



# Von der Idee zum Objekt

## Einstieg in das Computer-Aided Design (CAD) Teil 1

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. In den folgenden Ausgaben des ELVjournal werden wir anhand eines konkreten Projekts Schritt für Schritt den Weg zu einem selbst erstellten Objekt beschreiben. Unser Vorhaben: die Konstruktion eines Gehäuses für den Raspberry Pi Power-Controller aus dem ELVjournal 2/2019.

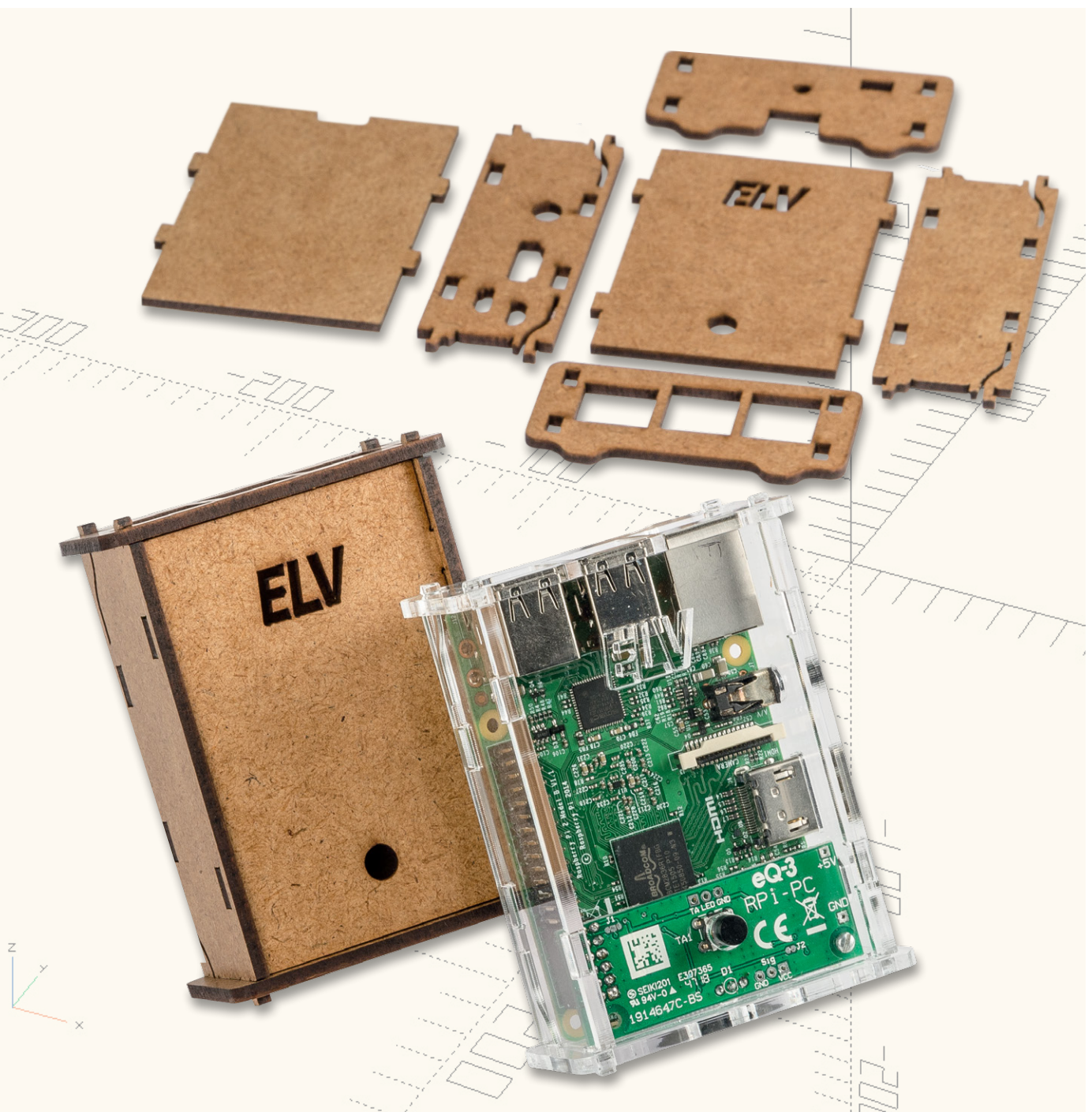
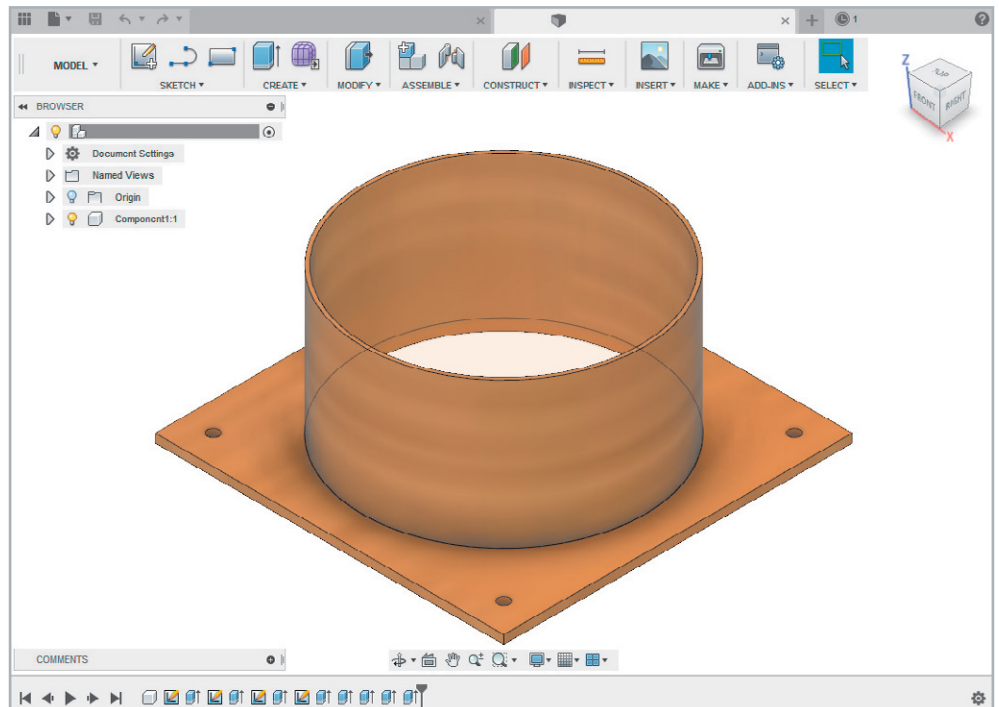




Bild 1: CAD-Beispiel mit Fusion 360



## Digitale Zeichnung

Bevor wir Daten für Lasercutter und Co. erzeugen, muss ein digitales Modell unseres späteren Objekts vorliegen. Dies kann eine Vorlage aus einer Online-Quelle wie Thingiverse [1], ein 3D-Scan oder eben die Konstruktion mit einem CAD-Programm (Computer-Aided Design – rechnerunterstütztes Konstruieren) sein. Wählen wir den letztgenannten Weg, muss zunächst eine digitale „Zeichnung“ des gewünschten Objekts konstruiert werden. Heute werden selbst im Hobbybereich einfache Zeichnungen nicht mehr mit Bleistift und Lineal erstellt, sondern mit sogenannten CAD-Programmen.

Diese Programme unterstützen den Konstrukteur bei der Modellierung beispielsweise von Körpern oder Baugruppen und erzeugen wichtige Informationen über das zu konstruierende Teil wie Flächeninhalte, Winkel, Linienstärken usw.

## CAD-Freeware

Doch wie fängt man nun damit an? Für den Einsteigerbereich werden heute kostenlose (Freeware) oder kostengünstige CAD-Programme wie Tinkercad [2], Fusion 360 (Bild 1, [3]), FreeCAD [4], Blender [5] oder OpenSCAD (Bild 2, [6]) bzw. Inkscape (2D, [7]), sowie zahlreiche weitere Anwendungen angeboten.

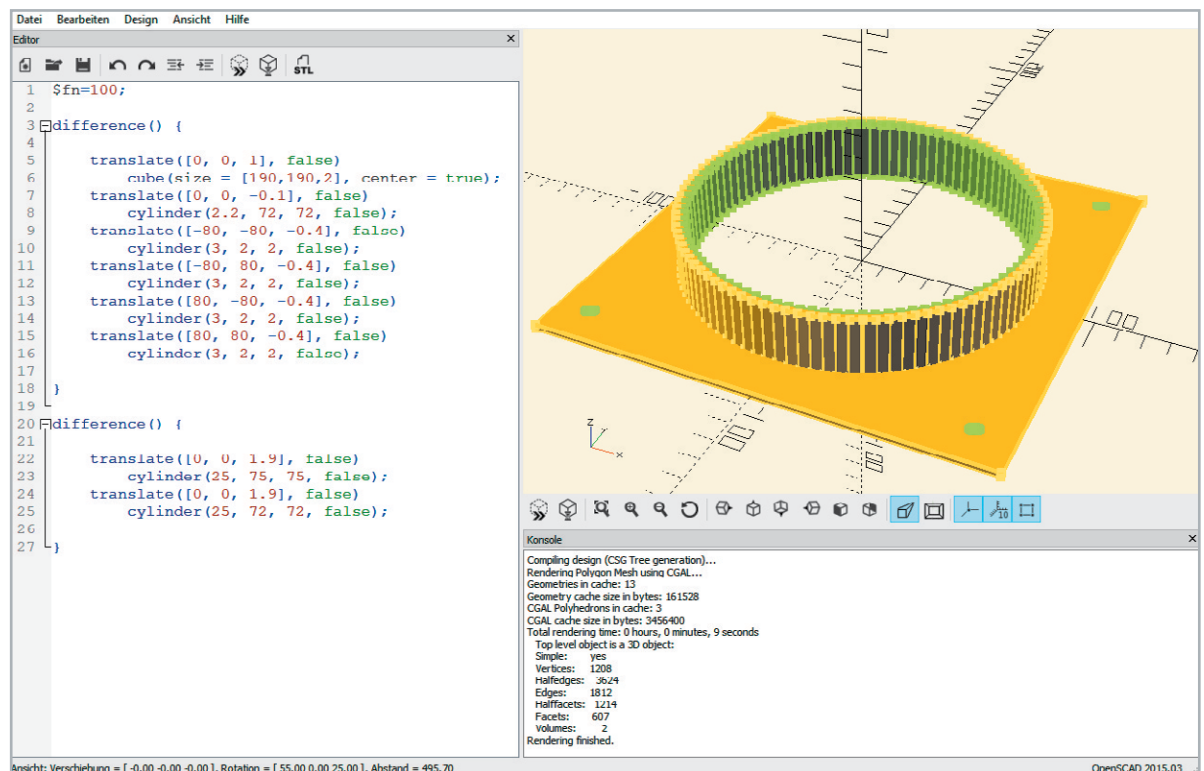


Bild 2: CAD-Beispiel mit OpenSCAD



Auch spezielle Tools, wie das für die einfache Herstellung von Boxen und ähnlichen Konstruktionen im Internet abrufbare Boxes.py [8] helfen bei der Erstellung von grundlegenden Konstruktionen.

Die Möglichkeiten der teilweise nah an die Profisoftware heranreichenden Anwendungen decken dabei ein enorm breites Spektrum ab. So eignet sich Blender beispielweise besonders gut für das organische Modellieren im 3D-Bereich. Fusion 360 ist mittlerweile ein sehr umfangreiches Programm für das parametrische, maßgenaue Modellieren geworden, das sogar Platinen, die im Eagle-Format erstellt worden sind, in das CAD-Modell integrieren kann. OpenSCAD schließlich basiert auf einem Ansatz, der mit Programmcode Objekte modelliert.

Im 2D-Bereich wird Inkscape – eigentlich ein umfangreiches Grafikprogramm – gern für das Konstruieren verwendet. Das bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass man nicht auch mit einem 3D-Programm einfache 2D-Konstruktionen verwirklichen kann.

Nur der Vollständigkeit halber seien die für den Profibereich genutzten Programme wie AutoCAD, SolidWorks, Autodesk Inventor oder Creo Parametric erwähnt, deren Lizenzen zum Teil mehrere Tausend Euro pro Jahr kosten und leistungsfähige Hardware verlangen.

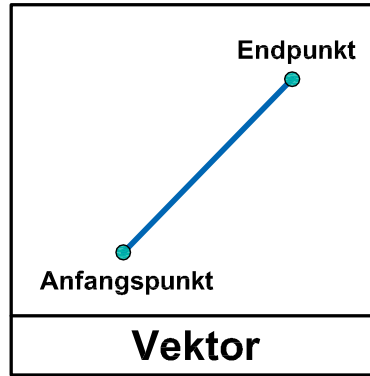


Bild 3: Der Vektor wird durch Anfangs- und Endpunkt (Länge) und Richtung gekennzeichnet.

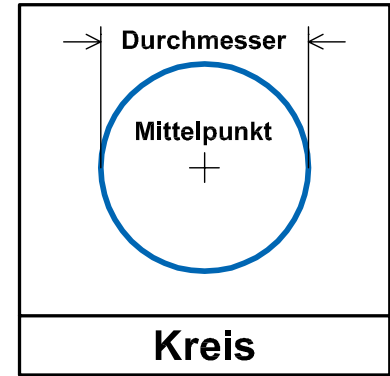


Bild 4: Ein Kreis mit Mittelpunkt und Radius bzw. Durchmesser

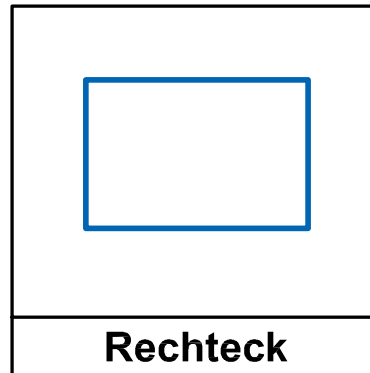


Bild 5: Recht- bzw. Viereck

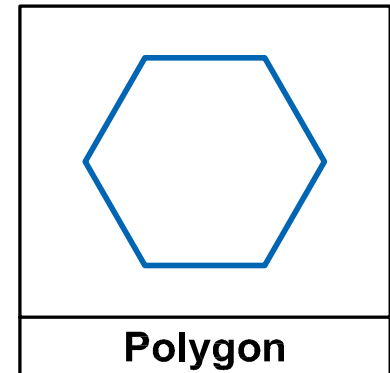


Bild 6: Polygon

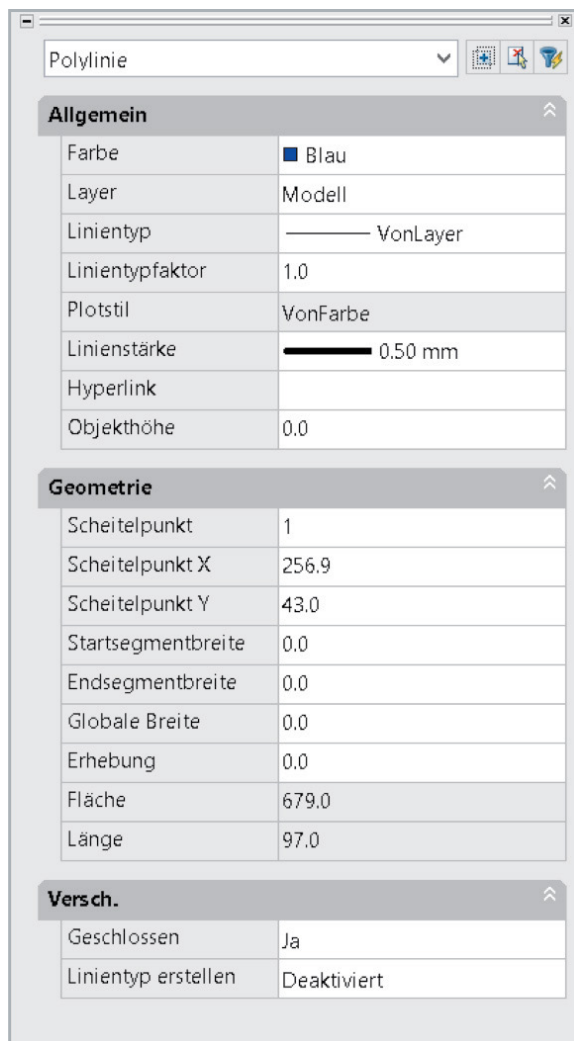


Bild 7: Beispiel für Objekteigenschaften

## Grundlagen

Wir möchten zeigen, wie man mithilfe einer CAD-Software ein aus „2D-Teilen“ bestehendes Gehäuse für den im ELVjournal 2/2019 vorgestellten Bausatz „Raspberry Pi Power Controller“ [9] am Bildschirm konstruiert.

Zu Beginn wollen wir uns die Funktionsweise eines CAD-Programms ansehen. Prinzipiell startet man heute Konstruktionen immer im 3D-Modus (X-, Y-, Z-Achse). Für unsere Zwecke – und um den Einstieg so einfach wie möglich zu halten – beginnen wir in zwei Dimensionen (2D) und damit mit dem Design auf der X- und Y-Achse. Durch die Art der Konstruktion (Verbindungsstücke wie Nut und Feder) können später die in 2D erzeugten Einzelteile zusammengesteckt werden und ergeben damit ein fertiges Gehäuse.

## Grundformen

Standardmäßig beginnt man immer damit, in einer „Skizze“ zu arbeiten. Man wählt eine Hauptansicht, z. B. die Draufsicht, und zeichnet z. B. ein einfaches Rechteck. Die meisten CAD-Systeme bedienen sich

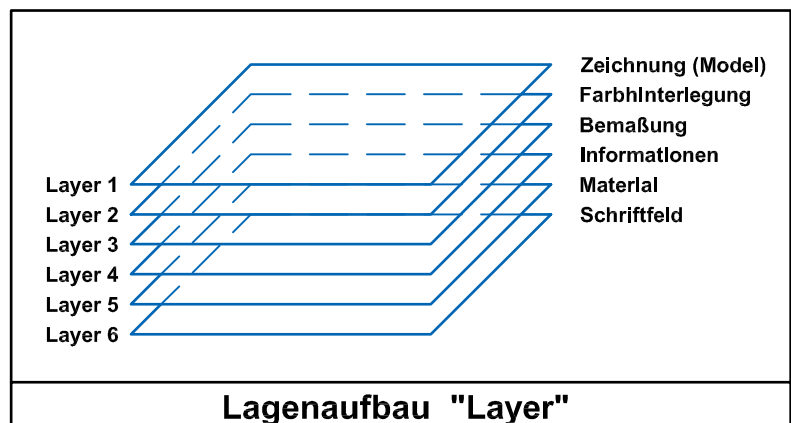


Bild 8: Lagenaufbau



der vektororientierten Darstellung, d. h. grafische Grundformen wie Linien, Kreise, Rechtecke benötigen Positions- und Werteangaben. Eine Linie (= Vektor) besteht daher nicht aus einer großen Anzahl von Punkten, sondern nur aus einem Anfangs- und einem Endpunkt (Bild 3) sowie der Richtung.

Ein Kreis entsteht durch die Position des Mittelpunkts und der Bestimmung des Außendurchmessers (Bild 4).

Ein Rechteck/Quadrat wird durch den Anfangspunkt und die Größe des Vierecks (Bild 5, Eingabe über die Tastatur oder Positionierung des Endpunkts diagonal zum Startpunkt) definiert.

Außerdem lassen sich durch Verbindung mehrerer Linien Vielecke, sogenannte Polygone, am Bildschirm erstellen (Bild 6).

Üblich ist heute die freie Positionierung der Elemente eines Designs im CAD-Programm. Es gibt allerdings auch die Möglichkeit zur Positionierung der Grafikelemente, beispielsweise durch individuell einstellbare Raster, bestehend aus Punkten oder Linien. Üblicherweise beginnt man bei dieser Vorgehensweise mit einem groben Raster und geht später beim Feintuning auf ein feineres zurück.

Wichtige Informationen wie Flächeninhalte, Winkel usw. lassen sich über Eigenschaftenfenster (Properties) einstellen bzw. abfragen. Zudem können Objekte über die Eigenschaftenfunktion, z. B. Farben, Muster, Linienbreiten usw. hinzugefügt werden (Bild 7).

Die Eingabetools in der Konstruktionsebene ähneln sich bei den CAD-Programmen. Zu Beginn einer Zeichnung stellen die meisten Anwendungen Vorlagen zur Verfügung, in denen Grundeinstellungen wie Größe, Raster, Linienbreiten, Schriftarten- und -größen schon hinterlegt sind.

Auch verschiedene Lagen, sogenannte „Layer“, sind u. U. vorgesehen, auf denen bestimmte Zeichnungsteile abgelegt werden können. Man kann sich diesen Lagenaufbau als mehrere, übereinanderliegende Transparentfolien vorstellen (Bild 8).

So können je nach Software zum Beispiel Bemaßungen oder Farbhinterlegungen auf einzelnen Layern abgelegt werden und sind somit ein- und ausschaltbar. Dadurch kann eine Zeichnung sehr übersichtlich gestaltet werden.

## CAD-Konstruktion

Was ist nun nötig, um ein Objekt wie unser Gehäuse für den Raspberry Pi Power-Controller zu konstruieren? Wir zeigen einige grundlegende Schritte am Beispiel des CAD-Programms „AutoCAD“. Vieles davon lässt sich aber auch vom Prinzip her für andere CAD-Programme übernehmen.

Für die Konstruktion eines Rechtecks mit den Abmessungen 100 x 50 mm (Bild 9) wählen wir beispielsweise das Rechteck-Tool aus der Menüleiste aus und setzen den ersten Eckpunkt auf die Position 0,0 durch Anfahren mit der Maus oder über Tastatureingabe.

Den zweiten Eckpunkt setzen wir über die Eingabe der Koordinaten im Eigenschaftenfenster oder per Maus. Ist das Rechteck fertig gezeichnet, entstehen

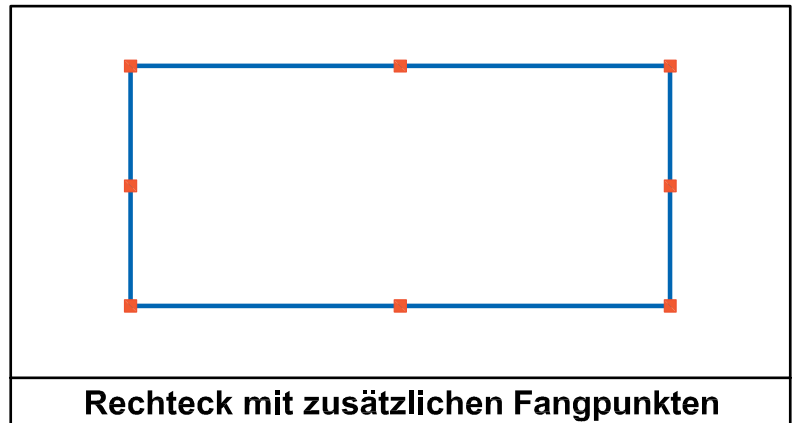


Bild 9: Beispielskonstruktion mit einem Rechteck

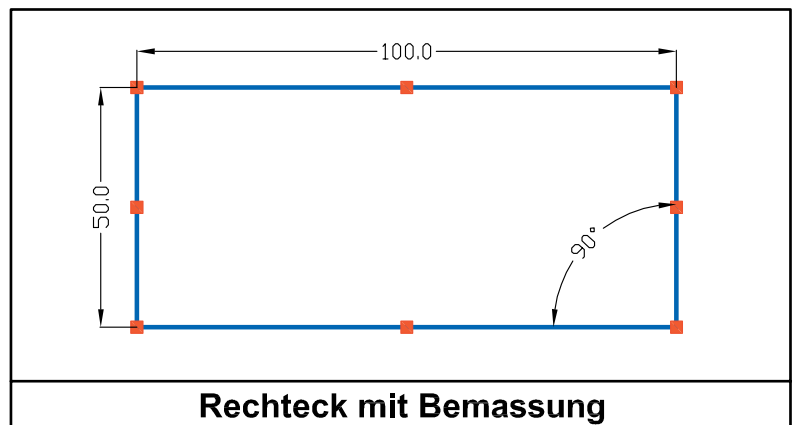


Bild 10: Bemaßung und Winkel

an den Ecken und in den Mittelpunkten einer jeden Linie Fang- oder Angreifpunkte, von denen die Konstruktion fortgeführt werden kann.

In einigen CAD-Systemen lässt sich durch Anklicken eines Fangpunkts die Ecke zu einer abgerundeten Ecke durch Eingabe eines Radius abwandeln. Das Rechteck kann dupliziert werden, um wiederkehrende Details in der Zeichnung einfach und schnell zu vervollständigen. Genauso verhält es sich mit Kreisen: Mittelpunkt vorgeben, Radius oder Durchmesser über Eigenschaften definieren, und schließlich ist der Kreis fertig. Die Eigenschaften der konstruierten Grafikelemente lassen sich jederzeit anpassen.

Mit einem Bemaßungstool lassen sich wichtige Maße einfügen. Anfangspunkt anklicken und einen Endpunkt anwählen und die Bemaßung auf eine geeignete Position ziehen. Klickt man auf zwei winkelbildende Linien, erhält man mit der Winkelfunktion den entsprechenden Winkel (Bild 10).

Beim Kreis erhält man nach Wahl den Durchmesser oder den Radius (Bild 11).

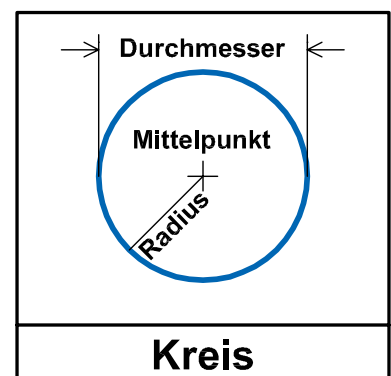


Bild 11: Bemaßung beim Kreis

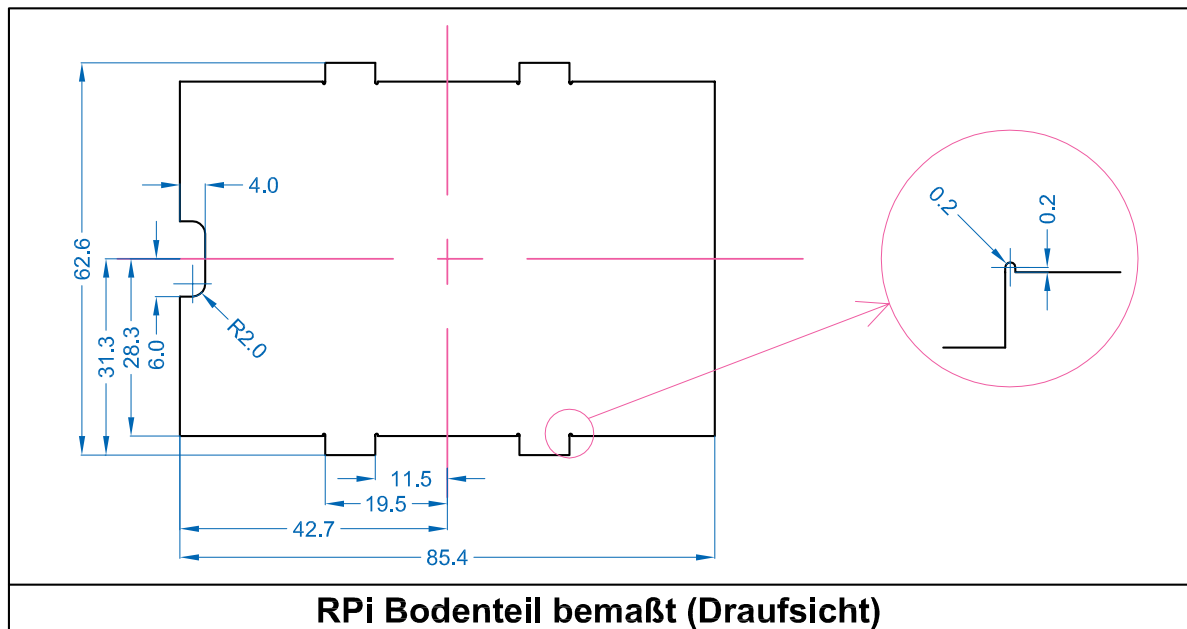


Bild 12: Bemaßung am Beispiel des Bodenteils des Raspberry-Pi-Power-Controller-Gehäuses

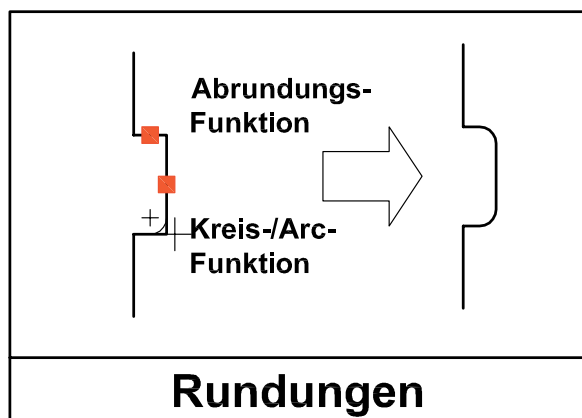


Bild 13: Abrundungsfunktion

Zeichnungen werden dabei grundsätzlich in einer Dreitafelprojektion dargestellt (siehe Titelbild oben).

Ansichten können mit und ohne unsichtbare Kanten (gestrichelt) erstellt werden. Bei symmetrischen Zeichnungen bietet eine Mittellinie (gestrichelt) Vorteile. In der Herstellung erzielt man eine höhere Genauigkeit, da sich die Einstellungen der Einrichtung auf den Mittelpunkt beziehen – zum Ändern wird die Bemaßung übersichtlicher dargestellt.

Die Bemaßung sollte sich dabei generell auf einen Punkt beziehen. Es gibt auch die Möglichkeit einer Kettenbemaßung – dort bezieht sich der Anfangspunkt auf das zuletzt vergebene Maß. Allerdings sollten Zeichnungen idealerweise so bemaßt sein, dass keine Maße errechnet werden müssen.

Die Programme bieten unterschiedliche Bemaßungstools – bei einigen klickt man nur auf eine Linie, und das Maß wird sichtbar, bei anderen wird ein Basispunkt und ein Endpunkt benötigt. Zeichnungsdetails werden dabei in größeren Ansichten dargestellt (siehe Kreis Bild 12).

Bei den Rundungen bieten einige Anbieter spezielle Tools wie zum Beispiel eine Abrundungsfunktion

(Bild 13), bei der zwei benachbarte Linien, die einen Winkel bilden, ausgewählt werden und einen Radius erfordern. Eine Rundung oder ein Radius lassen sich auch über die Kreisfunktion erstellen. Bei symmetrischen Werkstücken lässt sich der Zeichenaufwand durch Spiegelfunktionen erleichtern.

### Ausblick

Im ersten Teil unseres Einstiegs in das Computer-Aided Design (CAD) haben wir uns die Grundlagen beim digitalen Design von 2D- bzw. 3D-Objekten angeschaut. Im nächsten ELVjournal beginnen wir mit der Schritt-für-Schritt-Konstruktion unseres Gehäuses. Außerdem zeigen wir später weitere, einfache Konstruktionsbeispiele anhand von CAD-Freeware und deren unterschiedliche Herangehensweisen und geben einen kurzen Überblick über die verschiedenen Programme und deren Möglichkeiten sowie die verwendeten Dateiformate. Das fertig konstruierte Gehäuse stellen wir in der nächsten Ausgabe zum Download zur Verfügung. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Thingiverse: <http://www.thingiverse.com>
- [2] Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/>
- [3] Fusion 360: <https://www.autodesk.de/products/fusion-360/>
- [4] FreeCAD: <https://www.freecadweb.org/>
- [5] Blender: <https://www.blender.org/>
- [6] OpenSCAD: <https://www.openscad.org/>
- [7] Inkscape: <https://inkscape.org/de/>
- [8] Boxes.py: <https://www.festi.info/boxes.py/>
- [9] Raspberry Pi Power Controller: <https://www.elv.de/elv-power-controller-fuer-raspberry-pi-rpi-pc-bausatz.html>