

FreeCAD

Der einfache Praxiseinstieg




3D-Modellierung für Mechanik und Architektur

» Hier geht's
direkt
zum Buch

DIE LESEPROBE

Einfaches Konstruktionsbeispiel mit Part Design

Um sich mit den Arbeitsabläufen in FreeCAD vertraut zu machen, werden diesem Kapitel mit einer Aufgabenstellung aus dem Bereich PARAMETRISCHES BAUTEIL von den vielen Arbeitsbereichen nur die benutzt, die für ein einzelnes Bauteil nötig sind:

- PART DESIGN  – für die 3D-Volumenkonstruktion (Bauteil starten, Mit Part Design Volumenkörper erzeugen und Aussparungen in Part Design generieren/6)
- SKETCHER  – für die 2D-Basis-Zeichnungen der Volumenkörper (In den Skizziermodus wechseln und Skizze für Aussparungen)
- TECHDRAW  – zur Ableitung der 2D-Ansichten der Werkstattzeichnungen (Abschnitt 2.2)

2.1 Erste einfache Bauteil-Konstruktion

2.1.1 Bauteil starten

Starten Sie FreeCAD mit der Option NEUE DATEI – PARAMETRISCHES BAUTEIL (Abbildung 2.1). In der aktuellen Version wird damit schon die Grundlage für eine standardmäßige 3D-Konstruktion gelegt.

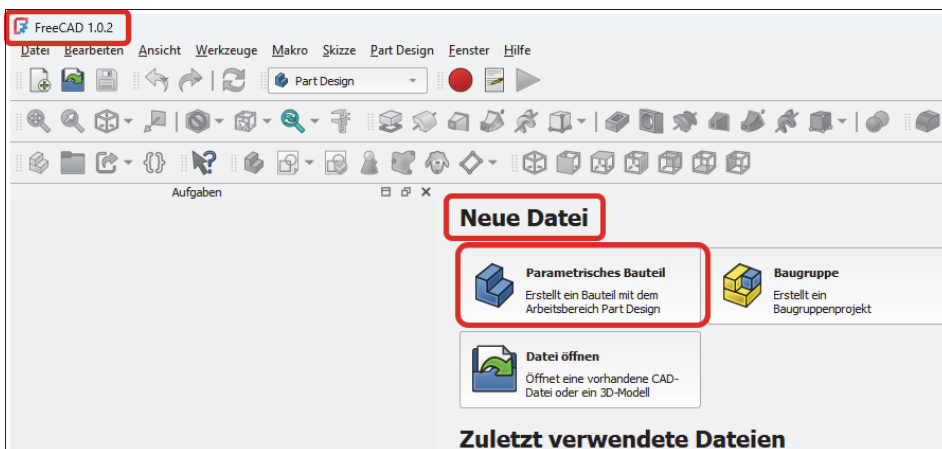



Abb. 2.1: Beginn einer Bauteil-Konstruktion

Kapitel 2

Einfaches Konstruktionsbeispiel mit Part Design

Der Name des Bauteils (Abbildung 2.2) ist zunächst noch **Unbenannt**. Mit dem Befehl **SPEICHERN**  können Sie einen sinnvollen Namen vergeben wie z.B. **Bauteil-1**. Das benutzte Format ist standardmäßig **FreeCAD Dokument (FCStd)**.

Unter **MODELL** finden Sie den Anfang einer Baumansicht, unter der die Hierarchie der Konstruktionshistorie der Objekte angezeigt wird. Sie besteht zunächst nur aus dem Bauteilnamen, der Kategorie **KÖRPER** für das zu erstellende Teilevolumen und dem Basispunkt mit der Bezeichnung **URSPRUNG**.

Wenn Sie den Basispunkt mit einem Klick auf **>** aufblättern, finden Sie die geometrische **POSITION** des Nullpunkts mit den Koordinaten ($x=0$, $y=0$, $z=0$). Unter **ACHSE** wird der Normalenvektor für die vorgegebene Konstruktionsebene mit ($\Delta x=0$, $\Delta y=0$, $\Delta z=1$) angezeigt. Der Normalenvektor steht senkrecht auf der xy -Ebene und zeigt in z -Richtung. Mit **WINKEL 0°** wird eine mögliche Drehung der Zeichenebene um die z -Achse auf null gesetzt. Damit ist alles bereit, dass Sie nun einen ersten Umriss Ihrer Konstruktion in der xy -Ebene zeichnen können.

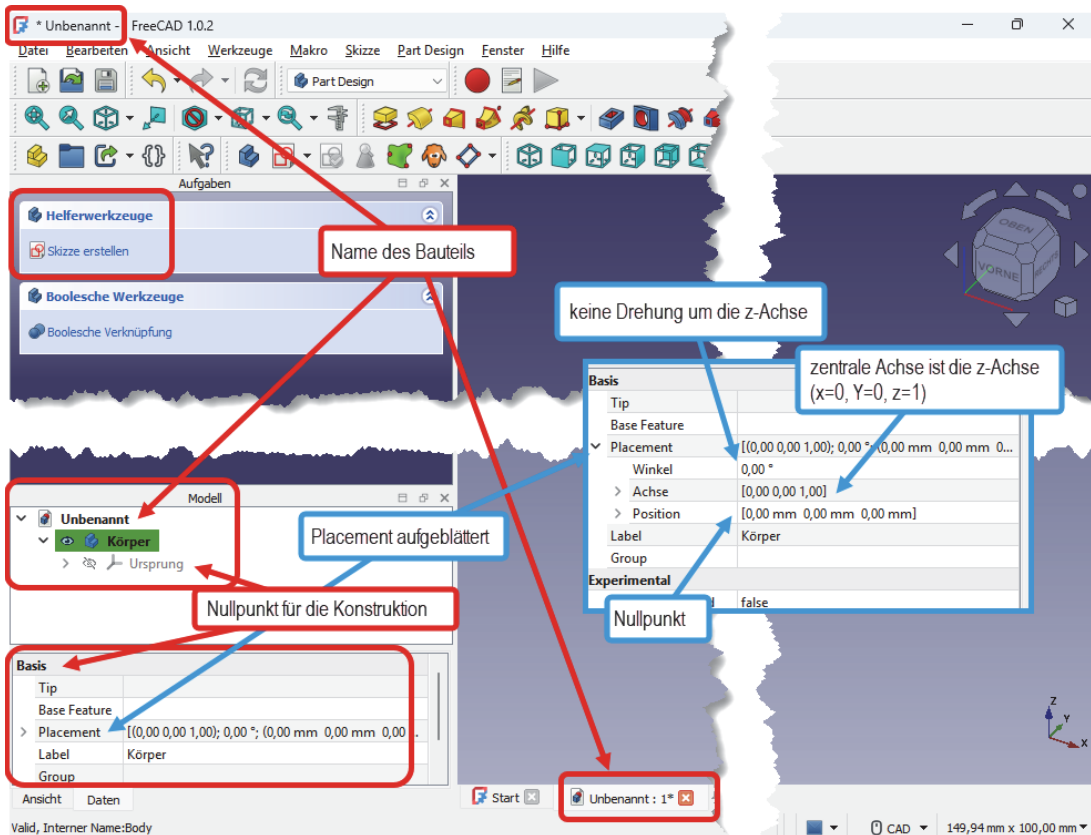


Abb. 2.2: Grundeinstellungen für erstes Bauteil

Die Konstruktion soll eine Schreibzeug-Ablage nach Abbildung 2.3 sein. Sie hat die Außenmaße **255 mm x 115 mm**, ist **20 mm** hoch und hat vier Vertiefungen von **15 mm**, um Schreibutensilien zu lagern. Für das Zeichnen der Konturen ist nun der Arbeitsbereich SKETCHER nötig.

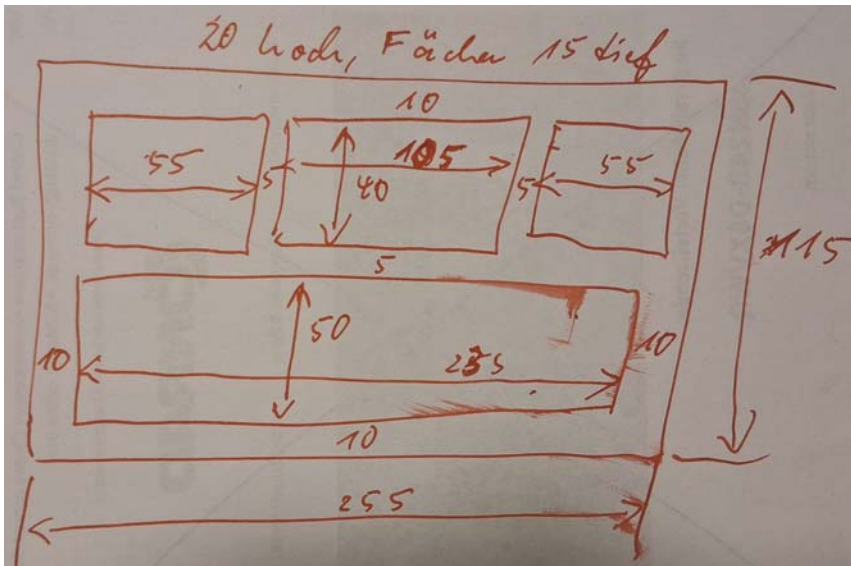
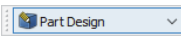




Abb. 2.3: Handskizze für Schreibzeug-Ablage

2.1.2 In den Skizziermodus wechseln

Um in den Skizziermodus, d.h. den Arbeitsbereich SKETCHER  zu kommen und die Skizze zu beginnen, gibt es mehrere Wege.

- Sie können in der Drop-down-Liste des Arbeitsbereichs PART DESIGN  auf SKETCHER  umschalten (Abbildung 2.4) und dort dann in der Symbolleiste SKETCHER-BEARBEITUNGSMODUS das Werkzeug SKIZZE ERSTELLEN  wählen.
- Sie können auch im Arbeitsbereich PART DESIGN bleiben und über die Symbolleiste PART DESIGN HELFER (Abbildung 2.5) in einer Drop-down-Liste SKIZZE ERSTELLEN wählen.
- Am schnellsten können Sie in der AUFGABEN-Liste einfach die angebotene Funktion SKIZZE ERSTELLEN aktivieren. Es wird dann auch automatisch der Arbeitsbereich SKETCHER mit den 2D-Zeichenbefehlen aktiviert (Abbildung 2.6).

Kapitel 2

Einfaches Konstruktionsbeispiel mit Part Design

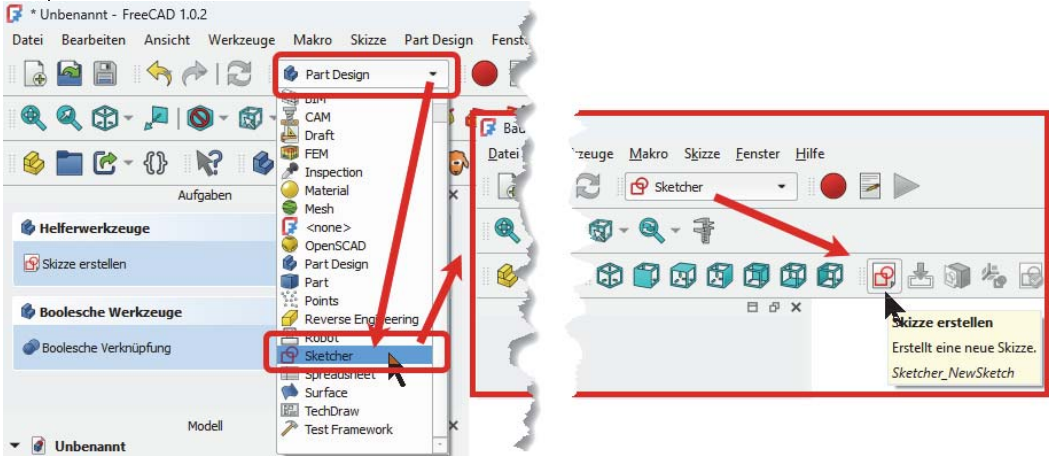


Abb. 2.4: Wechsel in den Arbeitsbereich SKETCHER und Skizze beginnen



Abb. 2.5: Skizze über PART DESIGN HELFER starten

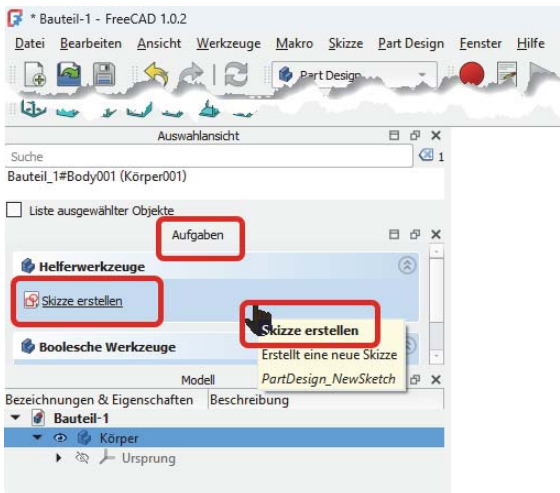


Abb. 2.6: Skizze über AUFGABEN-Liste erstellen

Zu Beginn der Skizze müssen Sie nun eine Konstruktionsebene aus den angebotenen orthogonalen Ebenen auswählen. Normalerweise wählen Sie die XY-EBENE mit einem Klick auf den Rand. Daraufhin schaltet das Programm in den 2D-Skizziermodus um und zeigt die xy-Ebene mit roter x-Achse und grüner y-Achse in Draufsicht im Zeichenfenster an (Abbildung 2.7). Unter Modell ist nun im Strukturbaum der neue Knoten SKETCH entstanden. Hier können Sie die 2D-Zeichenbefehle benutzen, um Ihre Geometrie zu erstellen.

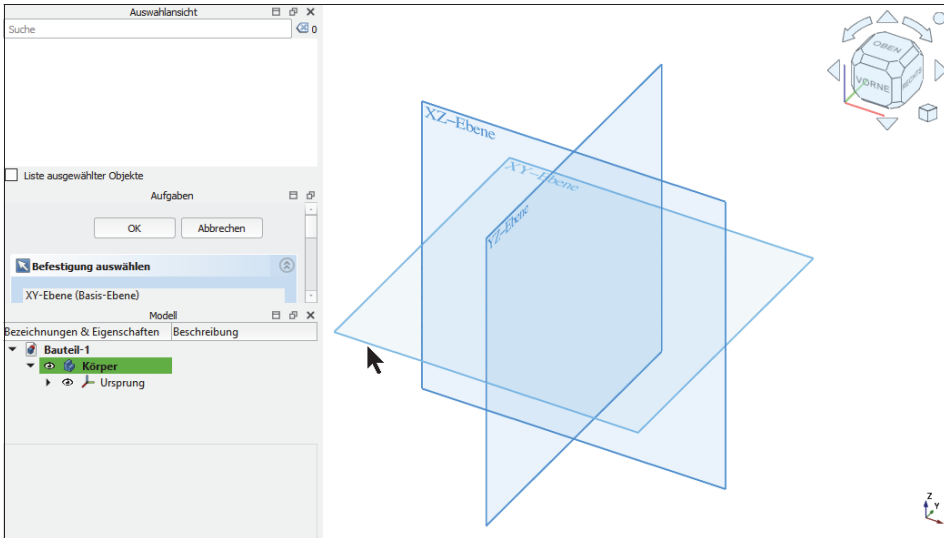


Abb. 2.7: Auswahl der xy-Ebene als Skizzierebene

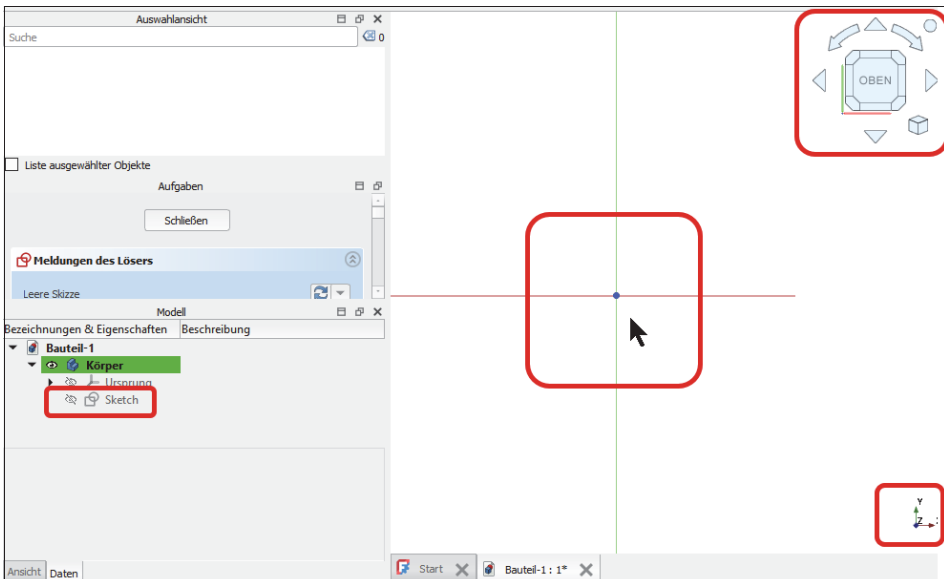


Abb. 2.8: Skizziermodus in Draufsicht

Die wichtigsten Zeichenbefehle finden Sie im SKETCHER (Abbildung 2.9) in den Symbolleisten

- SKIZZENGEOMETRIEN – zum Erstellen der geometrischen Objekte,
- SKETCHER-WERKZEUGE – zum Bearbeiten und Verfeinern der Geometrien und
- SKETCHER-RANDBEDINGUNGEN – zum Bemaßen und Erzeugen von geometrischen Abhängigkeiten.

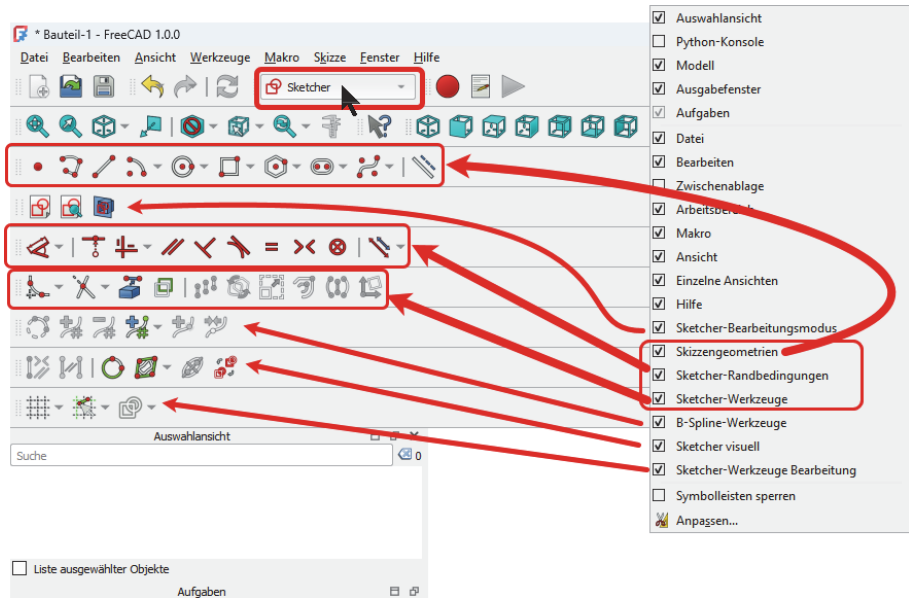


Abb. 2.9: Symbolleisten im Arbeitsbereich SKETCHER

Cursor einrasten lassen

Bevor Sie die erste Kontur für die Schreibzeug-Ablage zeichnen, lohnt es sich, das Zeichenraster passend einzurichten, damit Sie möglichst wenig Koordinaten eintippen müssen, sondern möglichst viel Rasterpunkte anklicken können. Wenn Sie die Handskizze (Abbildung 2.3) betrachten, können Sie feststellen, dass ein 5-mm-Raster ideal für die Konstruktion wäre. Dafür aktivieren Sie über die Menüfunktion BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN den Einstellungsdialog (Abbildung 1.24 in Kapitel 1). Unter RASTERABSTAND geben Sie dort **5 mm** ein und schließen mit ANWENDEN ab. Wenn Sie diese Einstellung für weitere Zeichnungen brauchen, beenden Sie das Programm und starten neu.

In der Symbolleiste SKETCHER-WERKZEUGE BEARBEITUNG (Abbildung 2.10) finden Sie eine weitere Einstellmöglichkeit für die Rasterweite, die aber nur lokal in der aktuellen Zeichnung gilt. Zum Ein- und Ausschalten der Anzeige klicken Sie direkt auf das Werkzeug, grünes Icon bedeutet aktive Anzeige. Das zweite Werkzeug aktiviert das Einrasten der Cursorposition auf dem Raster und/oder auf charakteristischen Punkten (Endpunkte, Mittelpunkte usw.) von Objekten.

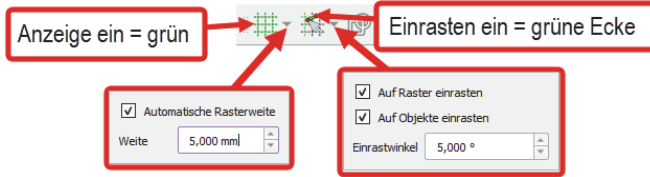



Abb. 2.10: Rasterweite und Einrasten eingestellt

Ein Rechteck zeichnen

Nun könnten Sie die Kontur für unser erstes Bauteil mit dem Befehl RECHTECK  zeichnen. Für den ersten Punkt klicken Sie am besten auf den Nullpunkt, an dem der Cursor einrastet. Damit Sie mit den zweiten Punkt die Position $x=255$, $y=115$ erreichen, müssen Sie etwas zoomen. Dabei kann es passieren, dass das Raster nur noch mit schwachem Fading angezeigt wird und der Cursor nur noch auf dem Hauptraster einrastet. Dann wäre zu prüfen, ob die AUTOMATISCHE RASTERWEITE (Abbildung 2.11) aktiv ist, und dann kann man mit etwas PAN (Maus mit gedrücktem Mausrad bewegen) und etwas ZOOM (Mausrad rollen) die Darstellung derart verschieben und wieder vergrößern, dass das Raster normal sichtbar wird und auch der Cursor wieder einrastet.

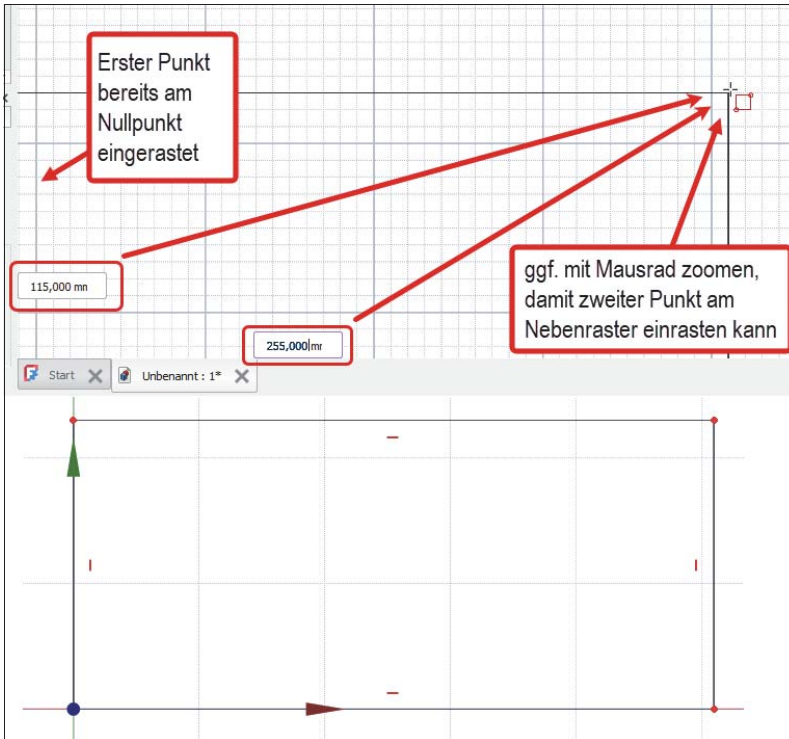






Abb. 2.11: Rechteck über Einrasten konstruieren

Randbedingungen bzw. geometrische Abhängigkeiten

Nachdem das Rechteck konstruiert ist, beenden Sie den Befehl mit `Enter`. Das Rechteck besteht aus vier Linien und trägt noch einige rote Markierungen, Punkte in den Ecken und kurze Striche parallel zu den Linien. Das sind die RANDBEDINGUNGEN, auch CONSTRAINTS oder geometrische Abhängigkeiten genannt, die automatisch erzeugt wurden. Die Linien wurden in den vier Eckpunkten als zusammenhängend erkannt und bekamen so die Abhängigkeit KOINZIDENT  zugeordnet. Für die RANDBEDINGUNG KOINZIDENT unterscheiden sich die Icons in der Zeichnung und in der Randbedingungsliste. In der Zeichnung erscheint dafür ein *roter Punkt*, während in der Liste der RANDBEDINGUNGEN ein *Kreuz* erscheint. Außerdem liegen sie HORIZONTAL  und VERTIKAL  und erhielten die entsprechenden Strichsymbole. Da die linke untere Ecke des Rechtecks auf dem Nullpunkt eingerastet ist, wurde dieser Punkt mit KOINZIDENT  zusätzlich auf den Nullpunkt fixiert. Abbildung 2.12 zeigt die Zuordnungen.

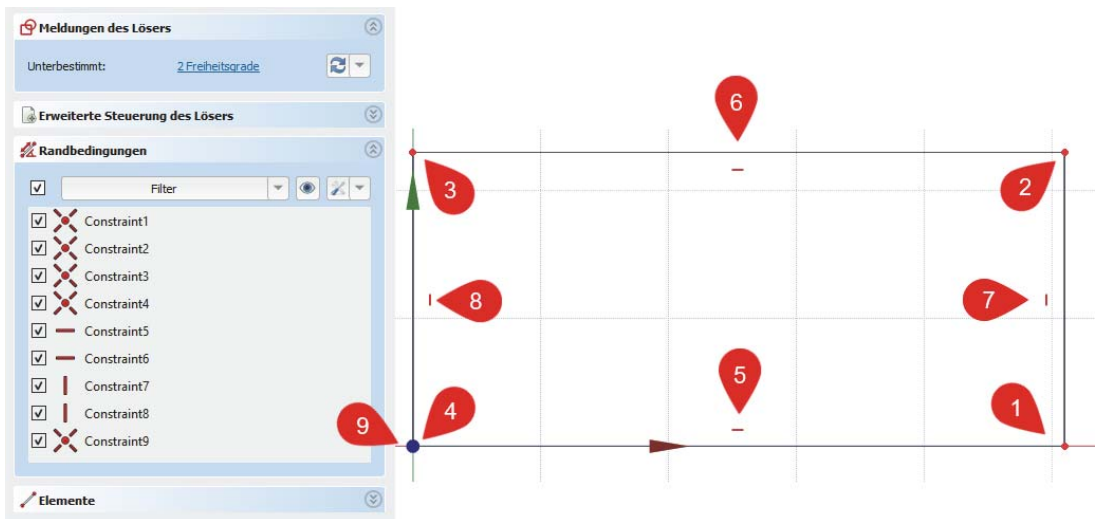




Abb. 2.12: Automatisch erzeugte geometrische Abhängigkeiten (CONSTRAINTS, RANDBEDINGUNGEN)

Bemaßungen

Der LÖSER, das ist das Softwaremodul, das die Geometriedefinition verwaltet, stellt aber fest, dass die Skizze noch UNTERBESTIMMT ist: 2 FREIHEITSGRADE (Abbildung 2.12). Es fehlen nämlich noch die Maße, die die Position des zweiten Eckpunkts festlegen. Die BEMAßUNGSBEFEHLE  liegen in einer Drop-down-Liste in der Symbolleiste SKETCHER-RANDBEDINGUNGEN (Abbildung 2.13). Um die Linien zu bemaßen, müssen Sie keinen speziellen Befehl auswählen, sondern können den allgemeinen Bemaßungsbefehl  verwenden, der die Bemaßungsart passend zum Objekt wählt und nach der Cursorposition für den Maßtext ausrichtet.

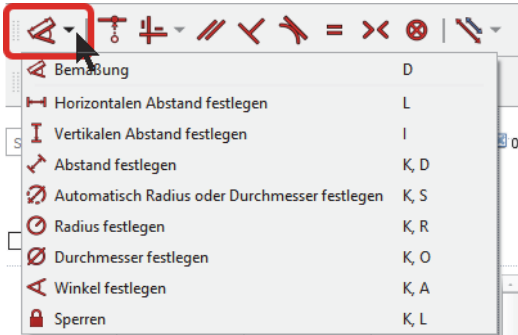



Abb. 2.13: Bemaßungsbefehle in der Symbolleiste SKETCHER-RANDBEDINGUNGEN

Mit BEMAßUNG ❶ klicken Sie die Rechteckseite an und wählen die gewünschte Maßtextposition ❷. Im Bemaßungsdialog können Sie der Bemaßung auch einen passenden Parameternamen geben ❸. Diese Bemaßung wird dann den RANDBEDINGUNGEN hinzugefügt, und nach der zweiten Bemaßung ❹ ist dann auch die Zeichnung VOLLSTÄNDIG BESTIMMT ❺. Mit SKIZZE VERLASSEN  aus der Symbolleiste SKETCHER-BEARBEITUNGSMODUS schließen Sie die Skizze ab.

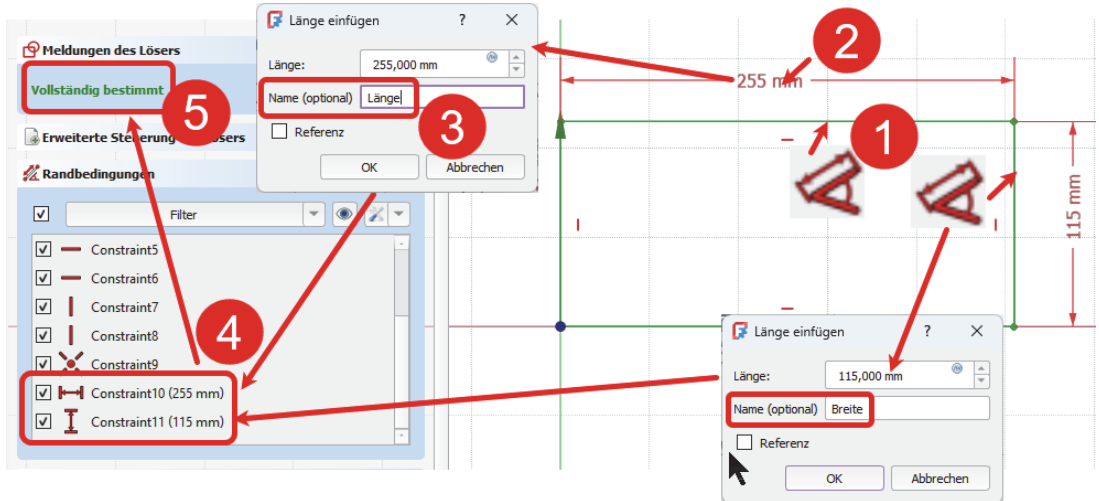


Abb. 2.14: Längenbemaßung mit Parameternamen

2.1.3 Mit Part Design Volumenkörper erzeugen

Aufpolsterung (Extrusion, Austragung)

Nach Beenden der SKIZZE ❶ werden unter AUFGABEN die MODELLIERUNGSWERKZEUGE ❷ zum Generieren eines Volumenkörpers angeboten. Hier wählen Sie AUFPOLSTERUNG, üblicherweise auch als *Extrusion* oder *Austragung* bezeichnet, und

geben als TYP HÖHE (LÄNGE) unter LÄNGE die gewünschte Höhe von **20 mm** ein **3**. Das Volumen wird nun schattiert angezeigt **4** und im Strukturbaum als PAD **5** eingetragen.

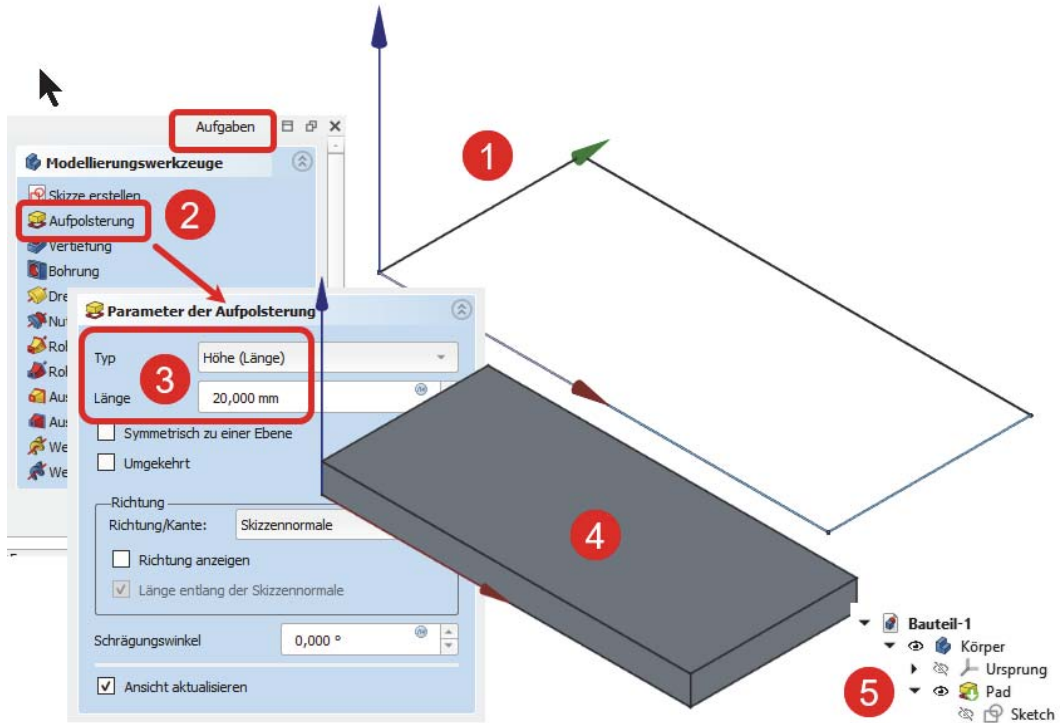


Abb. 2.15: Aufpolsterung der Skizze zum Volumenkörper

Damit ist die äußere Form des Bauteils gemäß der Handskizze (Abbildung 2.3) fertig. Es fehlen nur noch die Aussparungen für die Ablagefächer. Dazu werden auf der Oberfläche des Volumenkörpers die Konturen der Aussparungen in einer Skizze gezeichnet und daraus dann Volumenkörper erzeugt, die vom bisherigen abgezogen werden.

2.1.4 Skizze für Aussparungen

Aktivieren Sie (Abbildung 2.16) mit einem Klick **1** die Oberfläche des Volumenkörpers. Unter AUFGABEN|FLÄCHENWERKZEUGE werden Ihnen als mögliche Aktionen SKIZZE ERSTELLEN, VERRUNDUNG und FASE angeboten. Mit SKIZZE ERSTELLEN **2** wird wieder in den Skizzenmodus umgeschaltet und Sie können nun die Rechtecke für die Aussparungen zeichnen. Lage und Größe der Rechtecke sollen diesmal alternativ nicht über Rasterpunkte, sondern über Maße festgelegt werden.

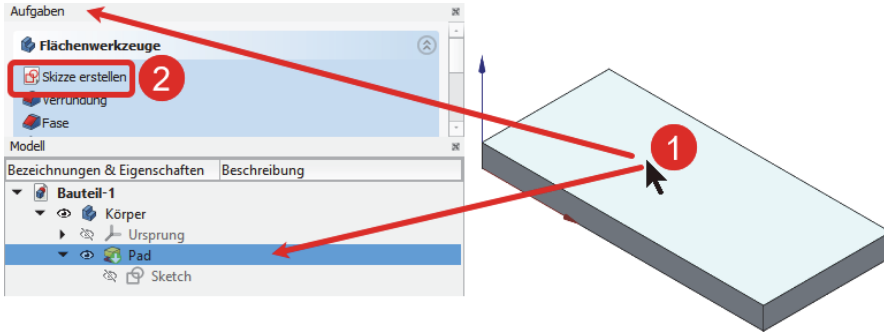


Abb. 2.16: Skizze auf Volumenkörper-Oberfläche

Damit Raster und Einrasten deaktiviert sind, schalten Sie beides (Abbildung 2.17) in der Symbolleiste SKETCHER-WERKZEUGE BEARBEITUNG ab (per Klick von Grün auf Grau).

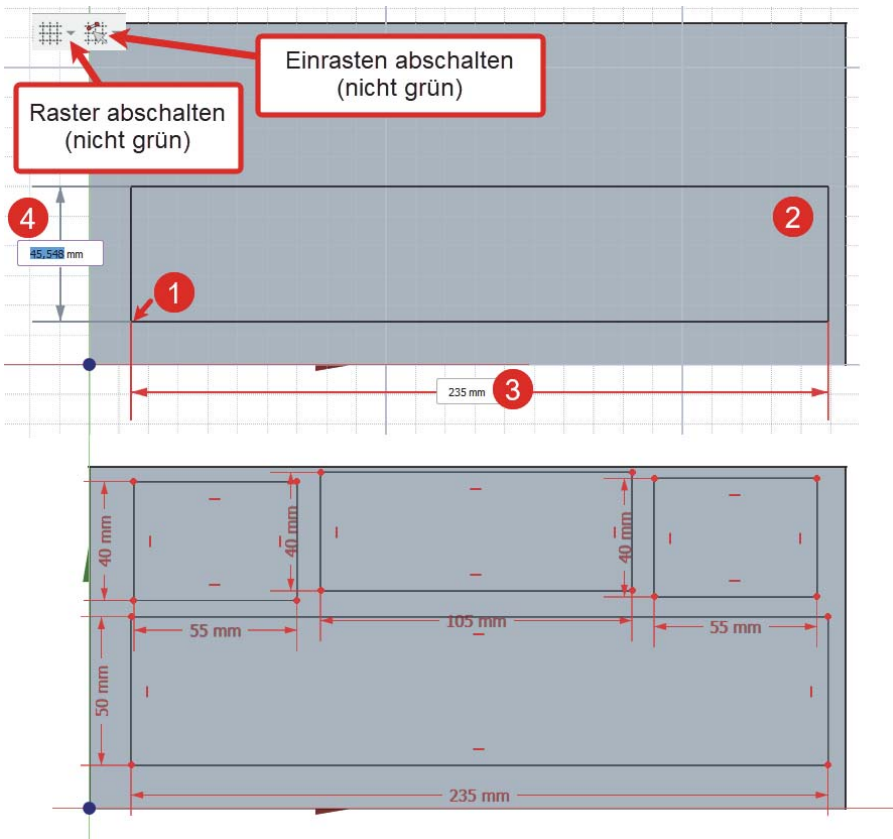






Abb. 2.17: Rechteck über Maßangaben konstruiert

Im Befehl RECHTECK  klicken Sie nach Augenmaß die Position für die untere linke Ecke ❶ des ersten Rechtecks an. Dann fahren Sie ohne Klicken mit dem Cursor auf die zweite Eckposition ❷. Nun erscheinen die Maßzahlen für Länge ❸ und Breite ❹ des Rechtecks. Überschreiben Sie durch Zahleneingabe die Länge ❸ mit dem gewünschten Wert 235. Dann wechseln Sie mit der **[Tabulator]**-Taste zum Breitenwert ❹, überschreiben diesen mit 50 und beenden mit der **[Tabulator]**-Taste. Danach zeichnen Sie die nächsten Rechtecke nach der gleichen Methode.

Die Rechtecke haben nun zwar die richtigen Abmessungen, aber noch die falsche Lage. Dazu bringen Sie die Maße für die Abstände zum Rand an. Mit  bemaßen Sie zwischen zwei Linien oder mit  zwischen zwei Punkten horizontal bzw. mit  vertikal (Abbildung 2.17). Eine weitere Möglichkeit zur Positionierung der oberen drei Rechtecke ergibt sich über Randbedingungen. Sie können jeweils zwei Eckpunkte horizontal bzw. vertikal fluchtend positionieren.

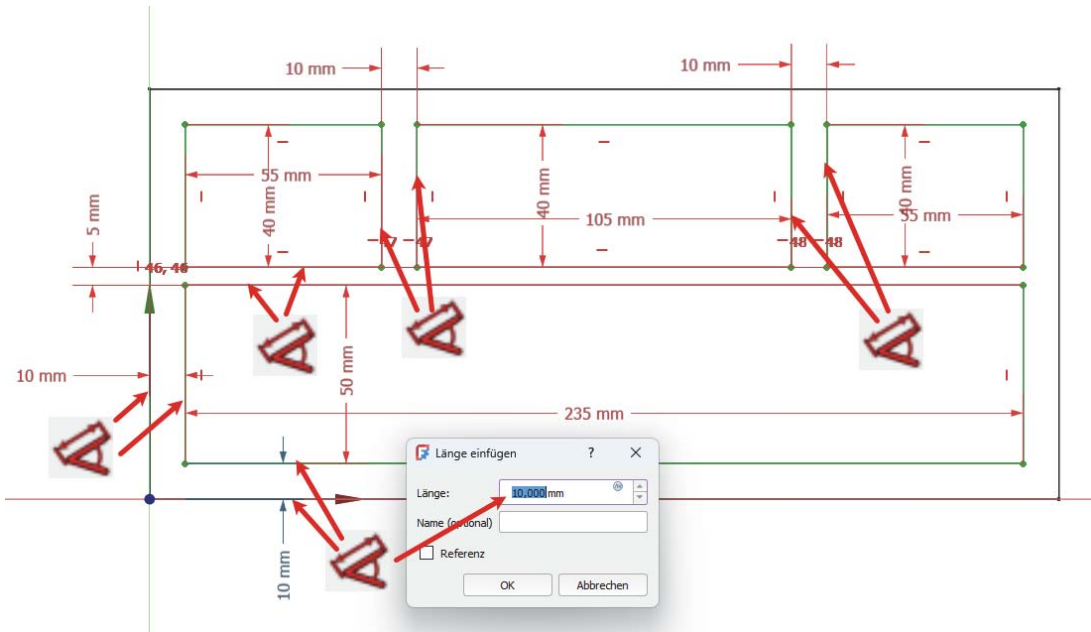


Abb. 2.18: Positionieren der Rechtecke über Bemaßungen

Danach ist die Skizze wieder VOLLSTÄNDIG BESTIMMT, wie Sie in den Meldungen des LÖSERS ablesen können. Mit  beenden Sie den Skizzenmodus.

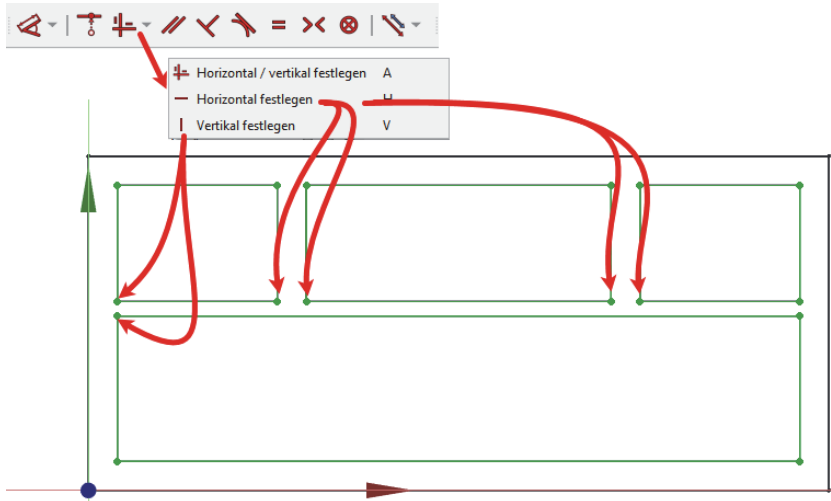


Abb. 2.19: Vertikales und horizontales Ausrichten über die Eckpunkte

2.1.5 Ausparungen in Part Design generieren

Zurück in PART DESIGN melden sich unter AUFGABEN die MODELIERUNGSWERKZEUGE und bieten die Option VERTIEFUNG an (Abbildung 2.20). Die Funktion verwendet die letzte Skizze, um ausgehend von den Rechtecken extrudierte Volumenkörper vom Grundkörper abzuziehen. Sie geben dafür die TIEFE mit **20 mm** ein und vielleicht noch einen SCHRÄGUNGSWINKEL, um den Wänden etwas Neigung nach innen zu verleihen. Im Strukturbaum unter MODELL finden Sie die Ausparungen dann unter POCKET.

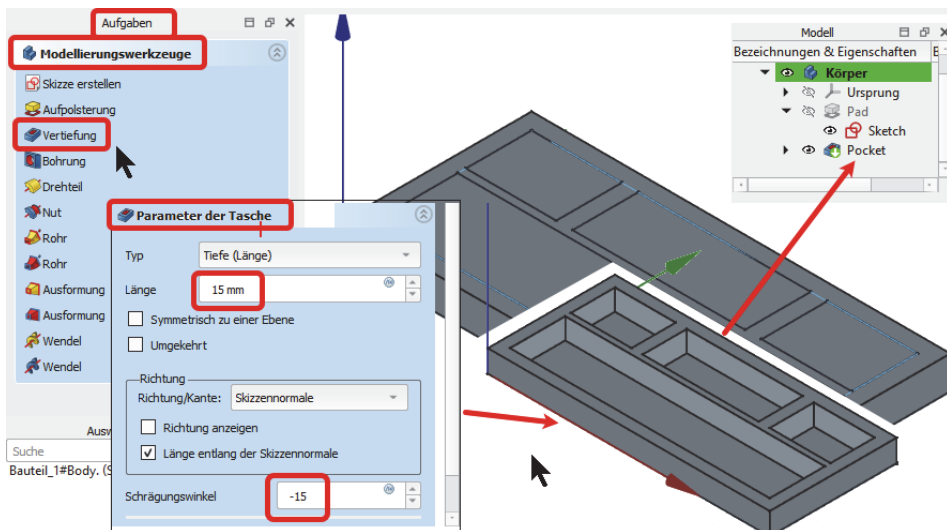




Abb. 2.20: Ausparungen mit VERTIEFUNG hinzugefügt

2.1.6 Kanten abrunden

Für das Abrunden der Kanten kommen verschiedene Verfahren infrage. Schon in den Skizzen können Sie Abrundungen erzeugen. Im Skizzenmodus finden Sie in der Symbolleiste SKETCHER-WERKZEUGE die Funktion VERRUNDUNG ERSTELLEN ❶ (Abbildung 2.21). Damit klicken Sie die Linien nahe der Ecke jeweils an und erzeugen so zunächst eine runde Ecke mit undefiniertem Radius. Die Funktion können Sie auf mehrere Ecken nacheinander anwenden. Mit dem Bemaßungsbefehl ❷  geben Sie den Radius für eine Ecke ein und mit der Randbedingung ❸, ❹, ❺  GLEICHHEIT setzen Sie die Radien paarweise gleich.

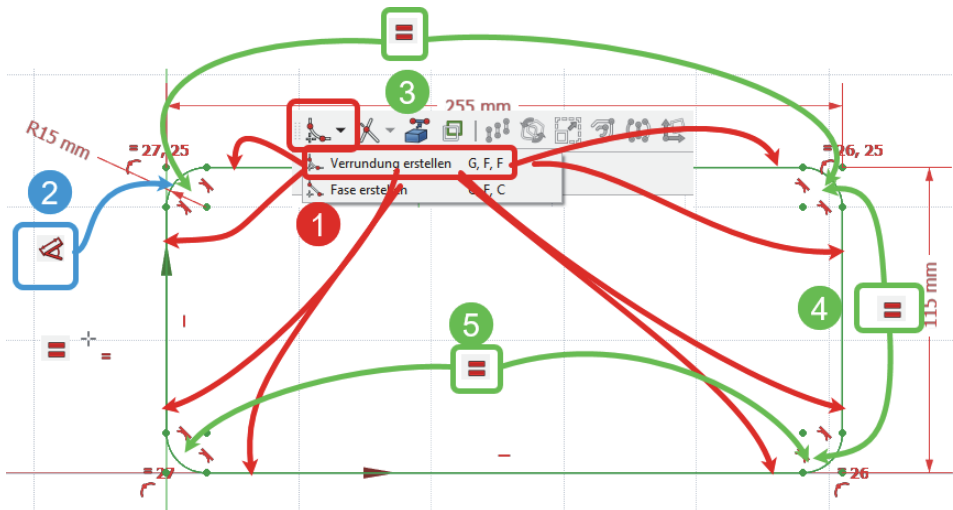


Abb. 2.21: Abrunden, Bemaßen und Gleichsetzen der Radien

Im Beispielteil (Abbildung 2.22) wurden auf diese Weise die vier Außenecken mit 15 mm abgerundet und die Innenecken mit 5 mm. Da bei den nach unten geneigten Innenwänden der Radius der Skizze für die Oberkante gilt, nimmt er nach unten ab.

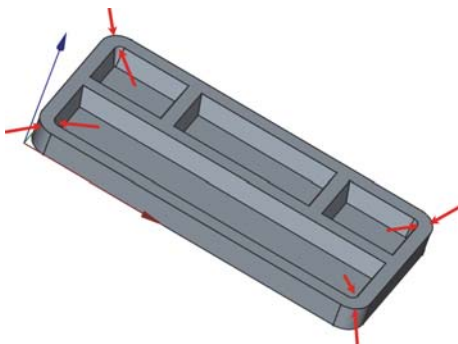




Abb. 2.22: Abgerundete Ecken

Die zweite Möglichkeit zum Abrunden ergibt sich für den Volumenkörper in der Symbolleiste PART DESIGN DRESSUP in der Funktion VERRUNDUNG .

Sie können hier einzelne oder mehrere Kanten zum Abrunden wählen. Alternativ können auch Flächen gewählt werden, deren Kanten dann alle abgerundet werden (Abbildung 2.23). Die Funktion VERRUNDUNG  erscheint auch im Bereich AUFGABEN|FLÄCHENWERKZEUGE, wenn Sie eine Fläche des Volumenkörpers anklicken **1**. Dann klicken Sie mehrere Flächen an **2**. Um mehrere Objekte zu wählen, müssen Sie mit `[Strg]`-Klick ab der zweiten Fläche hinzuwählen. Den RADIUS **3** geben Sie ein, bevor Sie mit OK **4** abschließen. Die gewählten Flächen werden dann an allen Kanten abgerundet **5**, sofern es geometrisch möglich ist, das heißt, solange der Radius beim Abrunden nicht die angrenzende Fläche überschreiten würde.

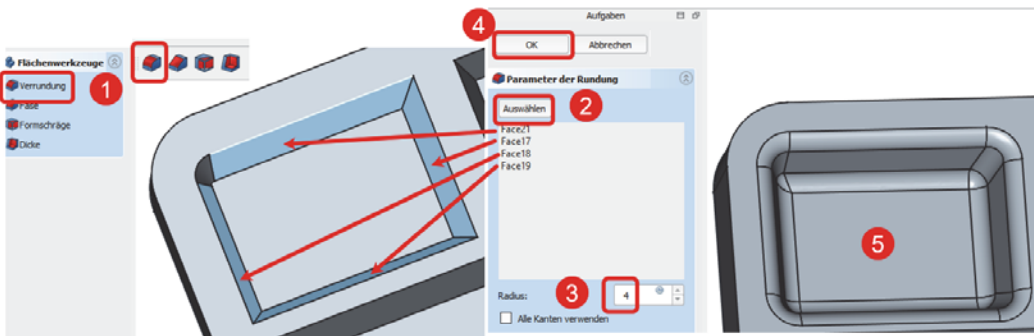


Abb. 2.23: Abrunden an den Kanten von gewählten Flächen

Bei dem gewählten Beispiel tritt deshalb ein Problem bei der unteren langen Aussparung auf, wenn Sie dort auch den Radius 4 verwenden wollten. Der Steg in der Mitte des Teils ist nämlich nur 5 mm breit und verträgt deshalb keine Abrundung auf beiden Kanten mit den beabsichtigten 4 mm. Hier wäre es nötig, die Geometrie in der Skizze von der Stegbreite 5 mm auf 10 mm und die Aussparung von 50 mm auf 45 mm zu ändern (Abbildung 2.24).

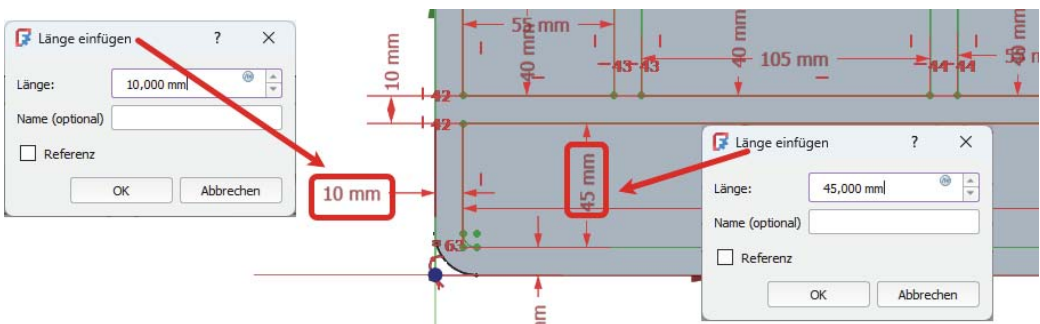


Abb. 2.24: Ändern der Stegbreite vorm Abrunden