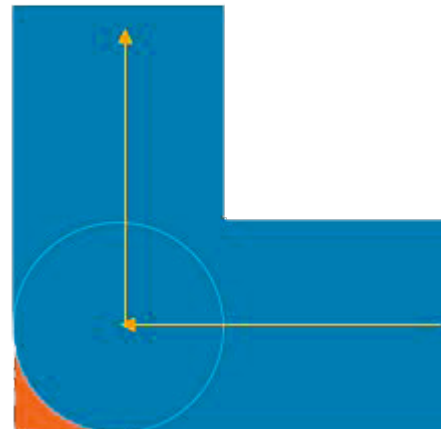


12 Für den Lasercutter benötigen Sie noch „Schnittnasen“, damit die Verzahnung auch exakt passend vom Laser ausgeschnitten werden kann. Würde man diese Aussparungen nicht in die Skizze einfügen, würde die Verzahnung nicht 100 % gelingen.

Hier ein Beispiel

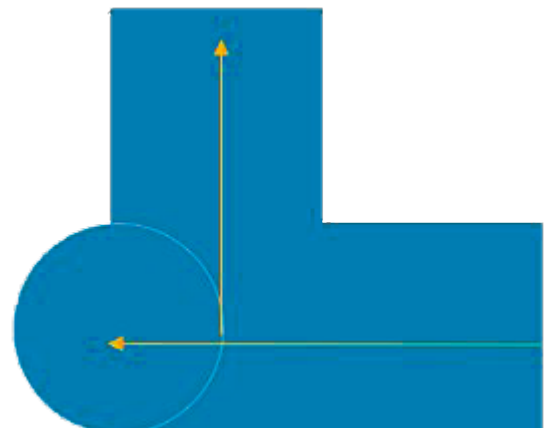
Problem:

Der Laser fährt mit seinem Durchmesser die Linie (gelb) entlang. Bei der Ecke würde der Laser den orangen Teil nicht entfernen, weshalb dann die Finger Joints nicht komplett ineinandergreifen würden.



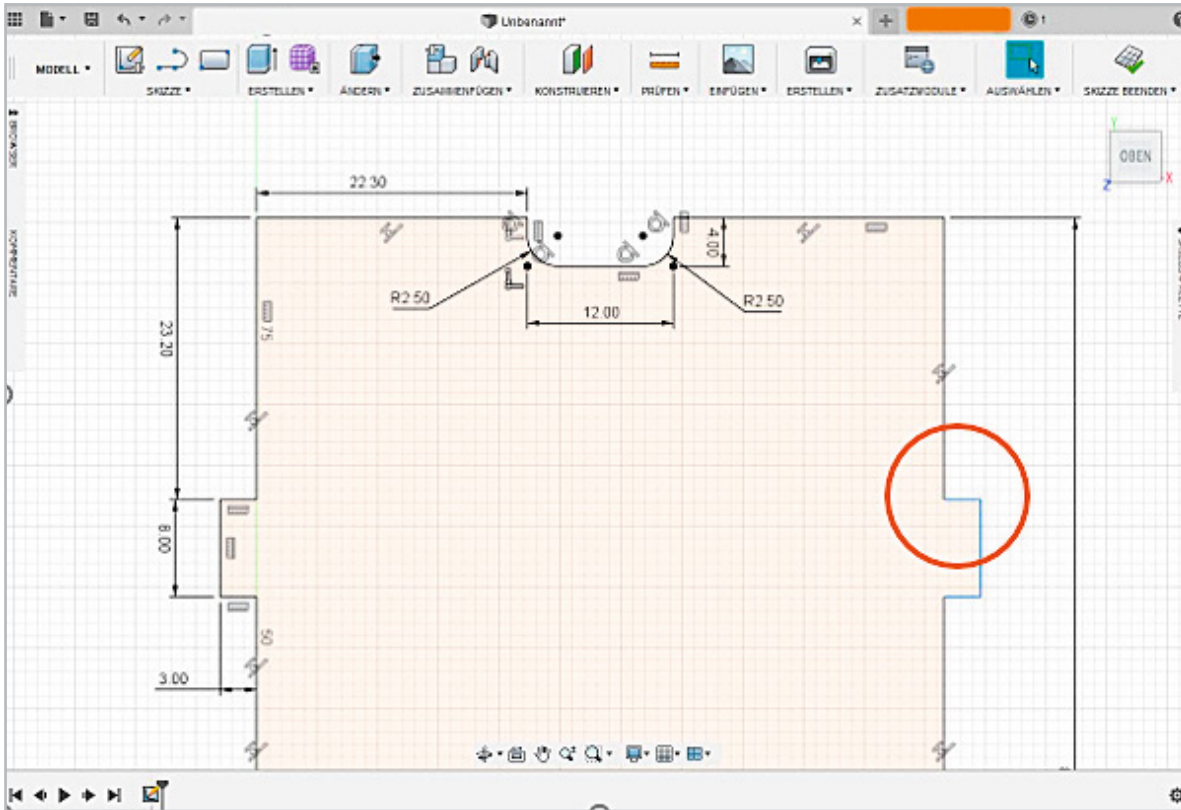
Lösung:

Um den orangen Teil dennoch zu entfernen, muss der Laser über den Schnittbereich hinausfahren.

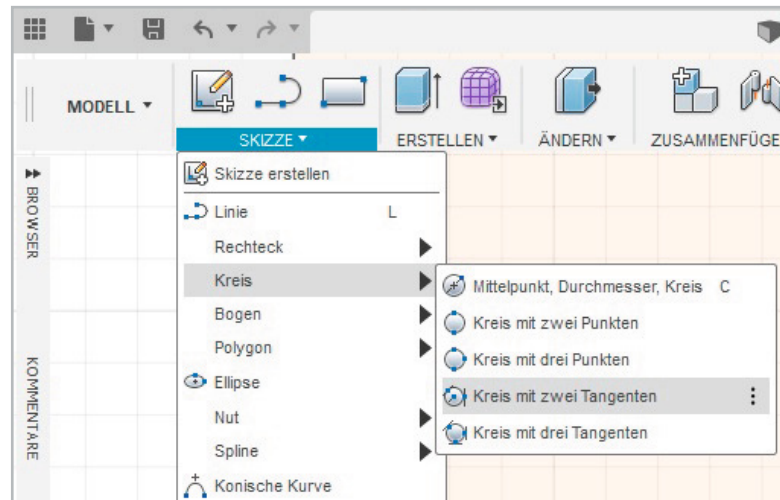




Nun gilt es, an allen Finger Joints „Schnittnasen“ zu erstellen. Es geht also um folgende Stelle(n):



Klicken Sie im Menü Skizze auf Kreis und wählen Sie Kreis mit zwei Tangenten.



Wählen Sie an den Finger-Joint-Ecken beide Tangenten nacheinander aus (grüne Linien, 1 und 2, Abb. A), bewegen Sie den Mauscursor, ziehen Sie einen Kreis und bemaßen Sie ihn mit 0,2 mm. Anschließend verbinden Sie den Kreis mit horizontalen Linien (3 und 4).

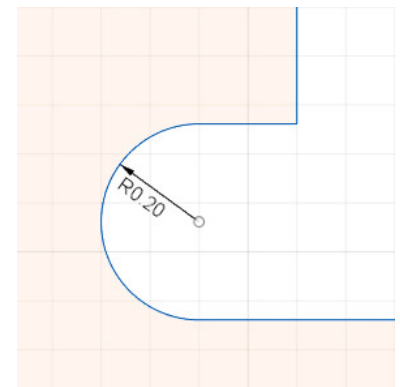
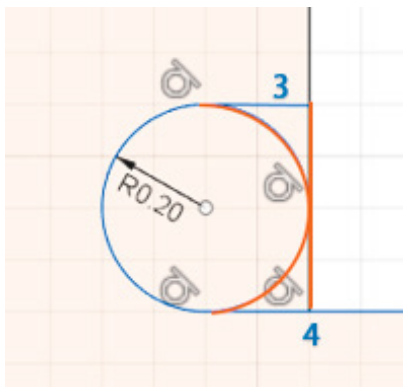
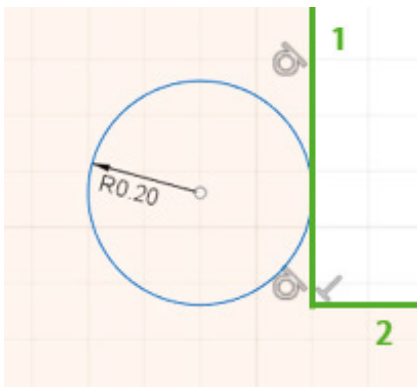


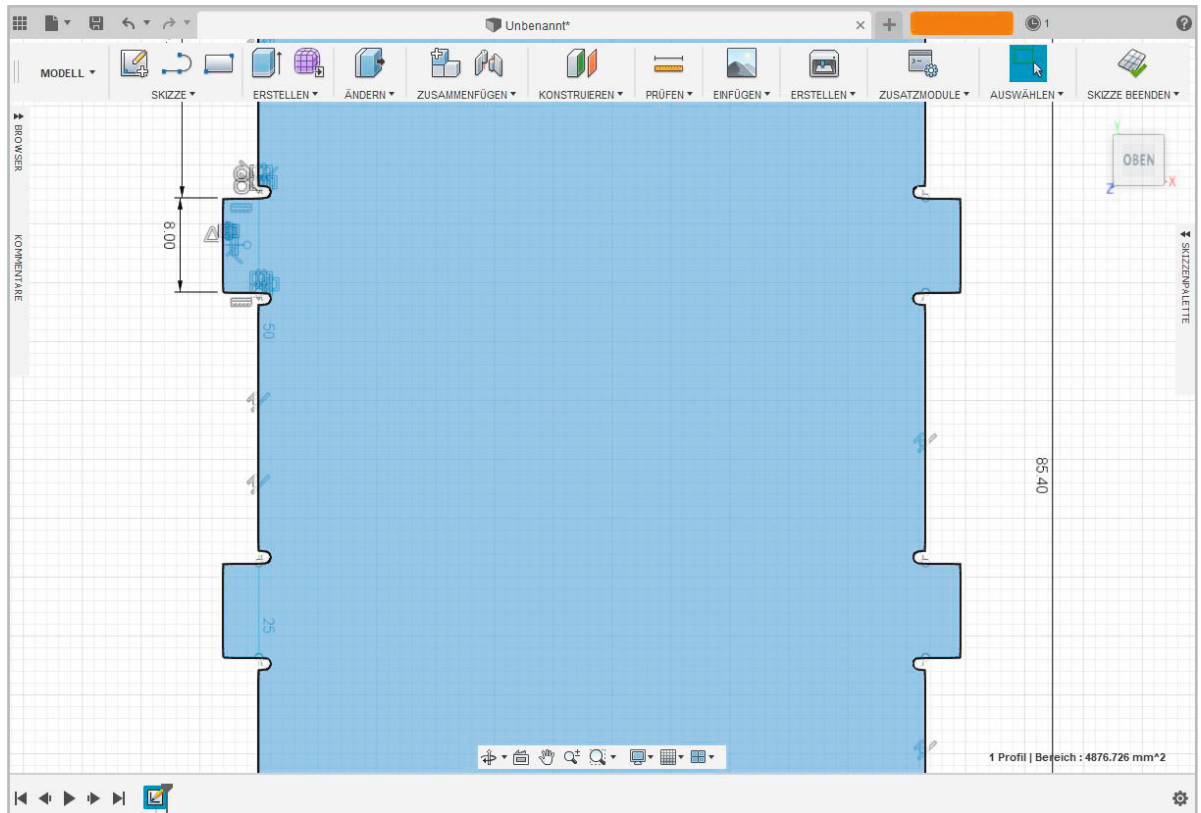
Abbildung A

Abbildung B

Abbildung C



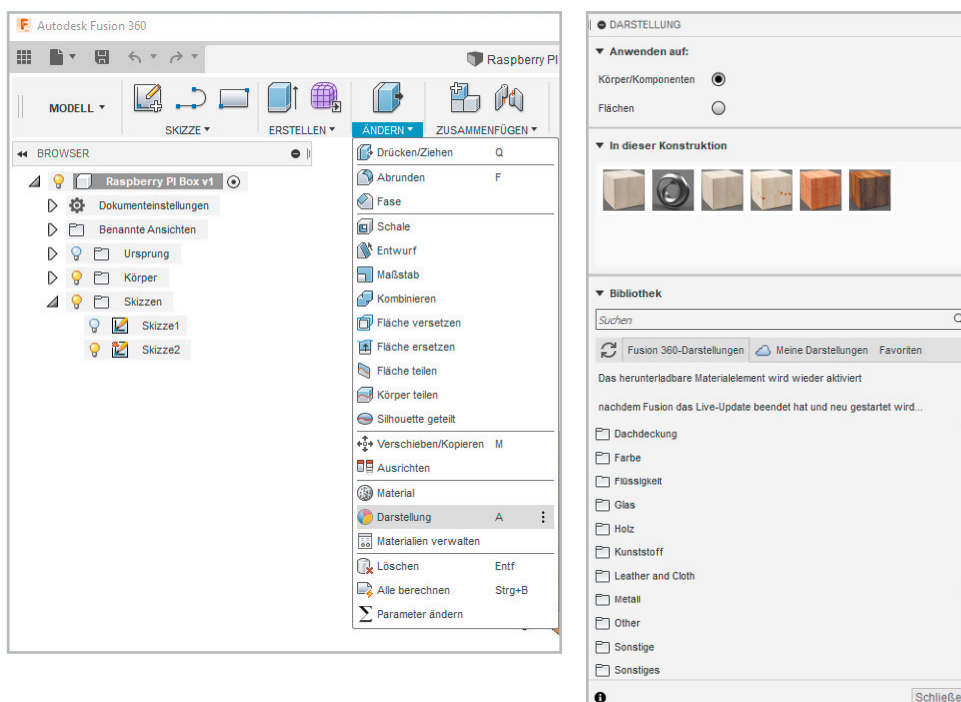
Dann stutzen Sie (→ Skizze/Stutzen) die inneren Linien (die orangen Linien, Abbildung B) weg, sodass nur eine Konturlinie erhalten bleibt (Abbildung C).



Nachdem die „Schnittnasen“ über die Spiegelfunktion an allen Finger Joints erstellt wurden, ist die Skizze der Grundplatte für den Lasercutter fertiggestellt.

13 Zum Schluss speichern Sie die Skizze als .dxf-Datei ab. Dieses Format wird für den Lasercutter benötigt.

Sie können sich in Fusion 360 auch die entstandene Grundplatte in 3D anschauen. Dazu gehen Sie auf „Erstellen“ und wählen „Extrusion“ aus und geben den Materialdickenwert (Extrusionshöhe) von 3 mm ein. Für die schönere Darstellung ist hier der extrudierten Platte noch ein Material hinzugefügt: Dazu gehen Sie auf → Ändern/Darstellung und wählen im Darstellungsamenü z. B. Holz aus. Ein Beispiel für eine Grundplatte aus Holz zeigt das Titelbild.





Auf diese Art und Weise können auch die weiteren Teile für das Gehäuse erstellt werden. Dazu mehr in der nächsten Ausgabe.

Für die Erstellung eines Bauteils gibt es noch die einen oder anderen Tricks und Funktionen.

Hier ein Beispiel: Statt alles erst in einer Skizze zu zeichnen, wie wir es jetzt gemacht haben, hätten wir auch direkt das Grundrechteck extrudieren und mithilfe einer zweiten Skizze alle Ausschnitte mit dem Befehl Extrusion und der Vorgangsauswahl (Extrafenster) „Ausschneiden“ erstellen können. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] Raspberry Pi Power-Controller:
www.elv.de: Webcode #10295
- [2] Kann ich Fusion 360 kostenlos nutzen?
<https://knowledge.autodesk.com/de/support/fusion-360/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/DEU/Do-I-qualify-for-free-use-of-Fusion-360.html>
- [3] Fusion 360 Integration with Eagle How-To:
www.autodesk.com/products/eagle/blog/fusion-360-integration-eagle/
- [4] Maße Raspberry Pi 3:
https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/mechanical/rpi_MECH_3bplus.pdf

CAD-Dateiformate

Im Bereich der CAD-Software gibt es zahlreiche Dateiformate (STL, AMF, DXF, OBJ, SVG, STEP usw.), die übergreifend gut bei den verschiedenen CAD-Programmen funktionieren, bei anderen weniger gut für die Weiterverarbeitung geeignet sind, und manche, die proprietär nur in der jeweils eingesetzten Software nutzbar sind. Zudem muss man beachten, dass sich bestimmte Dateiformate wie STL aufgrund ihrer Struktur nur bedingt bearbeiten lassen. Dateiformate wie DXF sind trotz der angehängten, eindeutigen Datei-zuordnung doch nicht immer „gleich“. Man muss hier also teilweise mit Inkonsistenzen bei der Bearbeitung rechnen.

Im Bereich der Privatanwender werden hauptsächlich zwei Dateiformate verwendet: STL für 3D-Daten und DXF für 2D-Daten.

STL

STL (Stereolithography bzw. Standard Tessellation Language) bildet Oberflächen von 3D-Objekten durch ein Netz aus aneinandergesetzten Dreiecken ab. Dabei ist wichtig, wie fein die Auflösung dieser Dreiecke ist bzw. wie klein sie sind, da sich daraus die Genauigkeit von z. B. Rundungen oder Wölbungen definiert.

Verwendet man STL-Dateien aus fremden Quellen (z. B. Thingiverse [1]), sollte man sich diese Dateien vor dem Druck genau anschauen, da es z. B. durch verdrehte Dreiecke zu nicht „wasserdichten“ Modellen füh-

ren kann. Solche fehlerhaften Modelle, die sich nicht slicen lassen (Modell wird für den 3D-Druck Schichtweise in Verfahrdaten umgewandelt) oder zu Fehlern im Druck führen, lassen sich mit Programmen, die solche Dateien analysieren, oft recht einfach reparieren. Software für die Reparatur von defekten Oberflächen sind beispielsweise Netfabb [2] (kostenpflichtig) oder Meshmixer [3] von Autodesk.

DXF

Beim DXF-Format handelt es sich um 2D-Daten z. B. für die Fertigung von Plattenmaterial auf einem Lasercutter (wie in unserem Fall bei dem Gehäuse für den Raspberry Pi Power-Controller) oder einer CNC-Fräse. Wir bauen mithilfe dieser Daten aus zweidimensionalen Elementen ein 3D-Objekt, das allerdings im Unterschied zum 3D-Druck nicht aus einem Stück ist, sondern durch Elemente in der Konstruktion (Nut, Feder, Verschraubung ...) zu einem dreidimensionalen Produkt wird.

Das DXF-Format stammt ursprünglich von der professionellen 3D-CAD-Software AutoCAD (Autodesk). Es gibt aber verschiedene Varianten, sodass unter Umständen eine mit AutoCAD generierte DXF-Datei bei einem Import in Fusion 360 nicht alle Daten vollständig wiedergibt, obwohl beide Programme vom gleichen Hersteller sind. Im Internet finden sich einige Online-Konverter, falls es Probleme bei der Bearbeitung mit diesem Dateiformat gibt.

[1] Thingiverse: www.thingiverse.com

[2] Netfabb: www.autodesk.de/products/netfabb/overview

[3] Meshmixer: www.meshmixer.com/faq.html