11 Umgebungen – Erweiterungen

11.1 Pack and Go

Die Funktion PACK AND GO ist eigentlich keine Programmerweiterung, aber sie ist ein so nützliches und oft benutztes Hilfsmittel für den Datentransport, dass sie wenigstens noch in diesem Kapitel erwähnt werden sollte. Der Aufruf ist im DATEI-Menü unter DATEI|SPEICHERN UNTER|PACK AND GO zu finden. Die Funktion erlaubt Ihnen, die aktuelle Baugruppe und alle damit zusammenhängenden Dateien in ein anderes Verzeichnis für ein anderes Projekt zu transportieren.

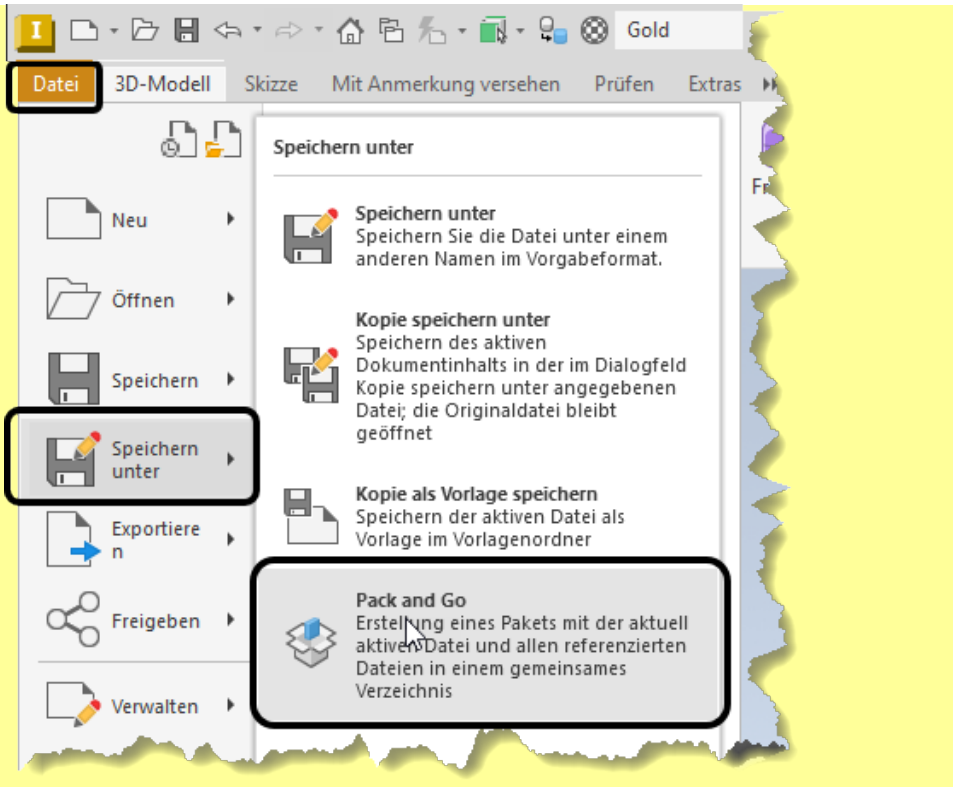


Abbildung 1.1: PACK AND GO-Aufruf

Mit dem Aufruf wird die aktuelle Baugruppe automatisch als Quelldatei gewählt. Dann können Sie einen Zielordner 1 für die Kopie angeben. Als Nächstes müssen Sie entscheiden, ob alle damit zusammenhängenden Dateien in ein einzelnes Verzeichnis (Pfad) kopiert werden sollen oder eine bestehende Ordnerstruktur beibehalten werden soll 2. Letzteres ist wichtig für die in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellten Baugruppen, die über einen Konstruktionsassistenten entstehen und eine passende Ordnerstruktur für Unterkomponenten bedingen.

Unter PROJEKTDATEI sollte nun auch der aktuelle Projektordner angezeigt werden. Mit JETZT SUCHEN 3 starten Sie die Suche nach referenzierten Dateien, die dann ganz unten unter GEFUNDENE DATEIEN angezeigt werden.

Unter NACH REFERENZIERENDEN DATEIEN SUCHEN starten Sie noch mal mit JETZT SUCHEN 4 eine Suche nach Dateien, die auf die aktuelle Baugruppe Bezug nehmen wie beispielsweise Zeichnungen oder übergeordnete Baugruppen.

Dann starten Sie den Dateitransfer mit START 5 und beenden die Funktion mit FERTIG 6.

Wenn Sie die Option ORDNERSTRUKTUR BEIBEHALTEN gewählt haben, finden Sie nach dem Transfer die Projektdatei (`*.ipj`) im *Zielordner*, die einzelnen Dateien aber im Unterverzeichnis `Zielordner\Workspaces\Arbeitsbereich`.

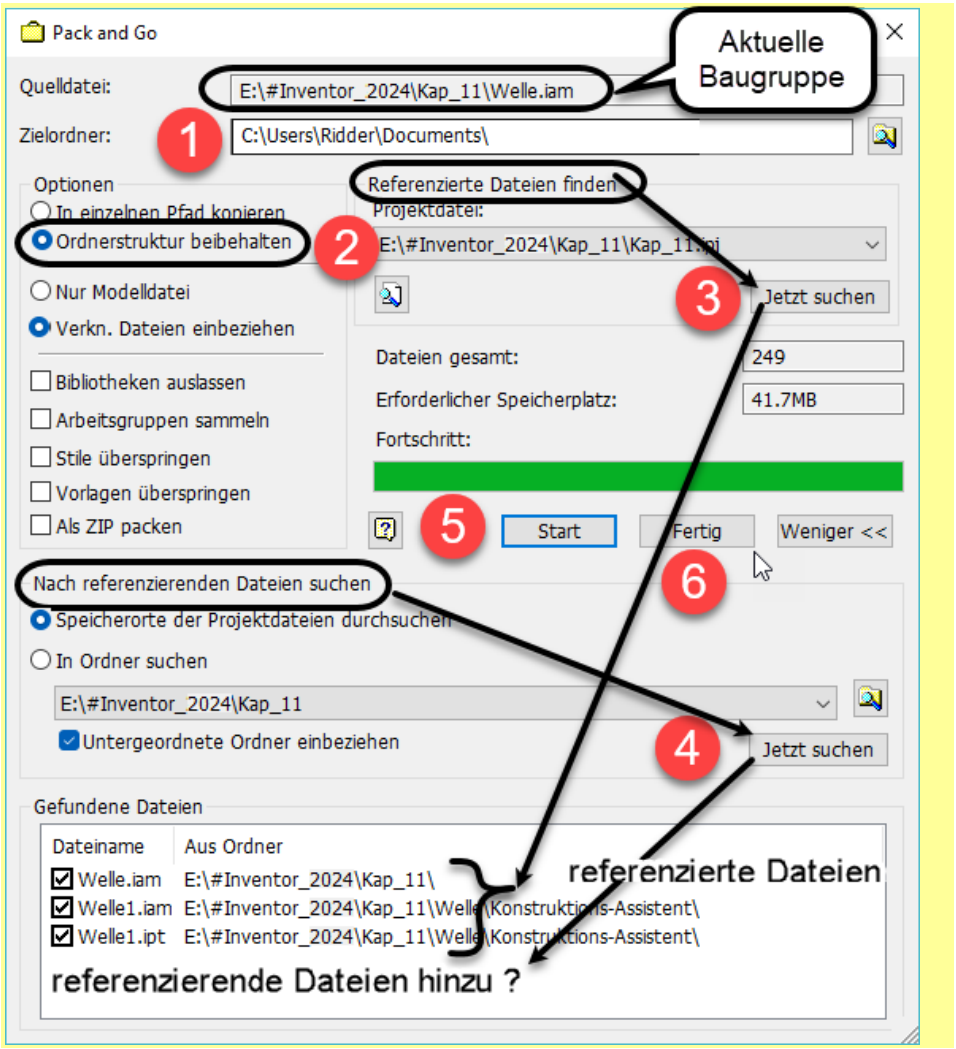


Abbildung 1.2: Einstellungen für PACK AND GO

11.2 Blechteile

Blechteile können mit dem Blechmodul direkt mit den spezifischen Blechbefehlen ausgehend von der speziellen Blech-Vorlage erstellt werden. Als Erstes sollten Sie die Blechstandards festlegen, die mindestens die Blechstärke definieren müssen.

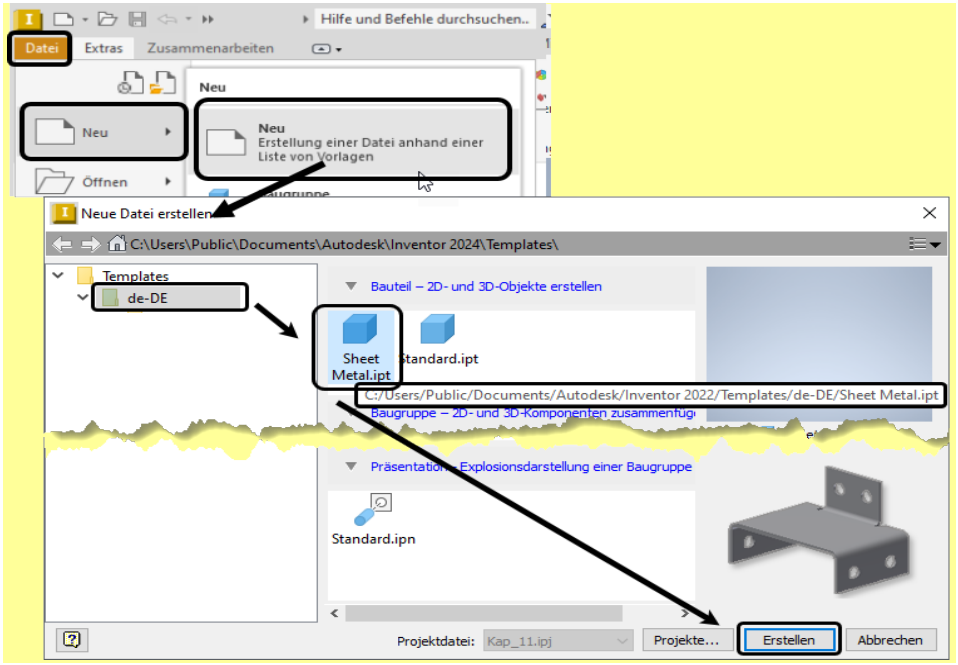


Abbildung 1.3: Blechteil mit Blech-Vorlage starten

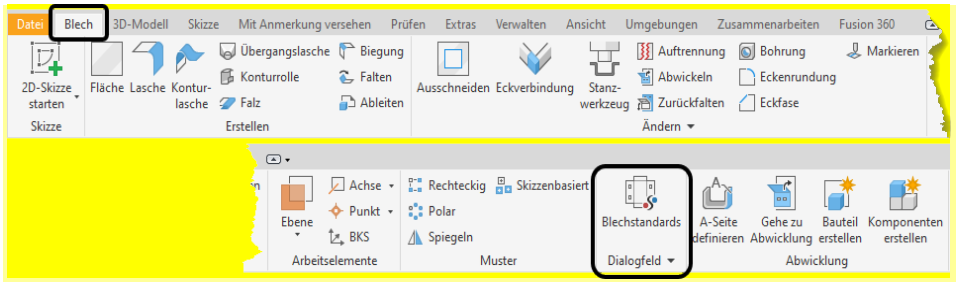


Abbildung 1.4: Multifunktionsleiste BLECH mit BLECHSTANDARDS

Alternativ können Sie auch mit einem normalen Bauteil starten. Normale Bauteile können in Blechteile umgewandelt werden, wenn sie dafür geeignet sind. Das bedeutet, dass sie einem Blechteil mit einer eindeutigen Blechstärke entsprechen oder dass sie noch gar keine Geometrie enthalten. Mit 3D-MODELL|KONVERTIEREN|IN BLECH KONVERTIEREN können Sie das Bauteil in ein Blechbauteil umwandeln. Beim Umwandeln werden Sie sofort nach den Blechstandards gefragt, d.h. nach den Standard-Einstellungen für die Blechstärke und die gewünschten Abmessungen und Geometriebedingungen für Biegungen und Ecken. Wenn Sie mit der Blech-Vorlage beginnen, aktivieren Sie die Funktion unter BLECH|DIALOGFELD|BLECHSTANDARDS manuell.

11.2.1 Blechstandards

Die wichtigste Einstellung bei den Blechstandards ist die Blechstärke. Deshalb nehmen Sie im Dialogfeld BLECHVORGABEN als Vorgabe die Blechregel **`Standard_mm`** und gehen dann auf das Editierwerkzeug , um eine eigene Blechregel zu erstellen (Abbildung 1.5). Oft genügt es, im Register BLECH die Blechstärke korrekt einzugeben. Die weiteren Einstellungen der Blechregel finden Sie in den Registern BIEGUNG und ECKE. Hier können Sie insbesondere verschiedene geometrische Formen der Freistellungen oder spezielle Freistellungen für unterschiedliche Bearbeitungsarten wie Schweißen, Lichtbogenschweißen oder Laserschweißen auswählen.



Vergessen Sie am Schluss nicht, die Blechregel im Dialogfeld BLECHVORGABEN auch zu wählen!

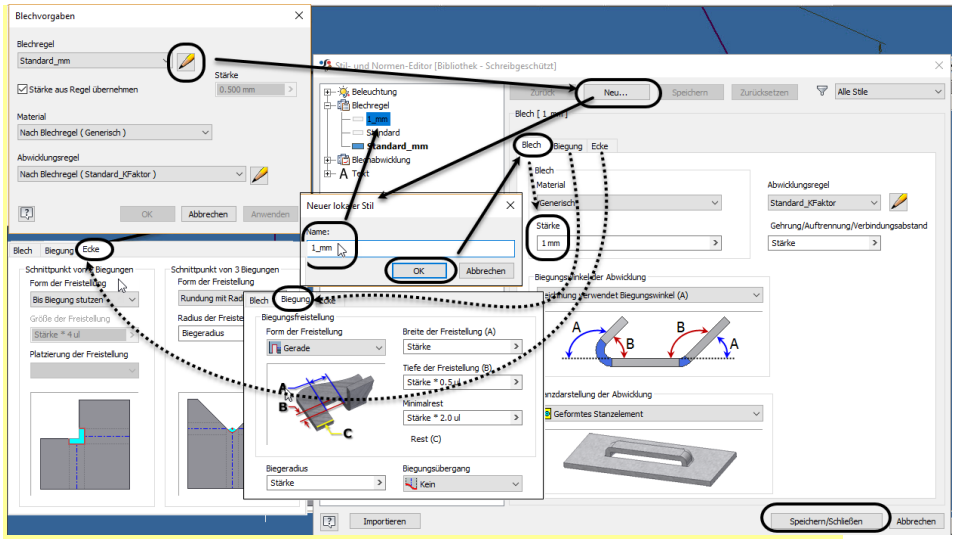


Abbildung 1.5: Blechregel bearbeiten

11.2.2 Blechteil erstellen

Blechteile können aus 2D-Skizzen erzeugt werden. Beginnen Sie also das folgende Beispiel mit dem Befehl SKIZZE  und einem Rechteck 200 mm x 150 mm. Aus einer geschlossenen 2D-Skizze können Sie dann die erste Blech-Fläche erstellen.

Fläche

Der Befehl FLÄCHE  erstellt aus einem geschlossenen Profil durch Extrusion um die *Blechstärke* aus der obigen Blechregel ein Blechteil. Sie können damit auch weitere Blechteile aus anderen Skizzen erstellen oder aus Konturerweiterungen der ersten Skizze. Mit VERSATZRICHTUNG wählen Sie, ob die Blechstärke von der Skizze nach vorn, nach beiden Seiten oder nach hinten gerechnet wird.

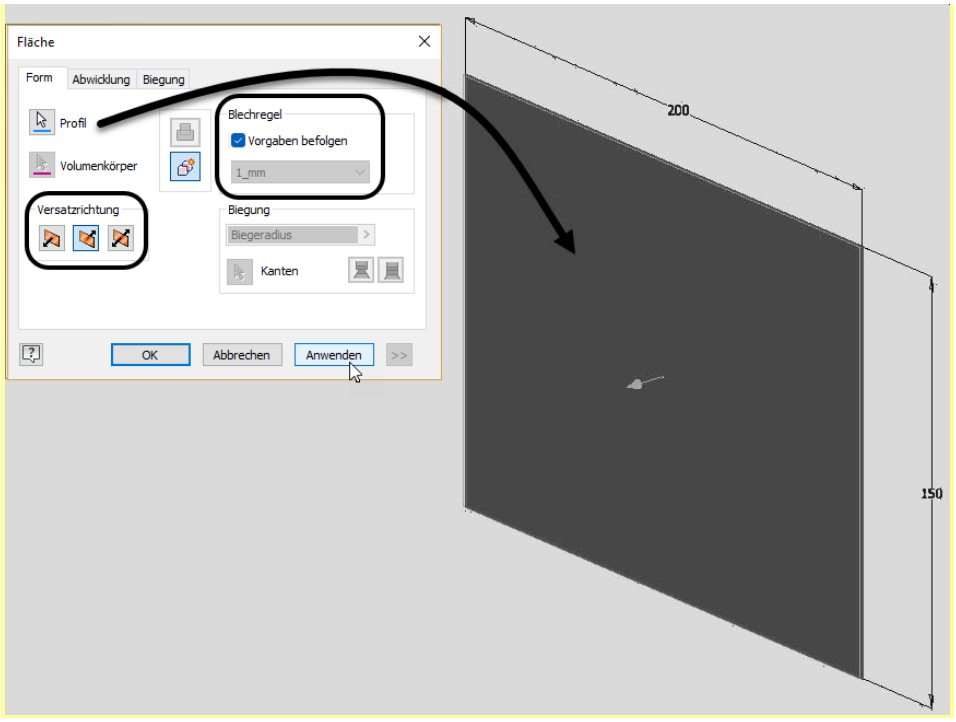


Abbildung 1.6: Erste Blech-Fläche erstellen

Lasche

Die Abkantungen des Blechteils entstehen durch die Funktion LASCHE . Sie wählen die Kante für die Lasche und geben den LASCHENWINKEL und den ABSTAND ein. Bei gleichen geometrischen Werten können die Laschen für mehrere Kanten erstellt werden. Neben ABSTAND finden Sie das Werkzeug zum *Umkehren* der Winkelrichtung. Die spezifischen Biegungsbedingungen können gemäß den eindeutigen Grafiken unter HÖHENBEZUGSPUNKT und BIEGERADIUS eingestellt werden.

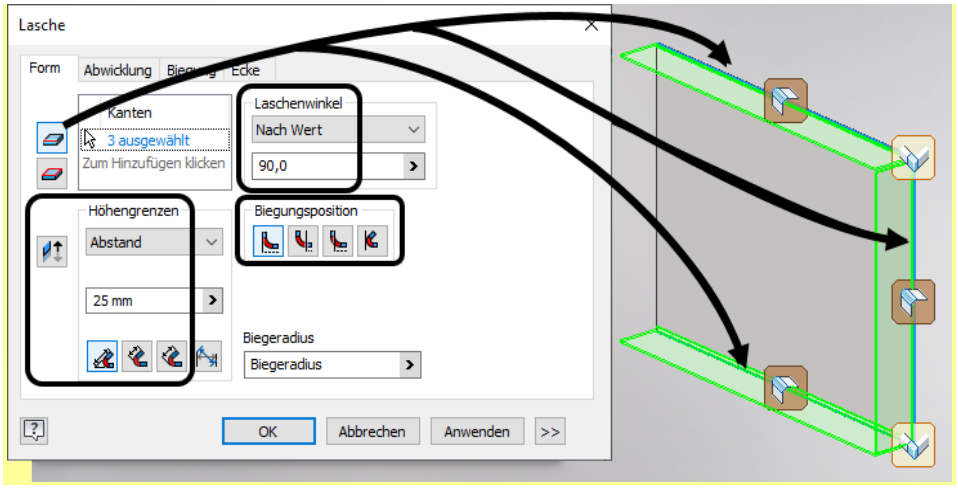


Abbildung 1.7: Laschen an Kanten anbringen

Wenn Sie Laschen an vorhandene Laschen anfügen, könnten Kollisionen entstehen, die aber automatisch bereinigt werden (Abbildung 1.8).

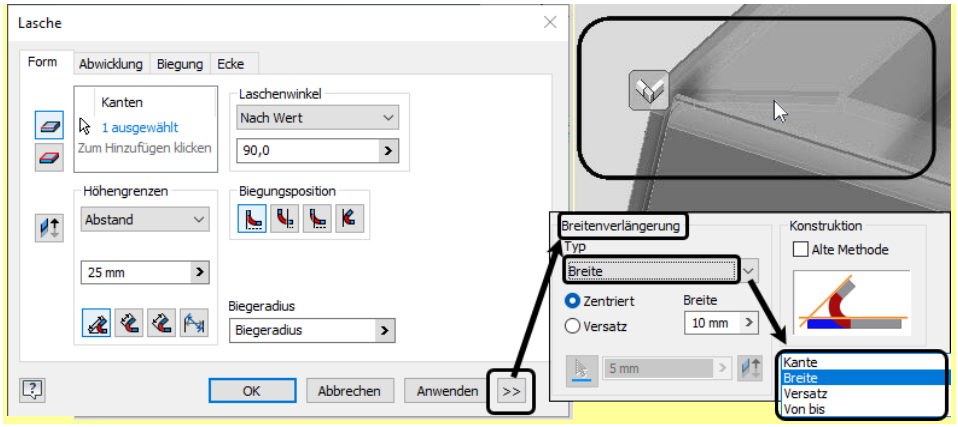


Abbildung 1.8: Automatisches Kürzen bei Laschen durch Gehrung und Steuerung der Laschenbreite

An den Kanten und Ecken des Blechteils erscheinen nach Klick Bearbeitungssymbole zum Bearbeiten der Lasche als Ganzes oder der Biegung allein. Bei den Biegungen der Laschen gibt es vier Optionen der Breitenangabe:

- KANTE – bedeutet, dass die Lasche die komplette Kantenbreite einnimmt, ausgenommen nur die an den Ecken nötigen Ausklinkungen.
- BREITE – Sie können die Gesamtbreite der Lasche angeben und

diese mittig zur Kante oder mit einem seitlichen Versatz positionieren.

- VERSATZ – Die beiden Versätze zu den Endpunkten der Kante definieren die Breite.
- VON BIS – Start- und Endpunkt der Lasche werden über zwei Referenzpunkte im Blechteil bestimmt.

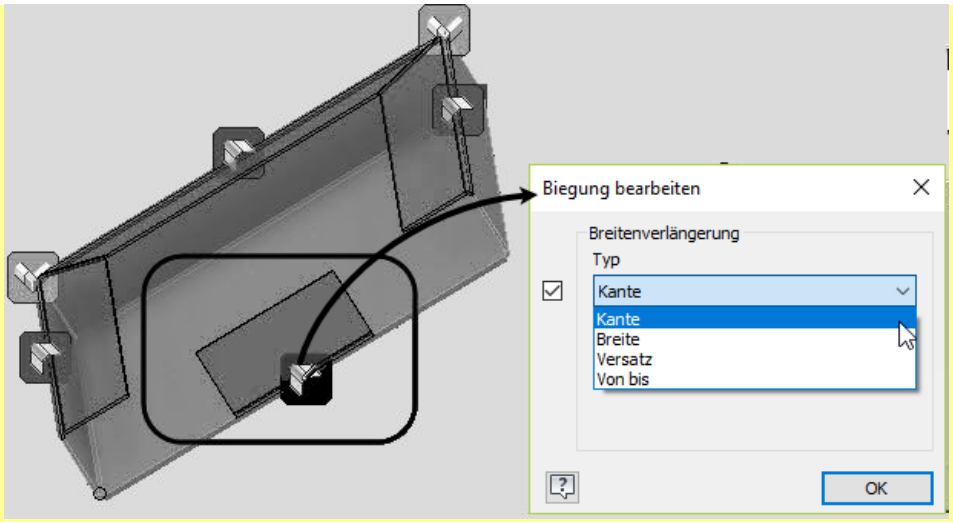


Abbildung 1.9: Biegung nachträglich bearbeiten

Konturlasche

Bei der KONTURLASCHE  geben Sie eine 2D-SKIZZE vor, die die Kontur bestimmt. Sie wählen dann die 2D-Skizze als PROFIL und die KANTE des Blechteils, die mit der Lasche verbunden wird.

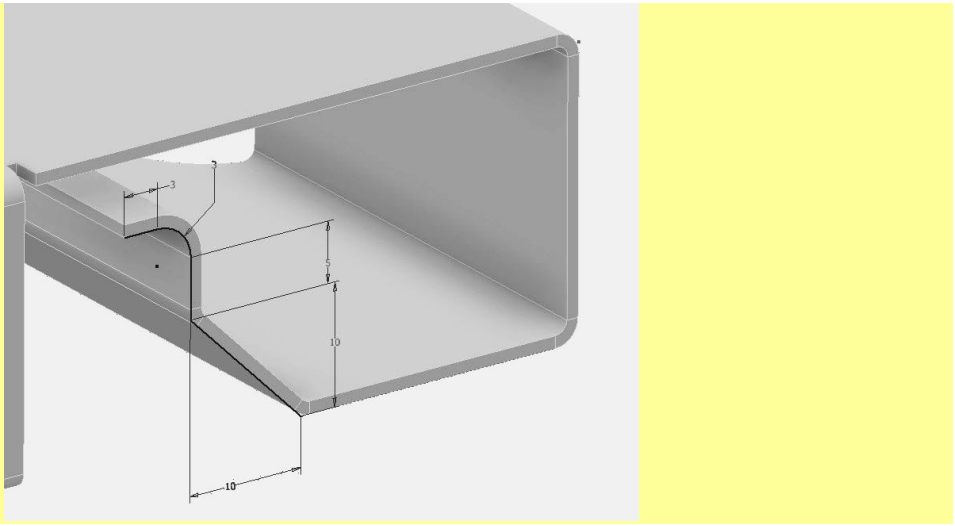


Abbildung 1.10: Skizze für Konturlasche

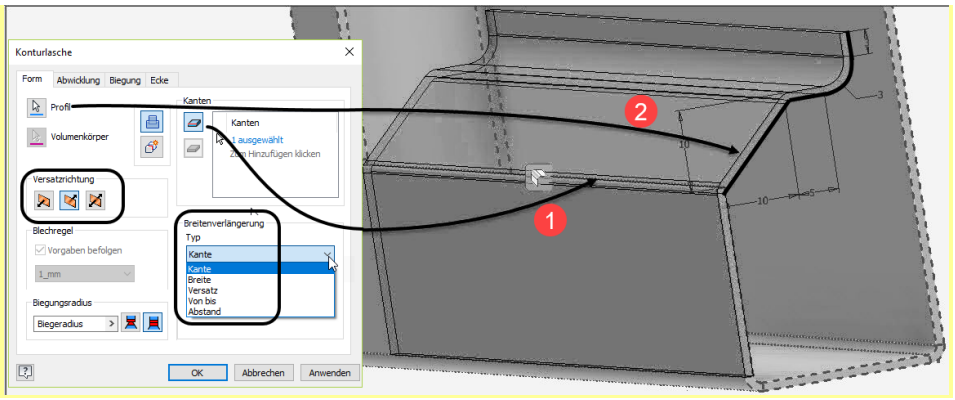


Abbildung 1.11: Konturlasche erstellen

Übergangslasche

Die ÜBERGANGLASCHE basiert auf zwei Profilen, die durch ein Blechteil verbunden werden. An Ecken werden natürlich die Biegeradien eingehalten. Zwei Formvarianten werden angeboten:

- GUSSGEFORMT 1 – Radien aus den Konturelementen oben und unten werden glatt verbunden, aber es können Flächen entstehen, die nicht abwickelbar sind.
- GESENKBIEGEPRESSE 2 – Runde Konturelemente werden in lineare Teilstücke zerlegt. Es entsteht eine Facettierung der Oberfläche. Wie stark polygonal das Profil dann wird, bestimmt die SEHNENTOLERANZ

3. Zwischen den Facetten werden Biegeradien eingefügt. Die Oberfläche ist abwickelbar.

Die Reihenfolge der gewählten Profile ist beliebig 4, 5.

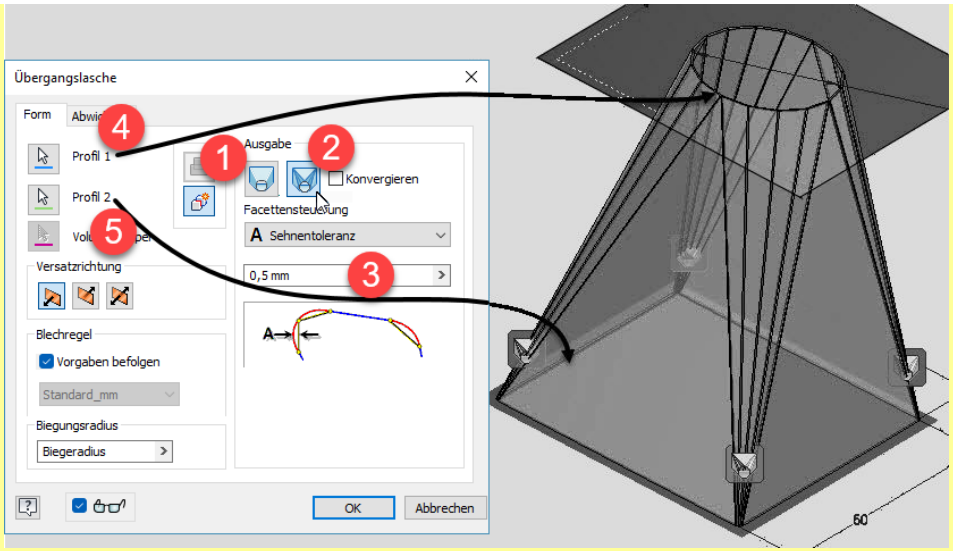


Abbildung 1.12: Übergangslasche aus zwei Profilen

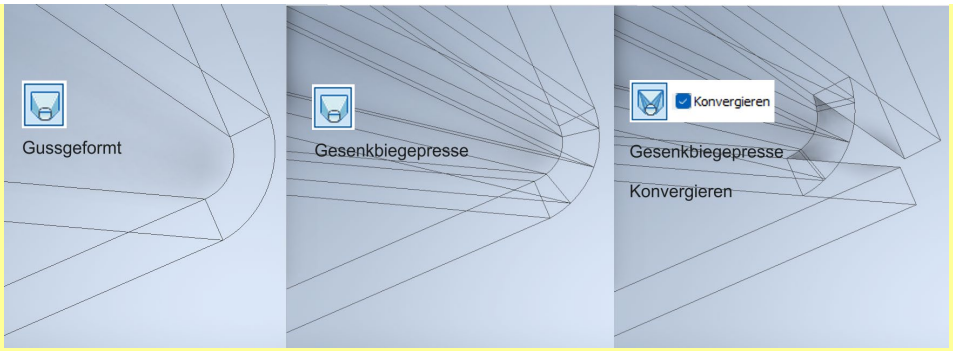


Abbildung 1.13: Verschiedene Übergangstypen

Konturrolle

Gerollte Blechteile lassen sich mit KONTURROLLE generieren. Dazu ist ein PROFIL nötig und eine ACHSE, hier die Z-Achse. Als Abrollmethode gibt es die Varianten ABGEWICKELTE LÄNGE, BENUTZERDEFINIERTER ZYLINDER, NEUTRALER RADIUS und SCHWERPUNKTZYLINDER. Auch die KONTURROLLE kann abgewickelt werden.

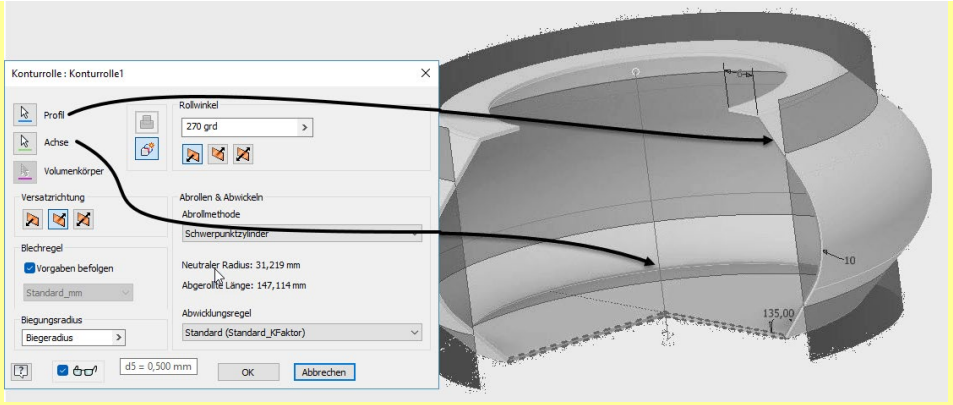


Abbildung 1.14: Konturrolle aus Profil

Falz

Beim FALZ gibt es vier TYPEN für die Geometrie (Abbildung 1.15). Unter FORM wird die Kante gewählt und die Richtung spezifiziert. Der ABSTAND ist auf die halbe Blechstärke voreingestellt und unter LÄNGE geben Sie die Breite für den Falz an.

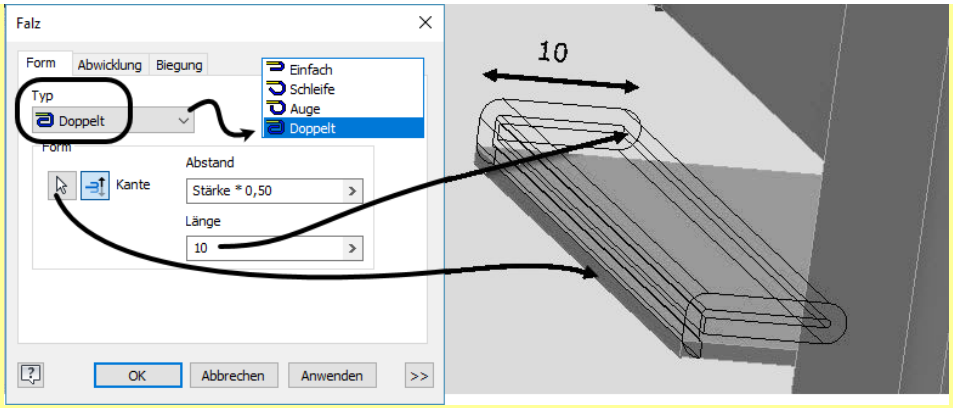


Abbildung 1.15: Doppelter Falz

Biegung

Mit dem Befehl BIEGUNG können zwei Kanten auf eine Ecke hin verlängert werden und mit dem Biegungsradius versehen werden. Die Originalflächen werden damit verlängert.

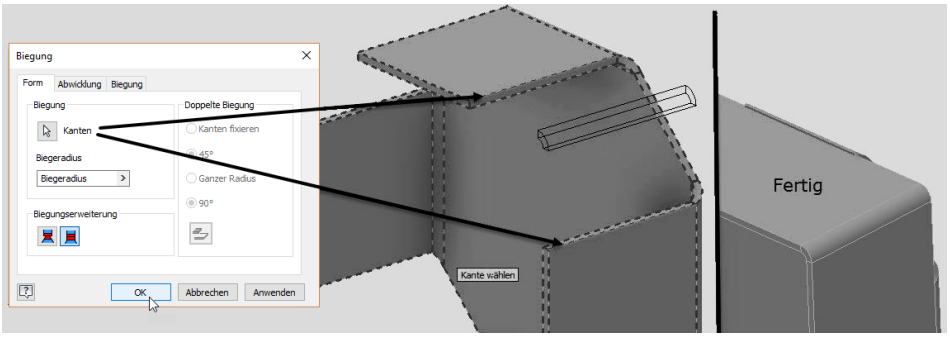


Abbildung 1.16: Biegung zwischen zwei Kanten einfügen

Wenn die Flächen parallel laufen (Abbildung 1.17), gibt es zwei Möglichkeiten:

- GANZER RADIUS – Es wird eine bogenförmige Fläche eingefügt.
- 90° – Es wird eine Fläche senkrecht zu den vorhandenen mit Biegeradius angeschlossen.

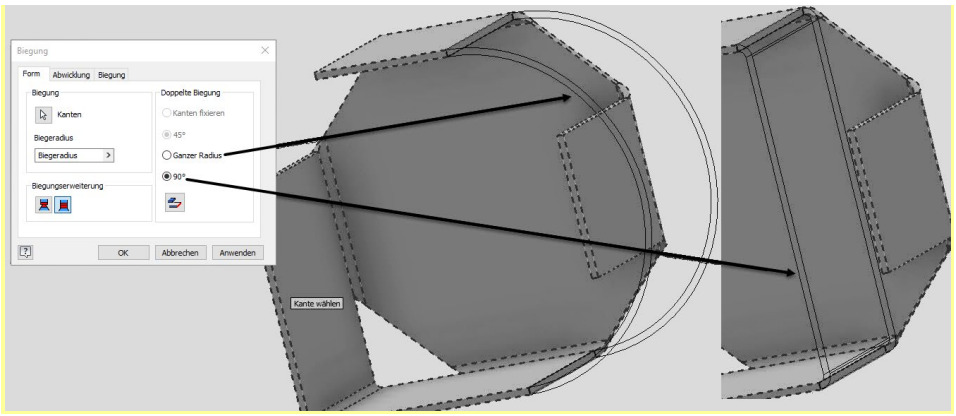


Abbildung 1.17: Biegung bei parallelen Kanten

Falten

Mit FALTEN  können Sie an skizzierten Kanten eine individuelle Biegung einbauen. Nach Wahl der Kante 1 geben Sie den Winkel 2 und Radius 3 ein. Dann suchen Sie noch unter SPIEGELUNGSSTEUERUNG 4 die korrekte Richtung aus.

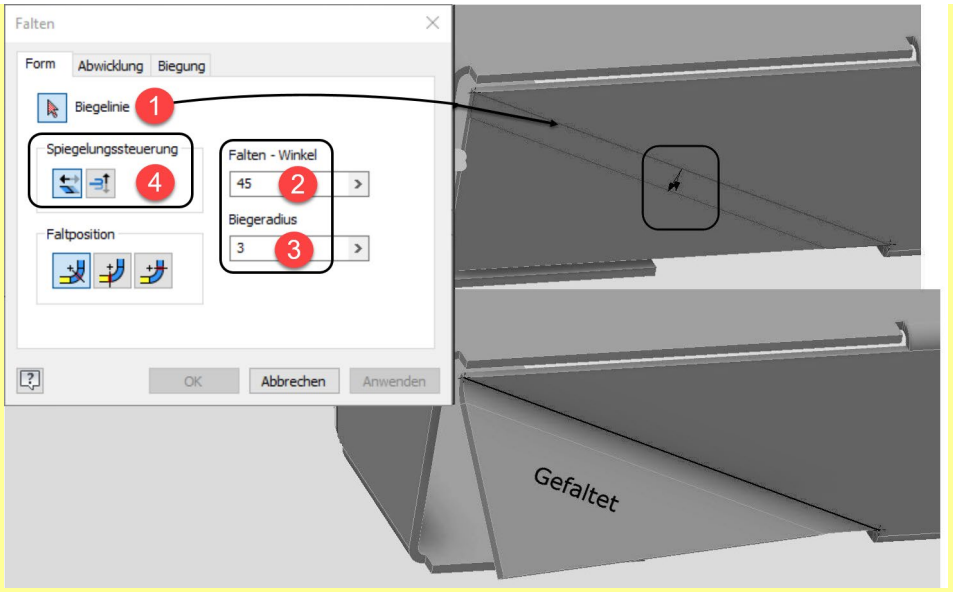


Abbildung 1.18: An einer Biegekante falten

Ausschneiden

Mit einem geschlossenen Profil aus einer Skizze lässt sich mit AUSSCHNEIDEN eine Ausklinkung realisieren. Die Ausklinkung kann auch über Biegungen hinweg fortgesetzt werden (Abbildung 1.19).

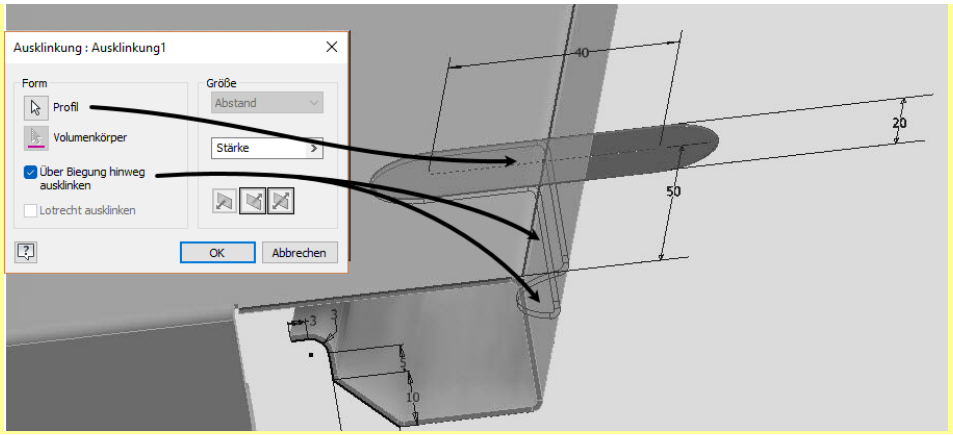


Abbildung 1.19: Ausklinkung über Biegung hinweg

Eckverbindung

Mit ECKVERBINDUNG kann die Länge der Kanten an Ecken noch individuell zugeschnitten werden.

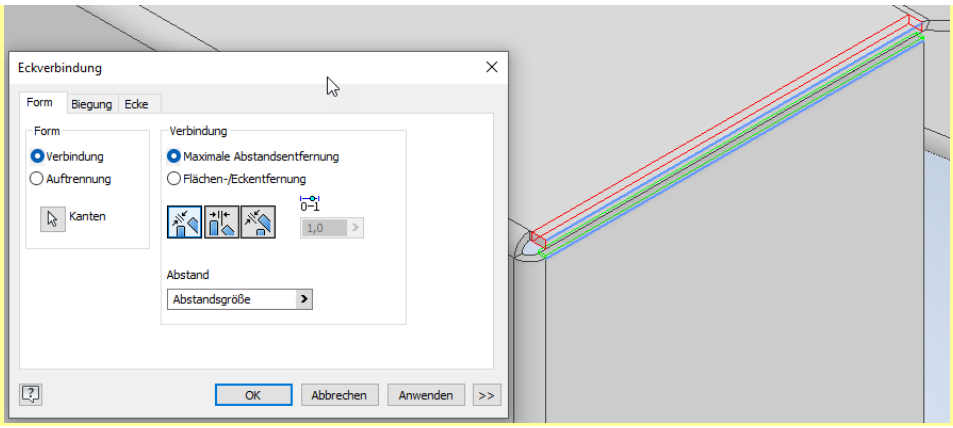


Abbildung 1.20: Verlängern der Kanten mit ECKVERBINDUNG

Stanzwerkzeug

Mit dem STANZWERKZEUG können Sie stanzen und biegen. Vorausgesetzt wird hier, dass eine Skizze mit den Punkten fürs Stanzen existiert. Zuerst wird eine Liste von Werkzeugen angeboten (Abbildung 1.21). Nach dieser Auswahl erscheint das Dialogfeld dieses Werkzeugs (Abbildung 1.22). Im ersten Register 1 können Sie merkwürdigerweise noch ein anderes Werkzeug wählen. Das zweite Register dient der Punktauswahl 2 und im dritten Register können die geometrischen Daten des Werkzeugs verändert werden 3.

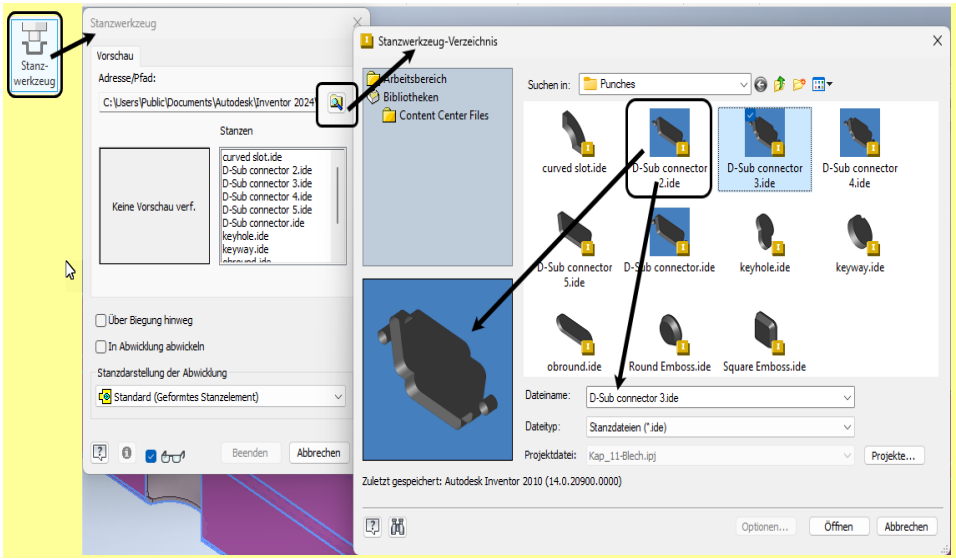


Abbildung 1.21: Stanzwerkzeuge

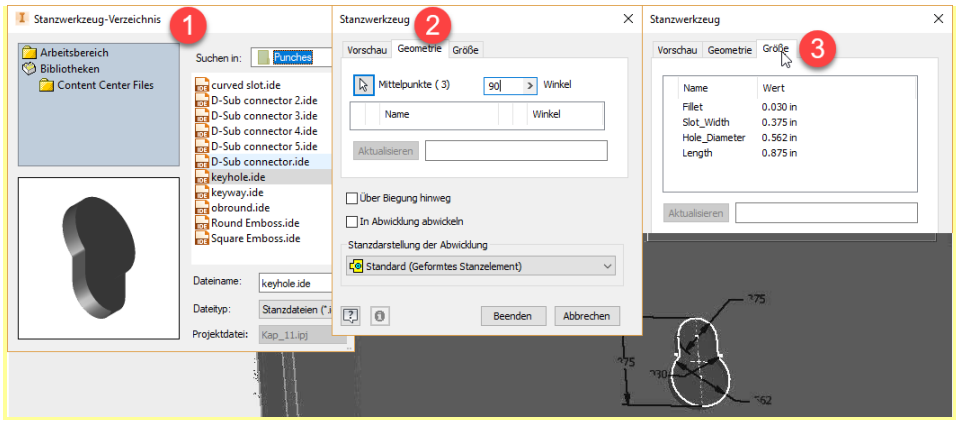


Abbildung 1.22: Werkzeug wählen – Punkte wählen – Maße anpassen

Markieren

Unter MARKIEREN finden Sie eine Funktion zum Anbringen von Texten oder Geometrien aus Skizzen auf ebene Flächen. Die Ausgangsgeometrie muss auf einer ebenen Fläche liegen, über die Ursprungsfläche überstehende Teile der Geometrie werden ignoriert.

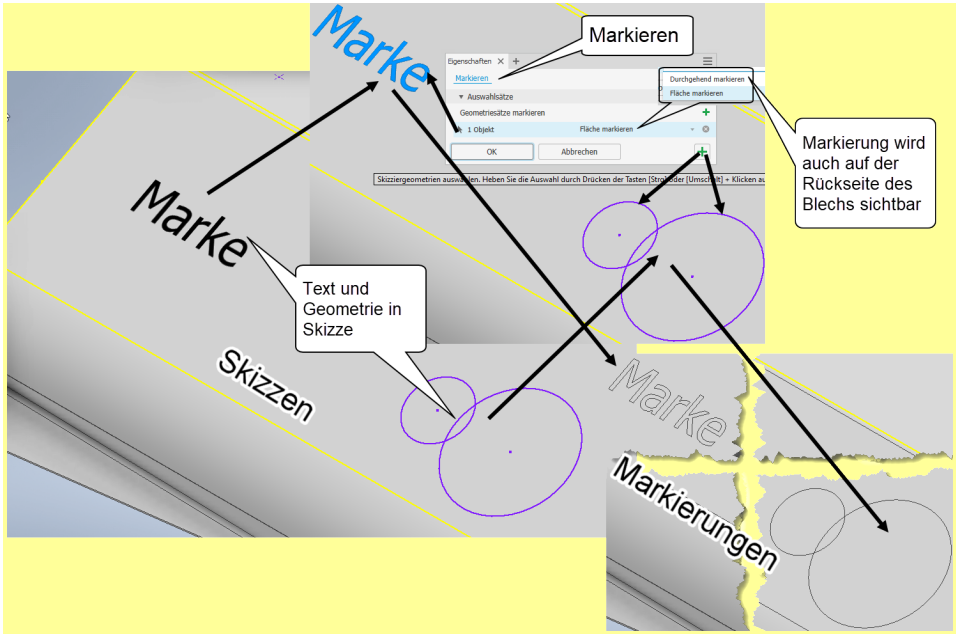


Abbildung 1.23: Markieren einer Fläche mit Text und Geometrie

Die Markierungen werden beim Abwickeln mitgenommen. Bei der Option DURCHGEHEND MARKIEREN dringt die Markierung bis auf die Rückseite der Fläche durch. Beim DXF-Export gehen allerdings einige Teile der Markierung verloren.

11.2.3 Abwicklungen

Abwicklungen gibt es im Blechmodul mit unterschiedlichen Bedeutungen. Einmal können Sie jede Biegung individuell abwickeln und wieder zurückfalten, um die Konstruktion zu prüfen. Andererseits gibt es die Möglichkeit, neben dem 3D-Blechteil die Abwicklung zu speichern, sodass Sie nach Bedarf zwischen beiden Modellen hin- und herschalten können.

Auftrennung

Bei geschlossenen Blechteilen wie der ÜBERGANGSLASCHE ist es vor der Abwicklung nötig, das Teil aufzutrennen .

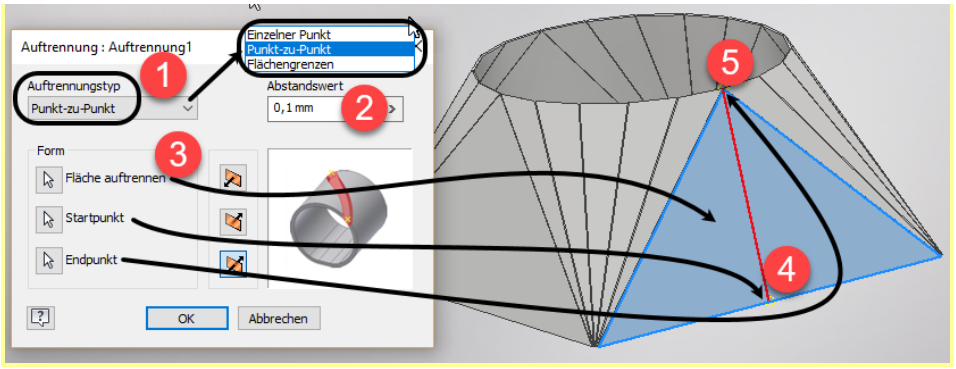


Abbildung 1.24: Auftrennen einer geschlossenen Röhre

Zuerst 1 legen Sie den Auftrennungstyp fest:

- EINZELNER PUNKT – Sie wählen eine Fläche und einen Punkt an einer Flächenkante. Diese Kante dient zum Trennen.
- PUNKT-ZU-PUNKT – Sie wählen eine Fläche und einen Punkt am oberen und am unteren Rand der Fläche. So können Sie Flächen mittig aufschneiden.
- FLÄCHENGRENZEN – Sie wählen eine komplette Fläche, die dann entfernt wird. Das wird oft auf Biegungen angewendet, um an Biegungskanten aufzutrennen.

Den ABSTANDSWERT 2 können Sie, wenn nötig auf einen sehr kleinen Wert setzen, aber nicht auf null.

Mit der Methode PUNKT-ZU-PUNKT wählen Sie nun zuerst die FLÄCHE 3, dann den STARTPUNKT oben 4 und die Kantenmitte 5 unten als ENDPUNKT.

Abwickeln

Mit ABWICKELN  können Sie alle Biegungen einzeln oder insgesamt zurückbiegen, sofern geometrisch möglich. Zuerst müssen Sie diejenige Fläche anklicken, die in ihrer Lage erhalten bleibt: die STATIONÄRE REFERENZ. Danach können Sie die gewünschten Biegungen anklicken, die abgewickelt werden sollen (Abbildung 1.25), oder Sie wählen ALLE BIEGUNGEN HINZUFÜGEN (Abbildung 1.26).

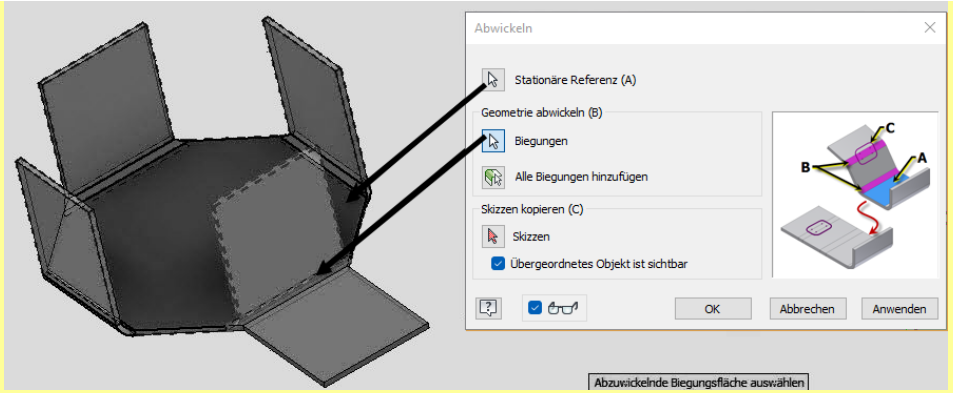


Abbildung 1.25: Stationäre Referenz und eine abgewickelte Biegung

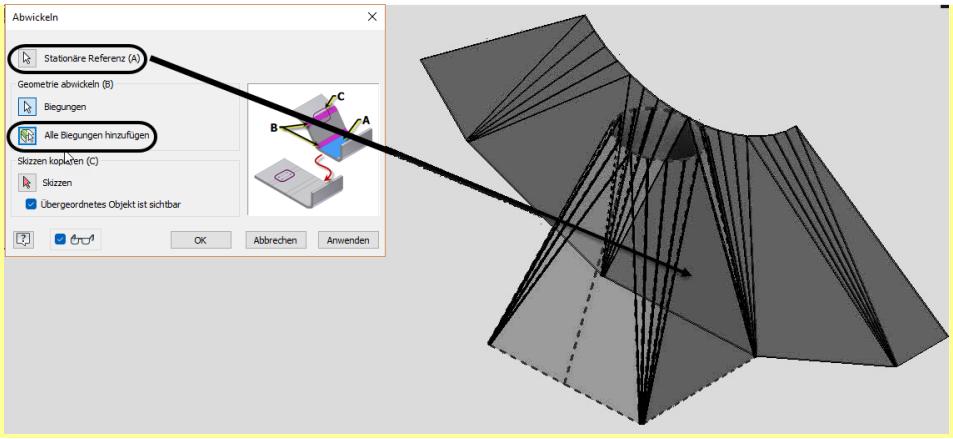


Abbildung 1.26: Komplette Abwicklung der aufgeschnittenen Röhre

Auch die Konturrolle kann abgewickelt werden, diesmal aber in zwei Richtungen. Das zeigt Abbildung 1.27.

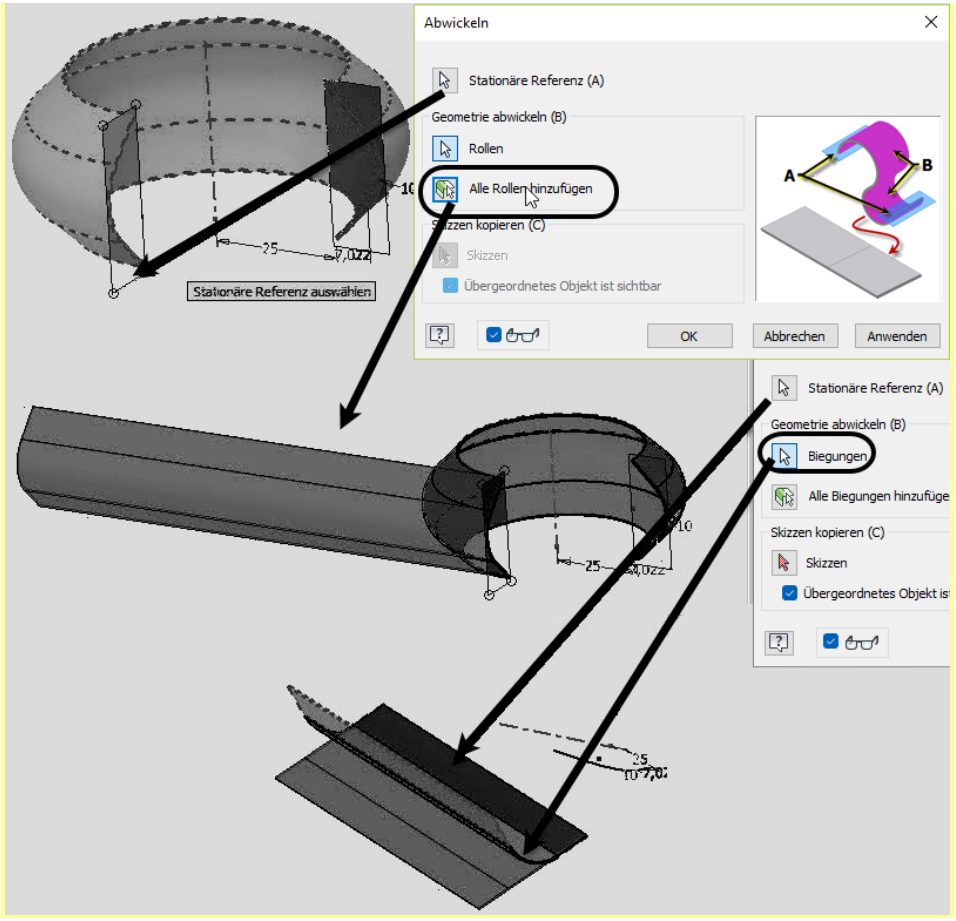


Abbildung 1.27: Doppeltes Abwickeln der Konturrolle

11.2.4 Abwicklung und gefaltetes Modell

Auch beim fertigen Blechteil sind die abgewickelte und die gefaltete Darstellung beide nützlich und sinnvoll. Deshalb können Sie die abgewickelte Variante parallel zum gefalteten Modell bereithalten.

In der Gruppe BLECH|ABWICKLUNG finden Sie dazu zwei Befehle.

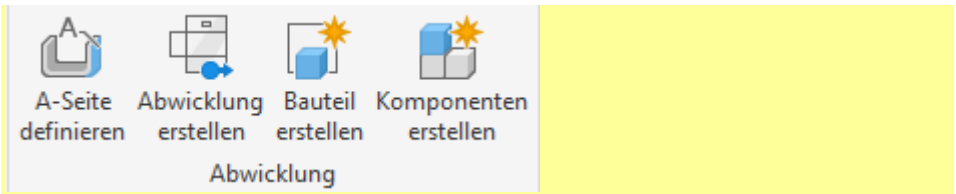


Abbildung 1.28: Befehle zum Abwickeln

Mit A-SEITE DEFINIEREN legen Sie für das Bauteil die Oberseite fest (Abbildung 1.29), hier A-Seite genannt.

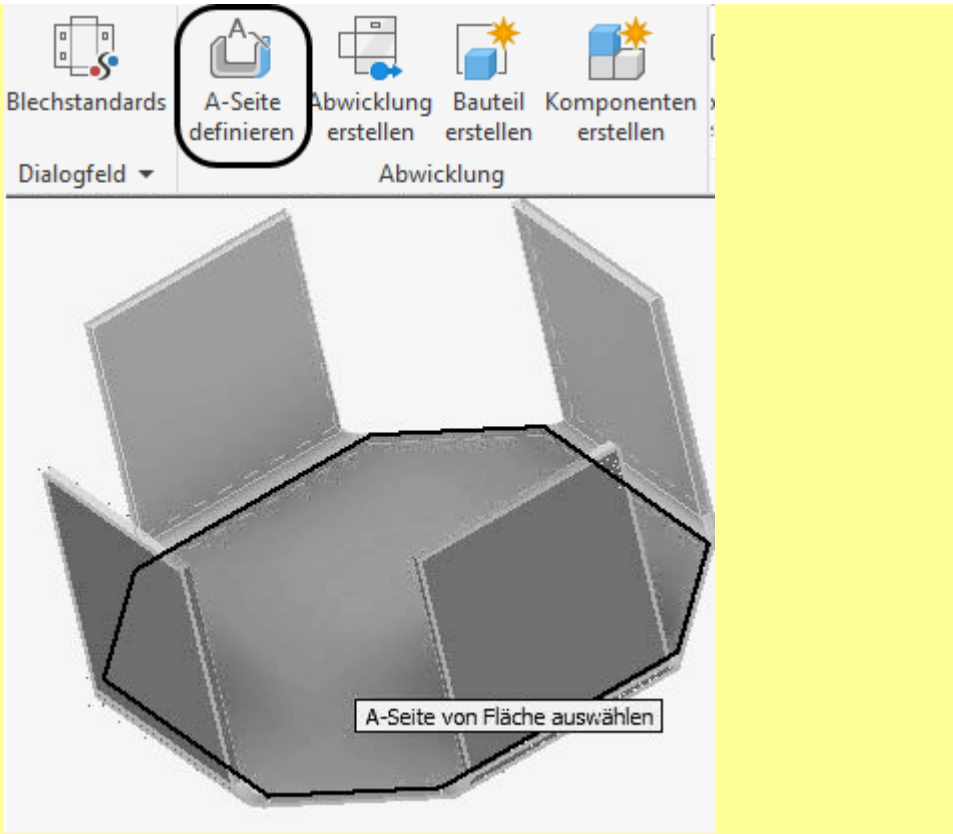


Abbildung 1.29: Bestimmen der Oberseite (A-Seite)

Mit dem zweiten Befehl ABWICKLUNG ERSTELLEN wird nun nicht nur die Abwicklung erstellt (Abbildung 1.30), sondern im Browser wird eine neue Kategorie für die ABWICKLUNG eingerichtet. Zwischen dem GEFALTETEN MODELL und der ABWICKLUNG können Sie ab jetzt mit den Schaltflächen GEHE ZU GEFALTETEM MODELL und GEHE ZU ABWICKLUNG beliebig wechseln.

In der Abwicklung können mit BIEGEREIHENFOLGE-ANMERKUNG die Zahlen für die Biegereihenfolge aktiviert werden. Da die automatisch erstellten Zahlen wahrscheinlich nicht der technologisch sinnvollen Reihenfolge entsprechen, können Sie diese Zahlen bearbeiten und umnummerieren. Auch wenn es dabei zeitweise Doppelnummern gibt, können Sie die einfach neu nummerieren. Am Ende muss allerdings eine eindeutige Nummerierung stehen.

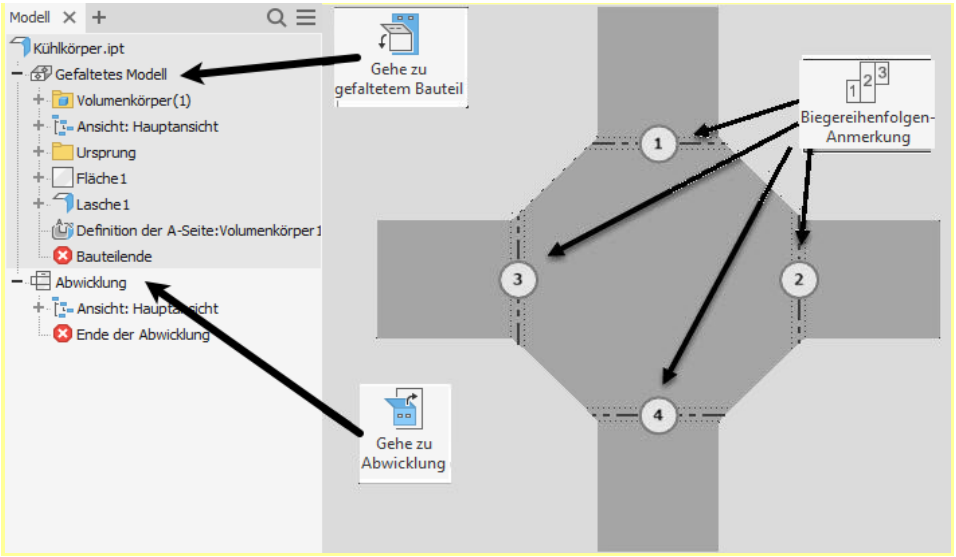


Abbildung 1.30: Abwicklung und gefaltetes Modell

11.2.5 Zeichnung erstellen

Bei Erstellen der Zeichnung eines Blechteils können Sie zwischen der Darstellung als GEFALTETES MODELL und ABWICKLUNG wählen (Abbildung 1.31). Bei der Abwicklung können die STANZMITTELPUNKTE und die BIEGUNGSENDEN mitgezeichnet werden.

Sie können auch die Biegungskanten mit dem Werkzeug MIT ANMERKUNGEN VERSEHEN|ANMERKUNG|BIEGUNG  beschriften, um den Biegungswinkel und Biegungsradius anzuzeigen (Abbildung 1.32). Beim Positionieren der Biegungstexte werden diese zunächst auf die Mittellinien der Biegungen direkt draufgesetzt. Nach Anklicken lassen sich die Texte aber leicht so verschieben, dass eine gut lesbare Zeichnung entsteht.

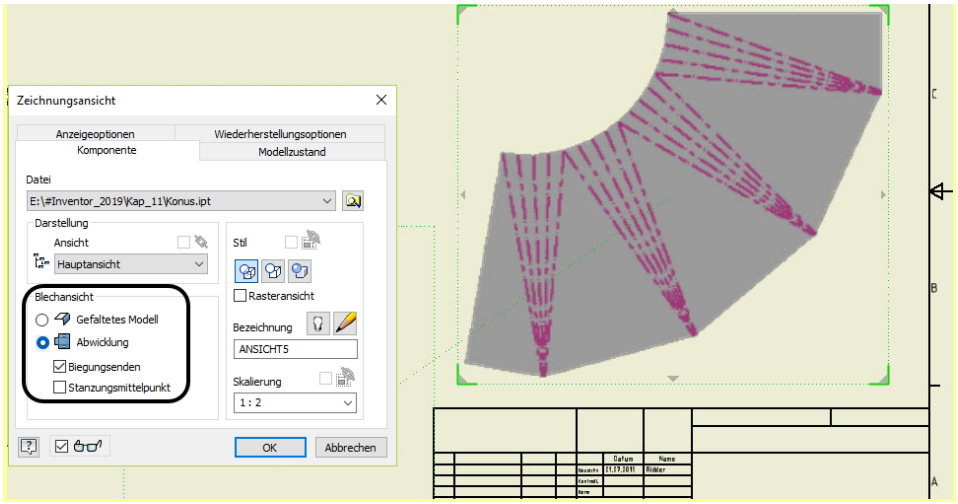


Abbildung 1.31: Abwicklung in Zeichnung

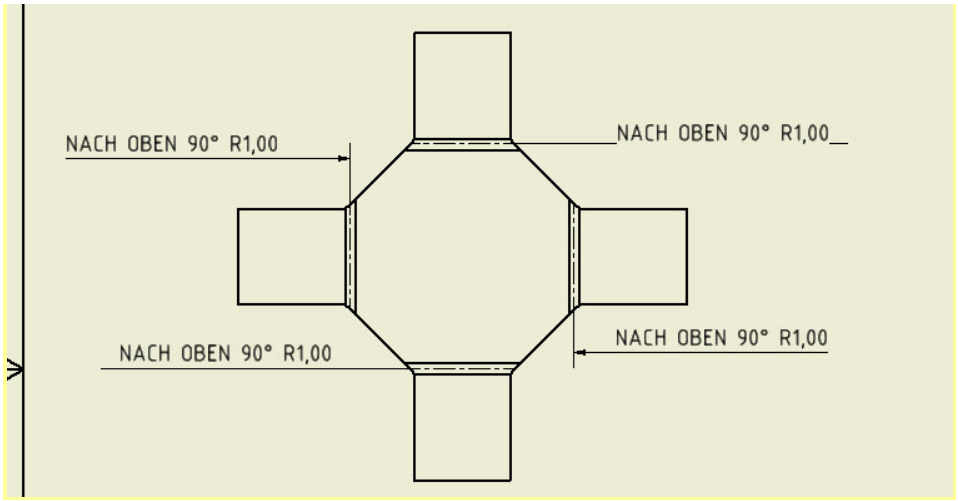


Abbildung 1.32: Zeichnung mit Biegungsmarkierung

11.2.6 DXF-Ausgabe

Das Austauschdatei-Format von AutoCAD (DXF = Data eXchange Format) wird oft auch von Maschinensteuerungen im CNC-Bereich eingelesen, insbesondere für 2D-Bearbeitungen wie Laserschneiden, Stanzen, Nibbeln.

Deshalb gibt es eine Möglichkeit, die Abwicklung des Blechteils als 2D-Kontur im DXF-Format zu erhalten. Wenn Sie die Abwicklung markieren, erscheint im Kontextmenü (Rechtsklick) die Option FLÄCHE EXPORTIEREN

ALS. Als DATEITYP ist hier `*.DXF` möglich (Abbildung 1.33). Die in AutoCAD eingelesene DXF-Datei des Beispiels sehen Sie in Abbildung 1.34.

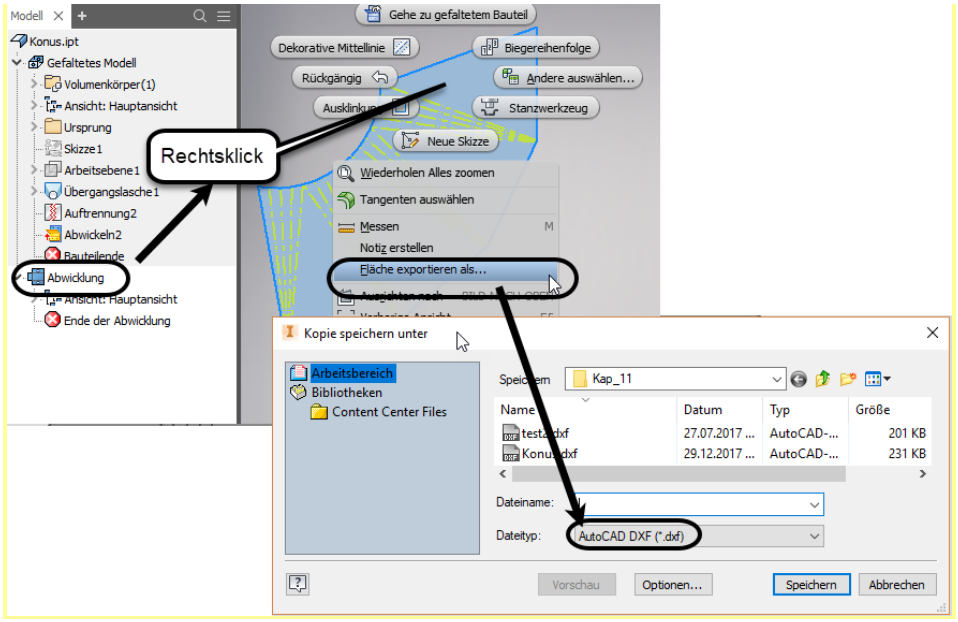


Abbildung 1.33: Abwicklung als DXF-Datei ausgeben

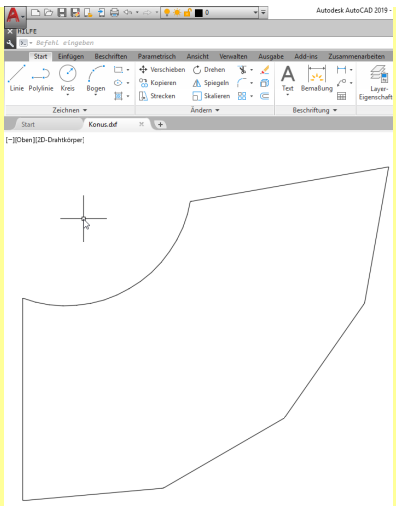


Abbildung 1.34: DXF-Datei in AutoCAD eingelesen

11.3 Gestellgenerator

Der Gestellgenerator ist im Register KONSTRUKTION zu finden (Abbildung 1.35). Die Grundlage für ein Gestell ist eine 3D-SKIZZE für die Gestellkanten.

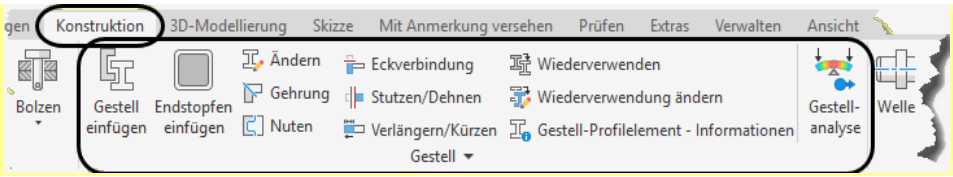


Abbildung 1.35: Funktionen des Gestellgenerators

11.3.1 Basis für Gestell aus Volumenkörper

Nun ist das Erstellen einer 3D-Skizze allein aus Linien und mit der präzisen Eingabe nicht gerade einfach. Deshalb wird in diesem Beispiel ein anderer Weg eingeschlagen.

Es wird zunächst ein Volumenkörper erstellt, der den äußeren Gestellkanten entspricht (Abbildung 1.36).

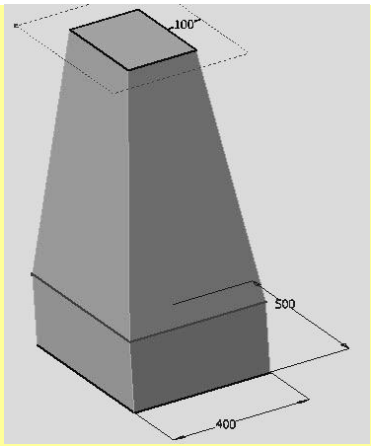


Abbildung 1.36: Volumenkörper zur Vorbereitung der 3D-SKIZZE

Dessen Kanten werden dann für die 3D-SKIZZE des Gestells genutzt. Basierend auf diesen Kanten können nun die Gestellelemente mit dem Gestellgenerator platziert werden.

Für diese Konstruktion kann man gut die MODELLZUSTÄNDE nutzen und sämtliche Konstruktionsschritte *in einem einzigen Modell* vollziehen (Abbildung 1.37). Beginnen Sie dazu eine neue Baugruppe mit drei

MODELLZUSTÄNDEN. Mit Rechtsklick auf MODELLZUSTÄNDE erstellen Sie zwei neue MODELLZUSTÄNDE, die Sie nach Doppelklick auf die Vorgabenamen in **Hilfskörper** und **Kanten** umbenennen.

- MODELLZUSTAND **Hilfskörper**: Hier erstellen Sie den Volumenkörper für die Vorgabe der späteren Gestellform.
  - Mit der Funktion ZUSAMMENFÜGEN|KOMPONENTE|ERSTELLEN  wird hier ein neues Bauteil innerhalb der Baugruppe erstellt, ein passender Name wie **Gestell-Körper** vergeben sowie eine Skizzierebene wie die XY-Ebene gewählt und
  - der formgebende Volumenkörper mit den entsprechenden Befehlen erstellt.
  - Mit Doppelklick auf die Baugruppe oben im Browser beenden Sie den Bauteil-Modus.
- MODELLZUSTAND **Kanten**: Hier leiten Sie die Kanten vom Volumenkörper ab.
  - Zunächst müssen Sie für den Volumenkörper, der durch den Wechsel in den neuen Modellzustand unterdrückt wurde, per Rechtsklick und Kontextmenü den Zustand UNTERDRÜCKT wieder herausnehmen.
  - Erstellen Sie mit ZUSAMMENFÜGEN|KOMPONENTE|ERSTELLEN  ein weiteres Bauteil mit einem Namen wie **Gestell-Kanten**.
  - Starten Sie mit 3D-MODELL|SKIZZE|3D-SKIZZE  eine 3D-Skizze,
  - klicken Sie mit 3D-SKIZZE|ZEICHNEN|GEOMETRIE EINSCHLIEßEN  die Kanten des Volumenkörpers an (Abbildung 1.38) und
  - beenden Sie die 3D-Skizze.
  - Mit Doppelklick auf die Baugruppe oben im Browser beenden Sie den Bauteil-Modus.
- MODELLZUSTAND **Hauptansicht**:
  - Hier werden zunächst der Volumenkörper und die Kanten unterdrückt und
  - Sie nehmen hier nur den Modus UNTERDRÜCKT für **Gestell-Kanten** heraus.
  - Versehen Sie nun die Kanten nach Start des GESTELLGENERATORS über KONSTRUKTION|GESTELL|GESTELL EINFÜGEN mit den Gestellprofilen.

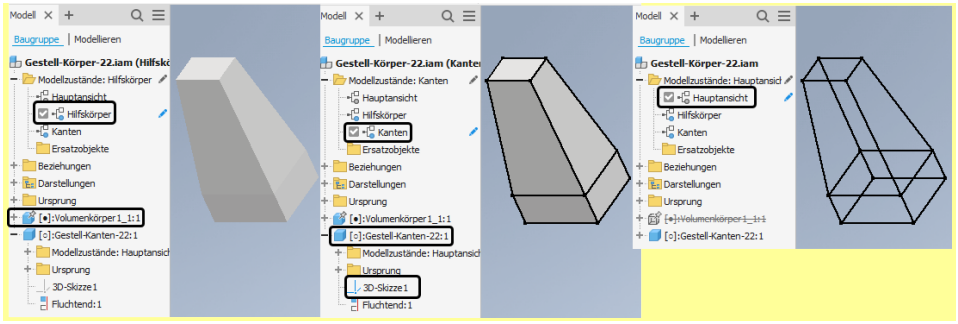


Abbildung 1.37: MODELLZUSTÄNDE für Gestellkonstruktion

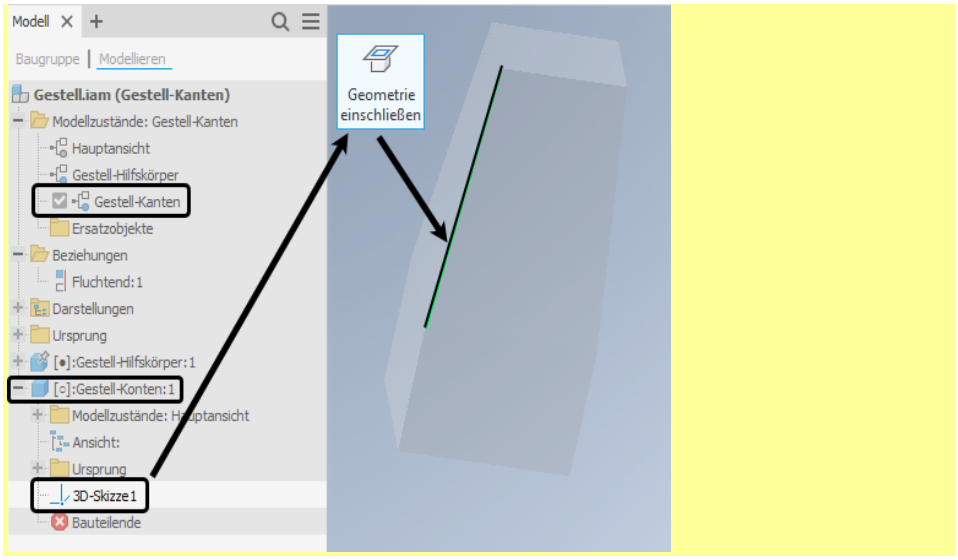


Abbildung 1.38: 3D-SKIZZE über GEOMETRIE EINSCHLIEßEN vom Volumenkörper ableiten

11.3.2 Dateistruktur bei Gestellen

Neben der Baugruppe mit dem Gestell werden durch den Gestell-Generator weitere Dateien automatisch erstellt. Im *Projektverzeichnis* werden abgelegt:

- Die **`Gestell`**-Baugruppe,
- das Bauteil **`Gestell-Hilfskörper`** und
- das Bauteil **`Gestell-Kanten`**.

Im Unterverzeichnis mit dem Vorgabenamen GESTELL/*Frame* werden gespeichert:

- die einzelnen *Profil-Bauteile,*

- ein *Skelett-Bauteil*,
- ein *Rahmen-Bauteil* und
- ggf. noch die *Bauteile* für die *Endstopfen*.

Da diese automatisch gespeichert werden, erhalten sie automatische Bezeichnungen mit angehängten Zufallszahlen im Namen, die für Eindeutigkeit sorgen sollen. Damit die Namen etwas sinnvoller gestaltet werden, können Sie unter EXTRAS|ANWENDUNGSOPTIONEN im Register DATEI ganz unten unter OPTIONEN die VORGABEN FÜR DATEIBENENNUNGEN selbst noch gestalten. Sie können in die Namen beispielsweise das aktuelle Datum einbauen und anstelle der Namensvorgaben eigene Bezeichnungen verwenden. Die Zufallszahlen müssen aber wegen der Eindeutigkeit bleiben. Durch diese Einstellungen können Sie auch erreichen, dass die Bezeichnungen im Browser den Namen im Windows-Dateisystem entsprechen.

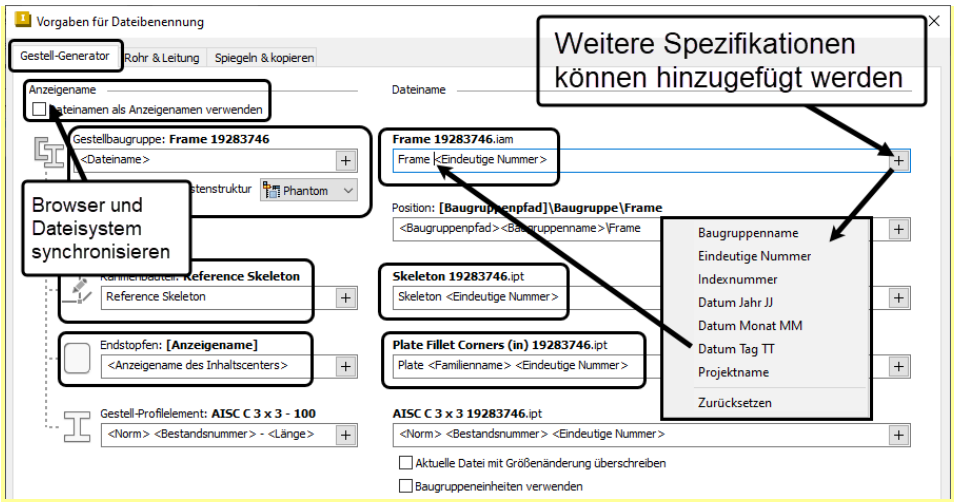


Abbildung 1.39: Namensvorgaben für Gestelldateien

11.3.3 Gestell erzeugen

Die erste Aufgabe des Gestellgenerators (Abbildung 1.40) besteht darin, die 3D-Skizze mit Profilen zu bestücken 1. Dafür rufen Sie GESTELL EINFÜGEN auf. Im EIGENSCHAFTEN-Dialog wählen Sie als NORM DIN 2, dann unter FAMILIE die Profile 3, die GRÖßE 4 und das MATERIAL 5. Die Platzierungsmethode kann auf Kante 6 eingestellt werden. Dann klicken Sie eine Kante an 7 und wählen in der Grafikvorschau die zu positionierende Kante 8 aus den neun Möglichkeiten und evtl. den

Drehwinkel 9. Im Kontextmenü können Sie die Auswahlmethode für die Kanten auch auf KETTE schalten und dann mehrere zusammenlaufende Kanten mit den gleichen Einstellungen zusammen mit Profilen bestücken (Abbildung 1.41). Dort, wo die Kanten nicht rechtwinklig zusammenstoßen, wird die Kantenausrichtung evtl. schwierig. Hier können Sie im Dialogfenster AUSRICHTEN markieren und eine geeignete Bezugskante wählen (Abbildung 1.42).

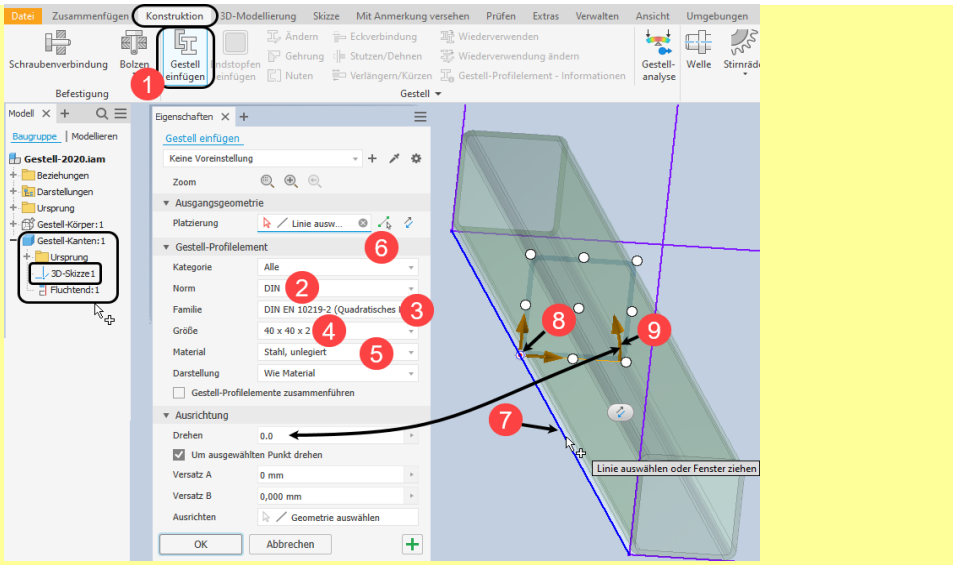


Abbildung 1.40: Gestell-Elemente einfügen

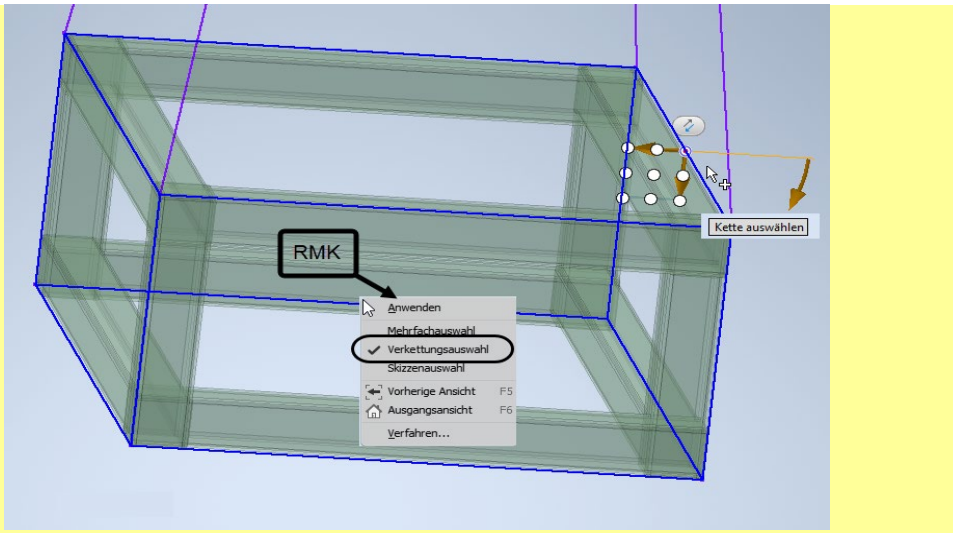


Abbildung 1.41: Mehrere Kanten als KETTE wählen

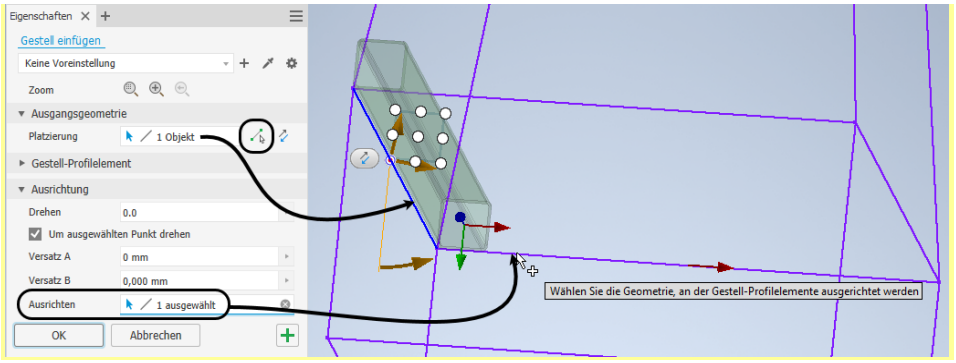


Abbildung 1.42: Mit AUSRICHTEN die richtige Orientierung erstellen

11.3.4 Endstopfen

Bevor Sie Hohlprofile mit Endstopfen oder Abschlusskappen versehen, müssen Sie dafür die *benutzerdefinierte Inventor-Bibliothek* aktivieren und dem Projekt zuordnen. Das können Sie im aktuellen Projekt mit DATEI|VERWALTEN|PROJEKTE und dort mit dem Werkzeug INHALTSCENTER-BIBLIOTHEKEN KONFIGURIEREN tun. Aktivieren Sie dort die benutzerdefinierte Bibliothek CUSTOM CONTENT.

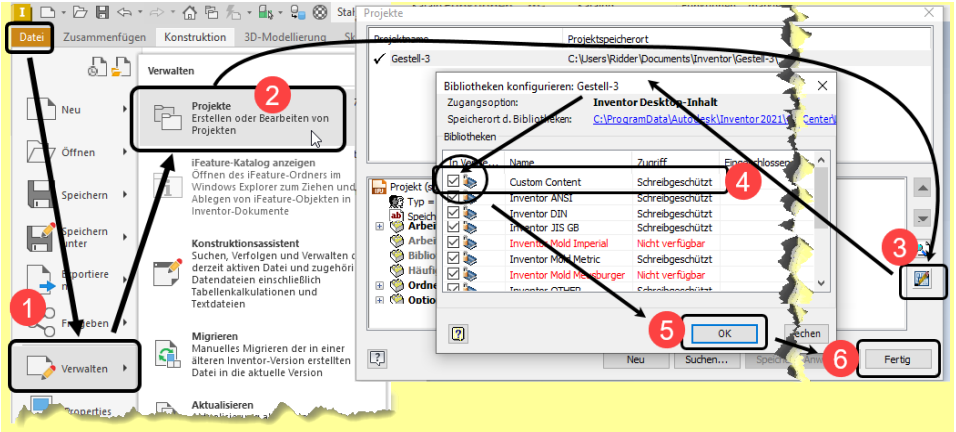


Abbildung 1.43: Benutzerdefinierte Bibliothek für Stopfen aktivieren

Danach können Sie KONSTRUKTION|GESTELL|ENDSTOPFEN EINFÜGEN aufrufen. Geben Sie zuerst einen eigenen Namen dafür ein und wählen Sie danach die Profilfläche, die Sie abschließen möchten. Dann bestimmen Sie unter PLATZIERUNG die Form: nach außen gerichtet oder

innenliegend. Die DICKE gibt die Stärke des Stopfens an und der VERSATZ den Abstand vom Profilrand nach innen.

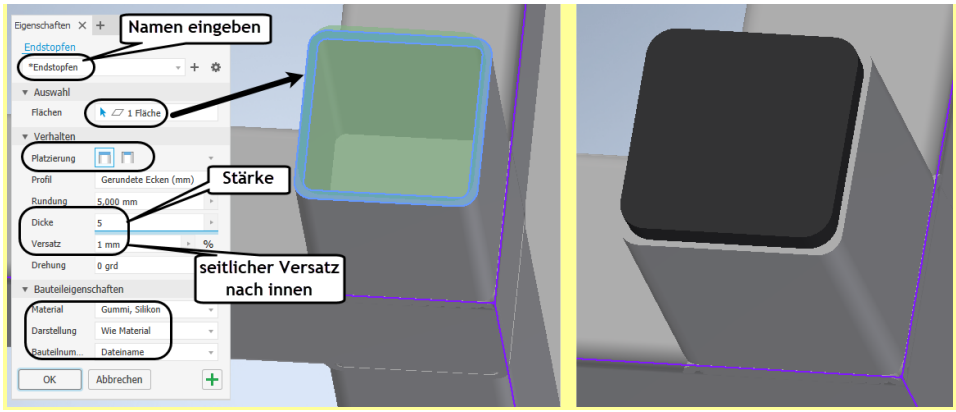


Abbildung 1.44: Endstopfen platzieren

Sie können diese Endstopfen im Browser markieren und auch bearbeiten. Über das Kontextmenü können Sie die Endstopfen MIT GESTELLGENERATOR LÖSCHEN wieder entfernen oder auch einen markierten Stopfen mit der Funktion WIEDERHOLEN ENDSTOPFEN EINFÜGEN erneut einfügen.

11.3.5 Profile bearbeiten

Ändern

Mit ÄNDERN  1 können Sie einzelne Profile noch nachträglich bearbeiten. Im Beispiel (Abbildung 1.45) wird das Profil 3 mit AUSRICHTEN 2 nachträglich angepasst.

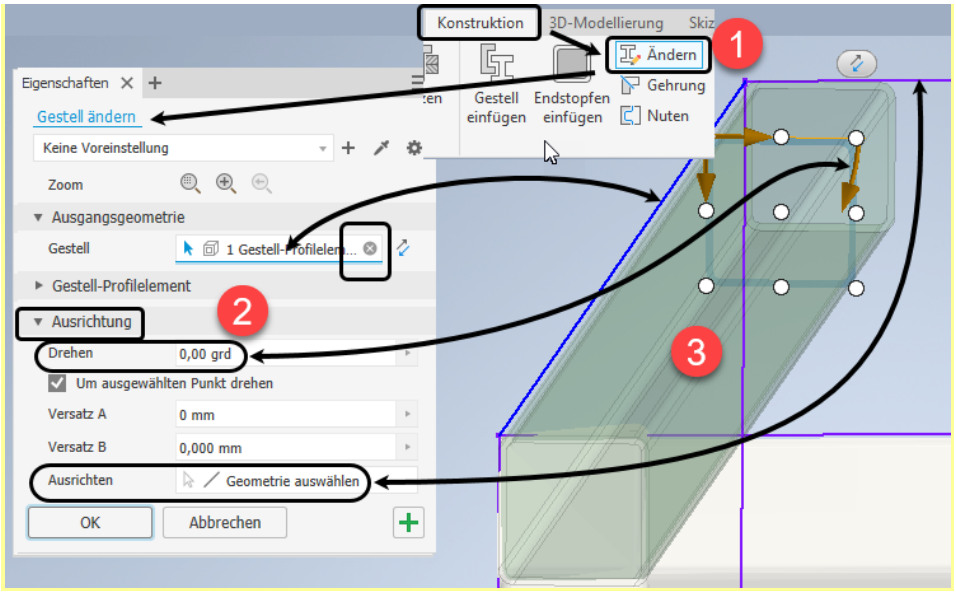


Abbildung 1.45: Mit ÄNDERN die AUSRICHTUNG nachträglich anpassen

Gehrung

Schon bei der Konstruktion von Profilen können Sie Profile, die in einer Ebene liegen, mit der Option GESTELL-PROFILELEMENTE ZUSAMMENFÜHREN automatisch mit einer Gehrung versehen lassen.

Die Funktion GEHRUNG 1 berechnet nachträglich die Gehrung zwischen zwei oder auch drei Profilen. Sie können einen VERSATZ 2 für die Schweißnaht angeben und darüber mit den Richtungspfeilen 3 wählen, ob eine Kante auf der Winkelhalbierenden stehen bleibt oder symmetrisch abgeschnitten wird.

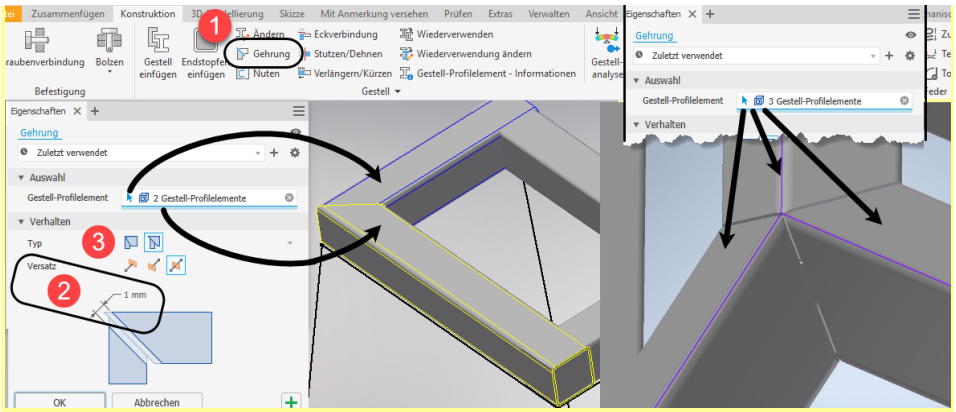


Abbildung 1.46: Symmetrische GEHRUNG mit Abstand für zwei und drei Profile erstellen

Es können auch mehrere Profile, die in einer Ebene liegen, miteinander durch Gehrungen verbunden werden.

Bearbeitungen entfernen

Mit der Funktion KONSTRUIEREN|GESTELL ▾ DARSTELLUNGEN DER ENDEN ENTFERNEN können Sie nicht erwünschte Modifikationen von Profilenden wieder entfernen. Das ist beispielsweise nötig, wenn Sie eine GEHRUNG durch eine ECKVERBINDUNG ersetzen wollen.

Eckverbindung

Die Funktion ECKVERBINDUNG 1 schneidet zwei Profile an einer Ecke aufeinander zu. Zuerst wählen Sie das Profil 2, das als Begrenzung wirkt, dann dasjenige 3, das darauf zugeschnitten werden soll. Für das erste Profil können Sie angeben, um wie viel es 4 dabei verkürzt (oder mit negativem Vorzeichen auch verlängert) wird, für das zweite Element geben Sie den Abstand zur Hinterkante des ersten 5 für die Verkürzung (oder negativ für Verlängerung) an.

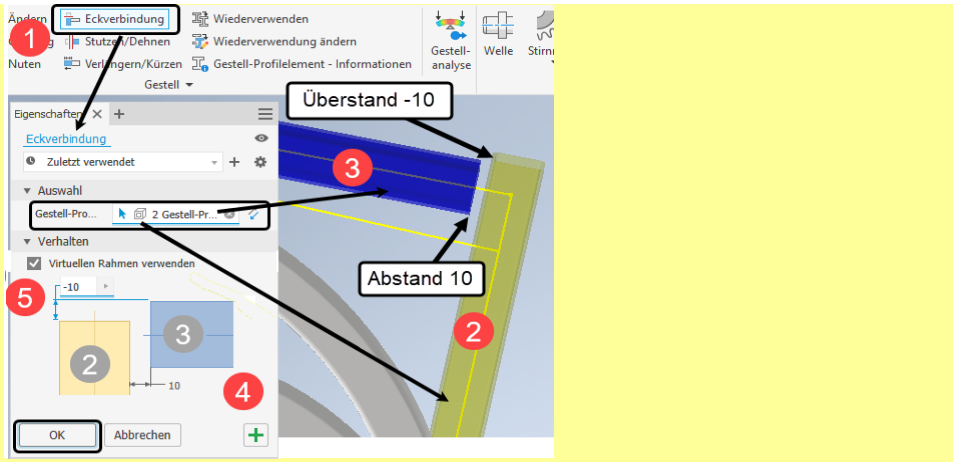


Abbildung 1.47: ECKVERBINDUNG

Stutzen/Dehnen

Mit der Funktion STUTZEN/DEHNEN 1 werden ein oder mehrere Profile *an einer Fläche* gestutzt oder gedehnt. Zuerst wird die ebene Fläche 2 gewählt und dann die zu stutzenden oder dehnenden Profile 3.

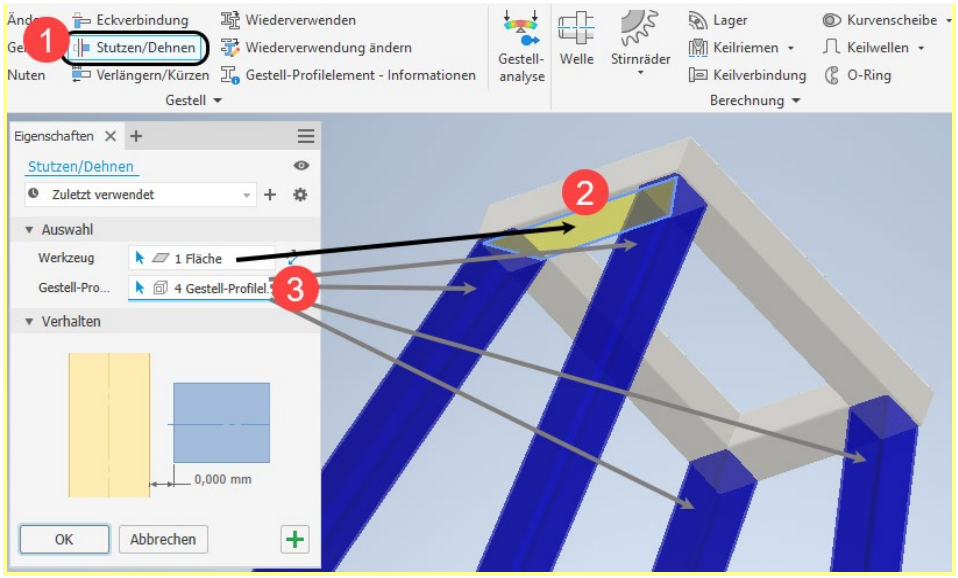


Abbildung 1.48: STUTZEN/DEHNEN auf Fläche

Verlängern/Kürzen

Mit VERLÄNGERN/KÜRZEN 1 können Sie ein oder mehrere Profile 2 verlängern oder kürzen. Nach Wahl der Profilelemente 3 können Sie unter VERHALTEN angeben, welches Ende bearbeitet werden soll oder ob beide Enden gleich oder unterschiedlich behandelt werden sollen 3. Unter VERSATZ wird die Verlängerung oder Verkürzung angegeben 4. Zum Verkürzen wäre ein negativer Abstand einzugeben.

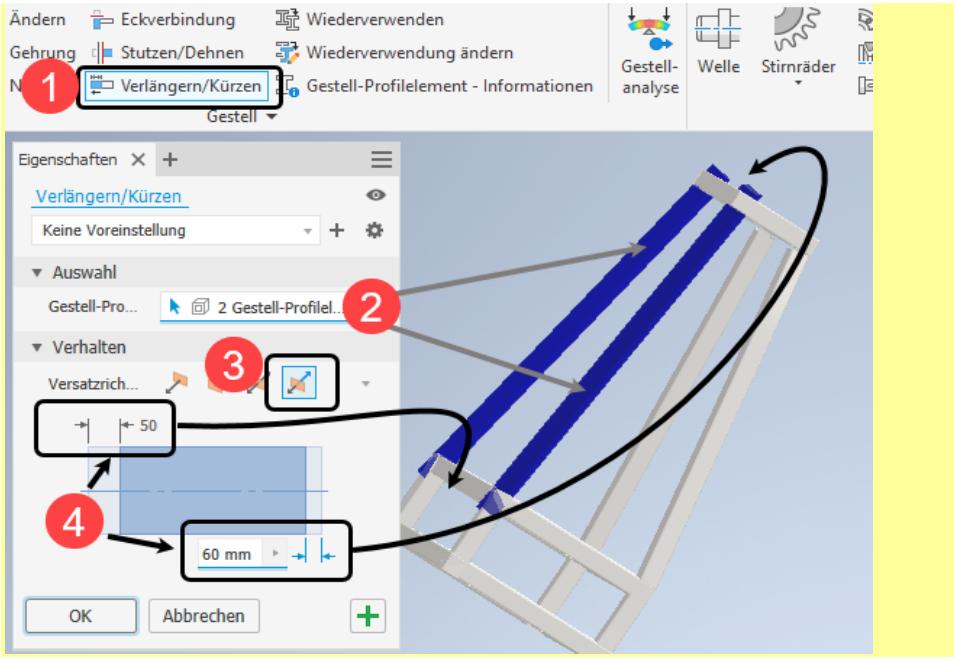


Abbildung 1.49: Verlängern zweier Elemente an beiden Enden

Nuten

Mit NUTEN 1 können Profile aufeinander zugeschnitten werden. Es entsteht eine Ausklinkung. Als Erstes wählen Sie das zuzuschneidende Profil 2 und danach das Profil 3, das als Kerbungswerkzeug dient. Abbildung 1.50 zeigt oben die Profilwahl und unten das Ergebnis bei unterdrückten Zielprofilen.

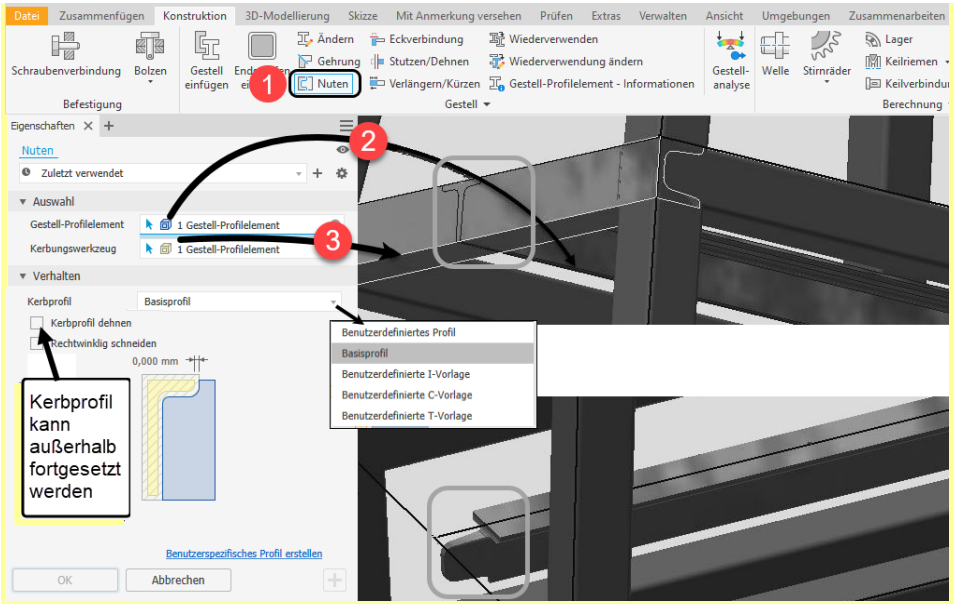


Abbildung 1.50: Nuten

Gestellanalyse

Die GESTELLANALYSE 1 kann den Belastungsfall simulieren und die Verformungen berechnen. Sie beginnen mit SIMULATION ERSTELLEN 2. Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

- Die STATISCHE ANALYSE berechnet die Verformung unter Einwirkung bestimmter Lasten.
- Die MODALANALYSE ermittelt das Schwingungsverhalten bei verschiedenen Frequenzen.

Das Gestell wird dazu durch eine Stabkonstruktion repräsentiert, damit nach der Methode der finiten Elemente der Lastfall berechnet werden kann.

Zuerst wären mit FESTGELEGT 3 die Fixpunkte zu bestimmen, die fest verankerten Positionen. Dazu klicken Sie in diesem Beispiel die untersten der angezeigten Knotenpunkte an, auf denen das Gestell ruht.

Als Nächstes können Sie nun mit KRAFT 4 die Belastungen aufbringen. Wichtig ist dabei, dass Sie die Richtungspfeile der Kräfte in die beabsichtigte Richtung drehen. Das kann dynamisch am Bildschirm durch Schwenken der Kraft-Pfeilsymbole geschehen oder über einen Dialog.

Wichtig ist auch, die SCHWERKRAFT-Richtung 5 korrekt zu orientieren. Das gelingt am einfachsten über das Kontextmenü.

Mit SIMULIEREN 6 wird schließlich die Berechnung gestartet, die einige Zeit braucht. Im aktuellen Beispiel wurde für jede der vier Lasten eine Kraft von 100 N (entsprechend ungefähr 10 kg) aufgewendet. Die maximale Verformung liegt dann bei ca. 2 µm.

Mit der Funktion GESTELLANALYSE|PUBLIZIEREN|BERICHT kann ein ausführlicher Ergebnisbericht im RTF- oder HTML-Format ausgegeben werden. Das RTF-Format (Rich-Text-Format) kann mit Word gelesen werden, das HTML-Format mit jedem Internet-Browser.

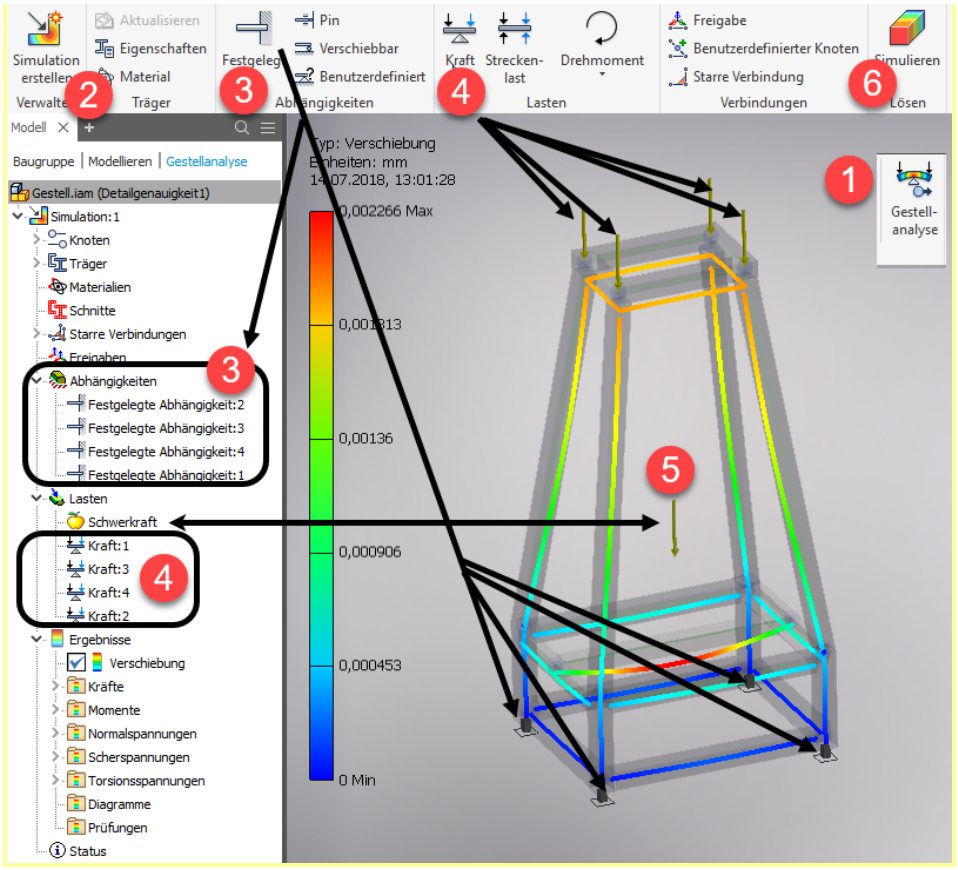


Abbildung 1.51: Simulation mit Lasten

11.4 Wellengenerator

Die in Abbildung 1.52 gezeigte Welle soll nun mit dem Wellengenerator erstellt werden.

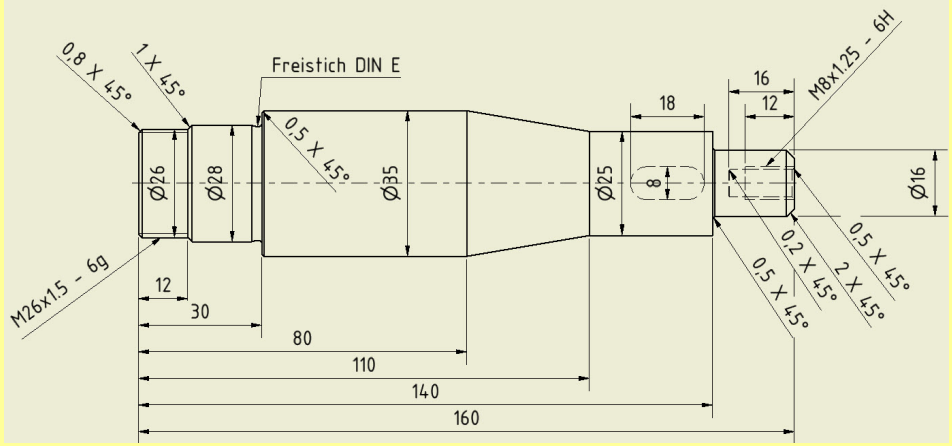


Abbildung 1.52: Beispiel für Wellenkonstruktion

Dazu müssen Sie gleich eine Baugruppe starten und dann unter KONSTRUKTION|BERECHNUNG|WELLE den Wellengenerator aktivieren. Sie befinden sich dann in einem KONSTRUKTIONSASSISTENTEN, der die Welle als Baugruppe aus einzelnen Teilen für Sie aufbaut (Abbildung 1.53). Jedes einzelne Segment der Welle wird dann aus den Grundformen Zylinder, Kegel oder Polygon gestaltet. An den Enden jedes Segments können RUNDUNGEN, FASEN, GEWINDE und weitere Formelemente hinzugefügt werden. Auch können auf den Segmenten noch Formelemente wie Keilnutrillen, Durchgangsbohrungen u.Ä. angebracht werden. Auf diese Weise besteht dann die Welle aus vielen einzelnen dieser Elemente.

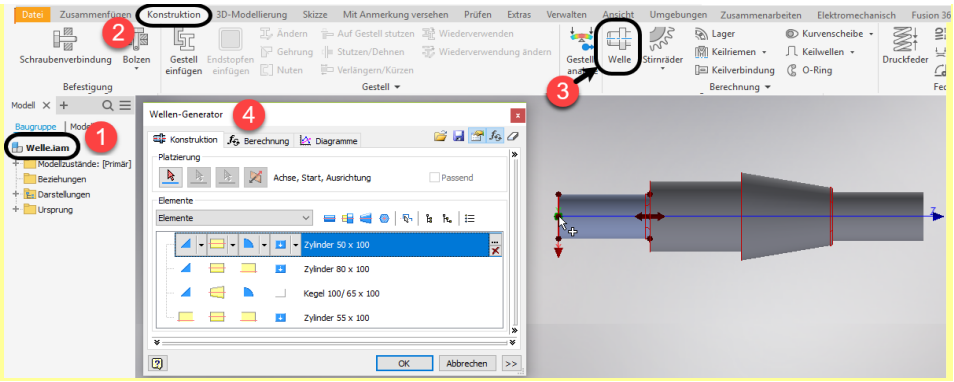


Abbildung 1.53: Welle mit dem Konstruktionsassistenten erstellen

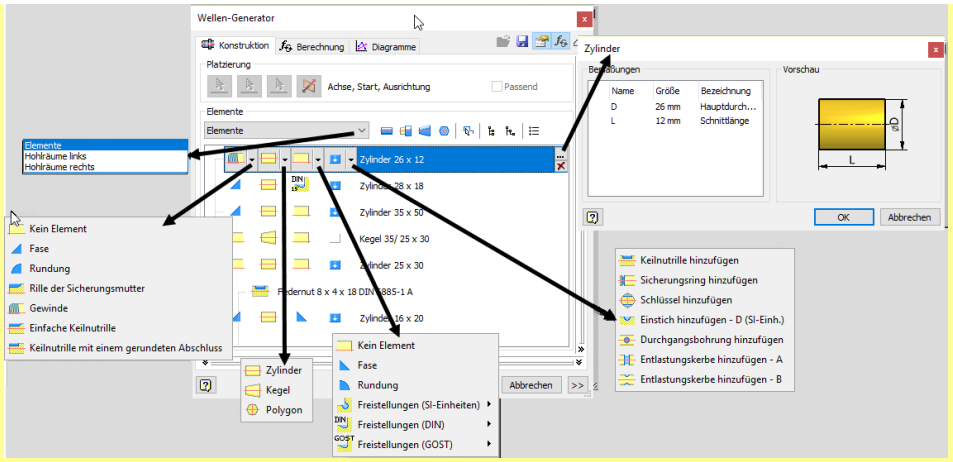


Abbildung 1.54: Funktionen im Wellengenerator

Zusätzlich können an den Wellenenden noch Hohlräume links und rechts generiert werden, also Bohrungen mit verschiedensten Spezifikationen. Bei den Hohlräumen ist die Richtung etwas trickreich definiert. Deshalb zeigt Abbildung 1.55 noch einmal die gesamte Struktur des Beispielteils. Man beachte die Spezifikationen für die Gewindebohrung auf der rechten Seite.

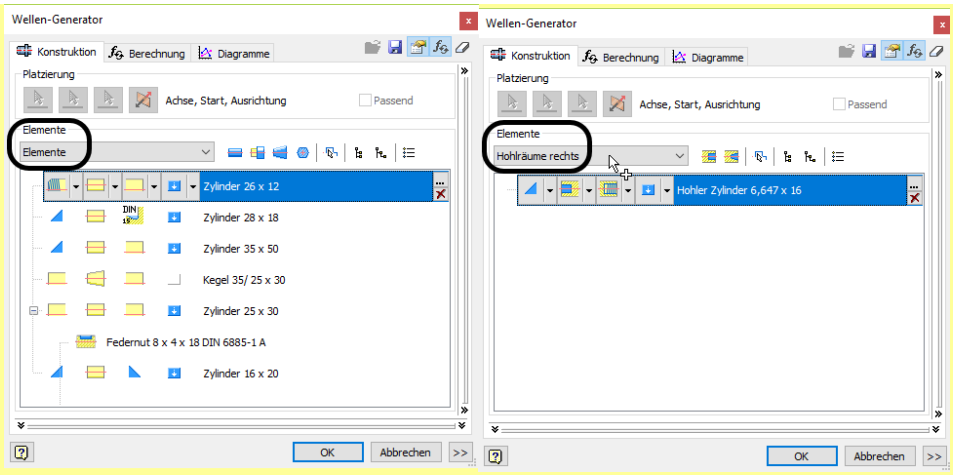


Abbildung 1.55: Struktur des Wellenbeispiels

11.5 Schweißen

Das Schweißen findet in der Baugruppenumgebung statt. Alle zu verschweißenden Teile werden in der Schweißbaugruppe dann

verbunden. Die Schweißbaugruppe kann nicht in eine normale Baugruppe zurückkonvertiert werden. Das entspricht ja auch der Realität. Die verschweißten Teile sind fest zusammengefügt.

Sie beginnen also entweder mit der Wahl einer Schweißbaugruppen-Vorlage (Abbildung 1.56) oder wandeln eine normale Baugruppe mit UMGEBUNG|IN SCHWEIßKONSTRUKTION KONVERTIEREN  um (Abbildung 1.57).

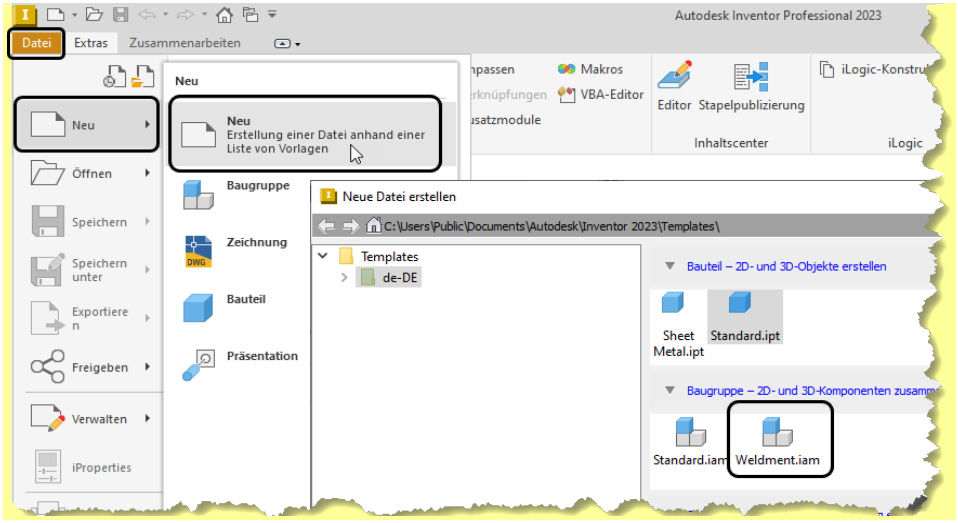


Abbildung 1.56: Schweißbaugruppe erstellen

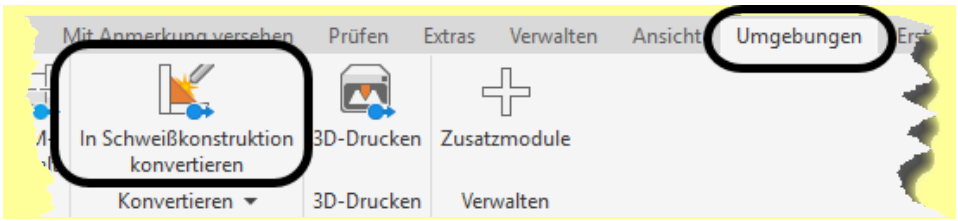


Abbildung 1.57: Baugruppe in Schweißkonstruktion konvertieren

Die Schweißbearbeitung besteht aus drei Schritten:

- Vorbereitung der Teile bzw. der zu verschweißenden Kanten
- Erstellen der gewünschten Schweißnaht
- Nacharbeiten der Schweißnähte

11.5.1 Schweißvorbereitung

Für eine Füllnaht müssen die betreffenden Kanten abgeschrägt werden. Für diese Bearbeitung stehen einige Volumen-Bearbeitungsbefehle zur Verfügung (Abbildung 1.58). Meist ist FASE nötig. Diese Bearbeitung wird unter der Kategorie VORBEREITUNGEN im Browser auch sichtbar.

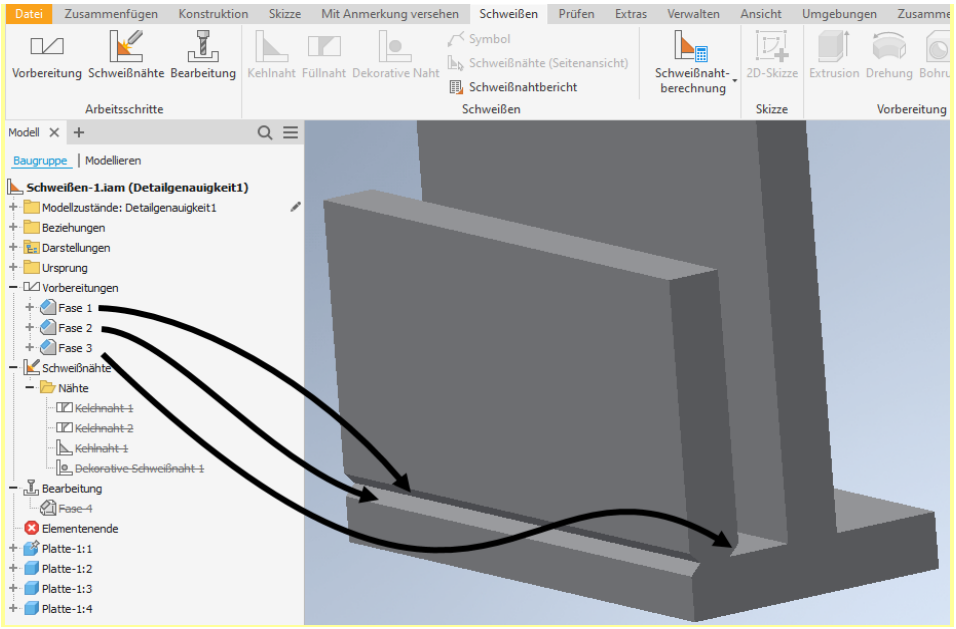


Abbildung 1.58: Vorbereitung zum Schweißen mit Fase

Die hier gezeigten Platten sind natürlich logisch schon durch Abhängigkeiten so miteinander verbunden, dass sie nicht mehr beweglich sind.

11.5.2 Erstellen der Schweißnähte

Für die Schweißnähte gibt es drei Funktionen:

1. KEHLNAHT – erzeugt eine *Kehlnaht*. Sie benötigt ggf. eine Nachbearbeitung.
2. FÜLLNAHT – besser als *V-Naht* oder *Kelchnaht* bekannt, benötigt eine Vorbereitung durch Abschrägen der Kanten.
3. DEKORATIVE NAHT – sonst auch als *Stumpfnaht* bezeichnet, wird in Inventor lediglich durch eine dickere Linie markiert.

Kehlnaht

Hierfür ist keine Vorbereitung nötig. Es können diverse Formen der Schweißnaht gewählt werden und die Naht auch durch einzelne Schweißraupen realisiert werden.

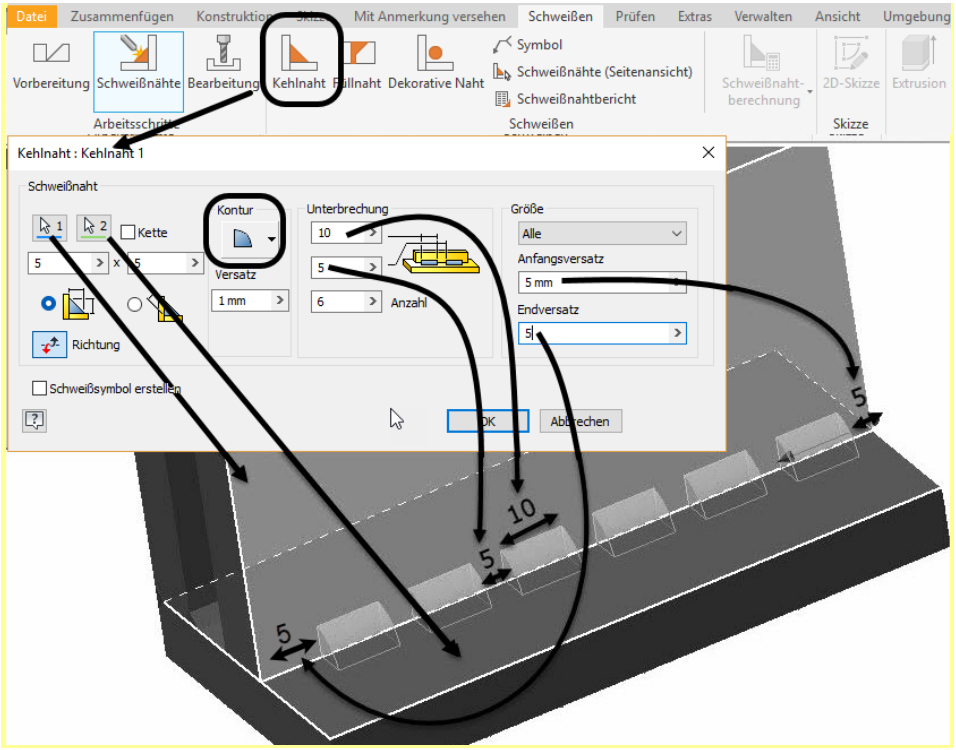


Abbildung 1.59: Kehlnaht

V-Naht

Mit der Funktion FÜLLNAHT können Sie eine *V-Naht* oder *Kelchnaht* erstellen. Wenn beide Kanten mit FASEN vorbereitet sind, dann wählen Sie beide Fasenflächen und aktivieren VOLLSTÄNDIGE FLÄCHE SCHWEIßEN.

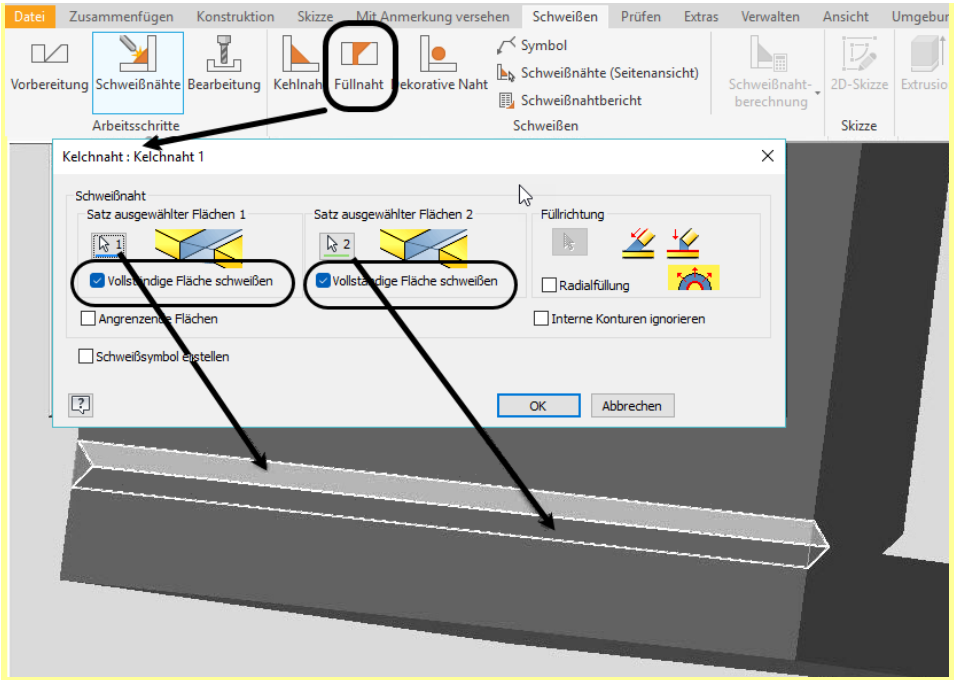


Abbildung 1.60: Füllnaht erstellen

Falls nur eine Kante mit Fase bearbeitet ist, dann aktivieren Sie auch nur bei dieser Fasenfläche VOLLSTÄNDIGE FLÄCHE SCHWEIßEN. Dann benötigt das Programm eine FÜLLRICHTUNG, das ist eine Richtung, die das Schweißmaterial begrenzt. Im Beispiel konnte die Kante der unteren Platte verwendet werden (Abbildung 1.61).

Eine andere Möglichkeit für die einseitig gefaste Kante bietet die Option RADIALFÜLLUNG (Abbildung 1.62). In diesem Fall wird die Schweißnaht durch einen Radius begrenzt, der hier aber nur als Linie zu sehen ist.

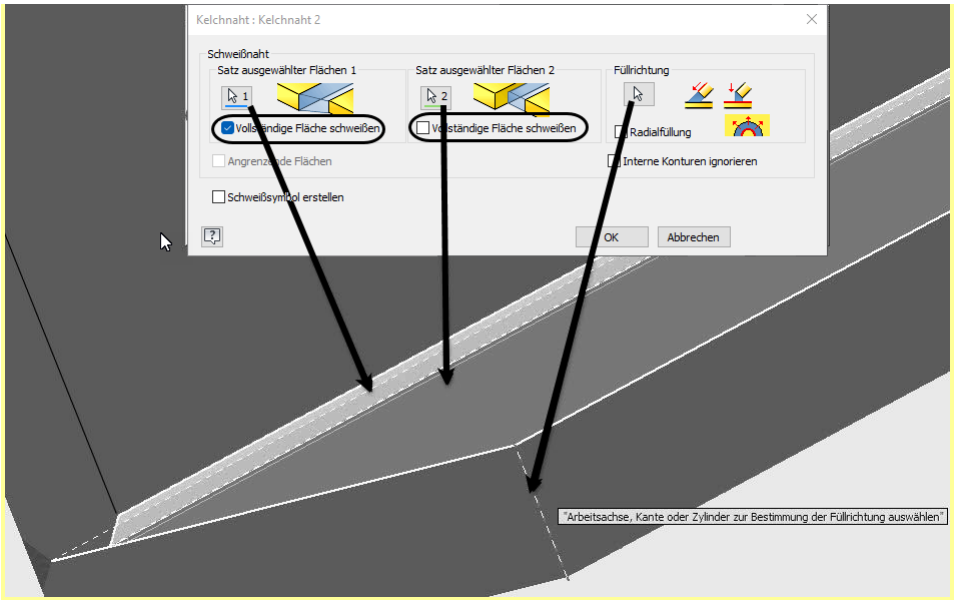


Abbildung 1.61: Füllnaht mit Füllrichtung

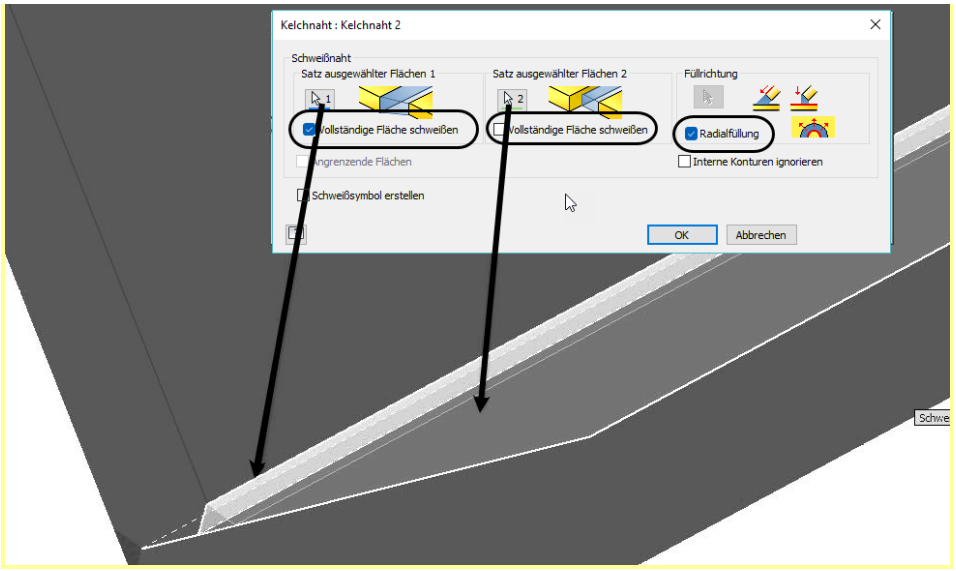


Abbildung 1.62: Füllnaht mit Radialfüllung

Stumpfnaht

Die DEKORATIVE NAHT wird für stumpf zusammenstoßende Teile verwendet. Hier werden einzelne Kanten oder Ketten von Kanten oder

Konturen einer Fläche gewählt. Die Naht wird durch eine dickere gelbe Linie dargestellt.

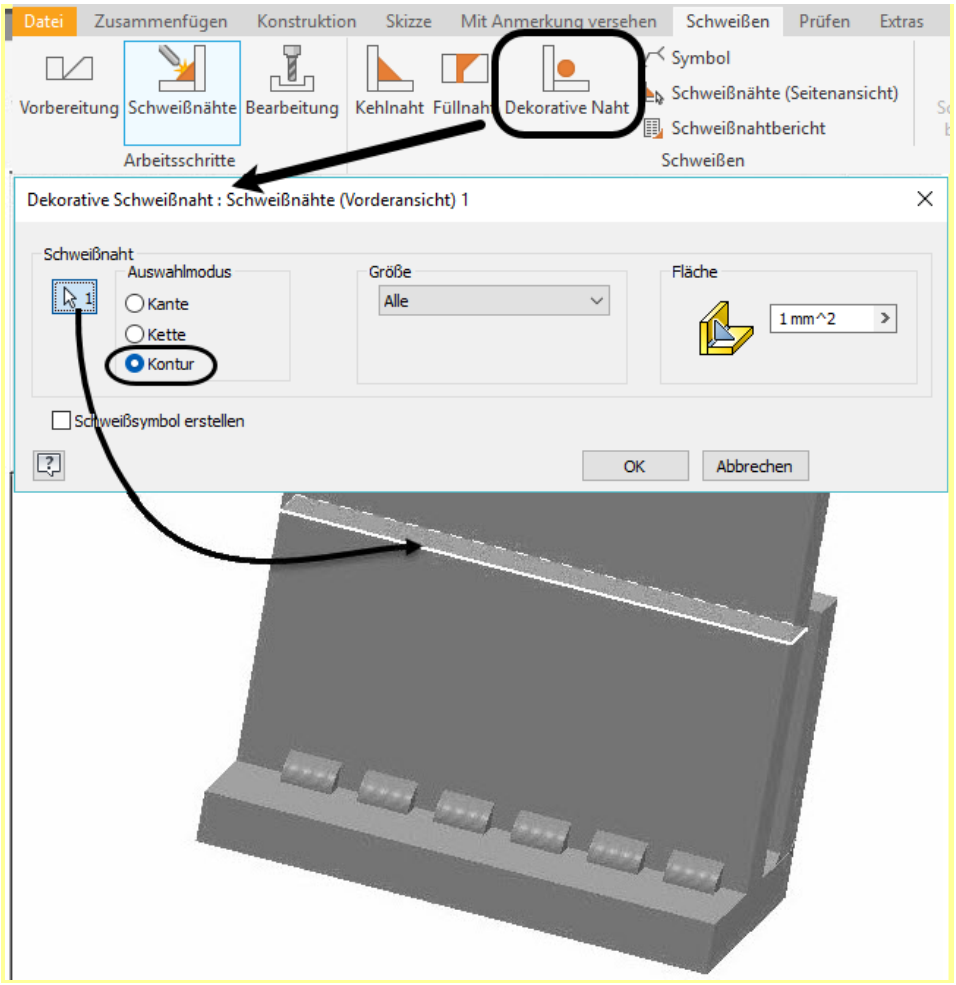


Abbildung 1.63: Dekorative Naht – Stumpfnaht

11.6 BIM-Export

Mit den Funktionen unter UMGEBUNGEN|BIM-INHALT können Sie Konstruktionen für die Verwendung im Architekturprogramm *Autodesk-Revit* erstellen. Es werden dann die dort benötigten Revit-Familiendateien mit der Endung `.rfa` generiert. Man nennt das BIM-Export (Building Information Modelling).

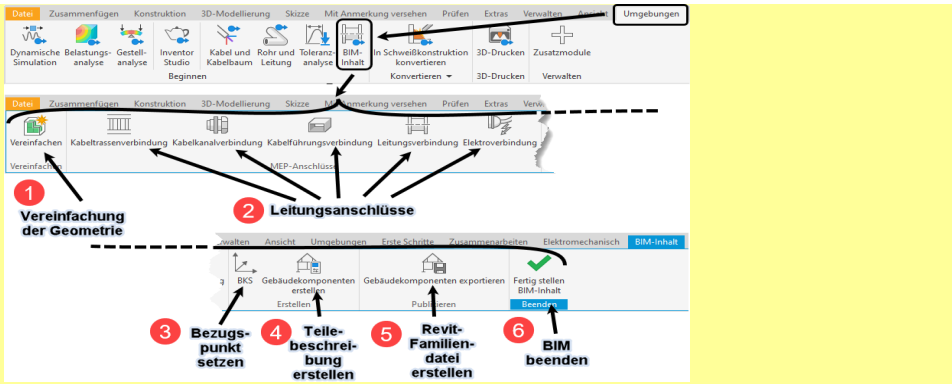


Abbildung 1.64: Funktionen für den BIM-Export von Inventor-Konstruktionen als Revit-Familiendateien

Die Funktionen sind klar im Menü gegliedert und dienen folgenden Zielen:

- VEREINFACHEN|ERSATZ FÜR KONTURVEREINFACHUNG – Diese Funktion bietet zahlreiche Möglichkeiten, die Geometrie eines Bauteils oder einer Baugruppe zu vereinfachen. Weil in der Architekturkonstruktion beispielsweise von einem Heizungskessel nur noch die äußere Form und die Anschlüsse für Strom, Wasser und Rauch interessant sind, kann beispielsweise die komplette Gestaltung der inneren Geometrie ausgeschlossen werden, auch diverse interne Leitungen, Bohrungen und Schrauben spielen dann keine Rolle mehr. Es bleibt dann oft nur noch eine vielleicht auch etwas vergröberte äußere Form und die Anschlussflansche übrig. Dadurch werden auch Konstruktionsgeheimnisse vor dem Export geschützt.
- MEP-ANSCHLÜSSE – Mit den diversen Funktionen in diesem Bereich können Sie festlegen, welche der Anschlusspunkte in Ihrer Konstruktion zu welchen Leitungen gehören. Das müssen Sie dann bei jedem Anschluss in einem Dialog auswählen. In Revit kann dann der Architekt durch Anklicken der betreffenden Anschlüsse automatisch die nötigen Verbindungsrohre abrufen bzw. die Elektroleitungen platzieren.
- ERSTELLEN|BKS – Diese Funktion dient dazu, einen sinnvollen Bezugspunkt zum Positionieren im Architekturmodell anzugeben.
- ERSTELLEN|GEBÄUDEKOMPONENTEN ERSTELLEN – An dieser Stelle geben Sie über einen Dialog die Daten zur Klassifizierung

des Architekturbauteils ein. Das sollte am besten ein Architekt tun.

- PUBLIZIEREN|GEBÄUDEKOMPONENTEN EXPORTIEREN – Mit dieser Funktion wird die für Revit benötigte Familiendatei `*.RFA` erstellt (RFA = Revit FAmily). Gegebenenfalls schlägt Inventor bei komplexen Konstruktionen vor, automatisch eine Vereinfachung der Geometrie zu erstellen. Dann wird das Ersatzobjekt im Browser unter MODELLZUSTÄNDE|ERSATZOBJEKTE erscheinen und aktiviert.
- BEENDEN|FERTIG STELLEN BIM-INHALT – Hiermit wird die BIM-Erstellung abgeschlossen.

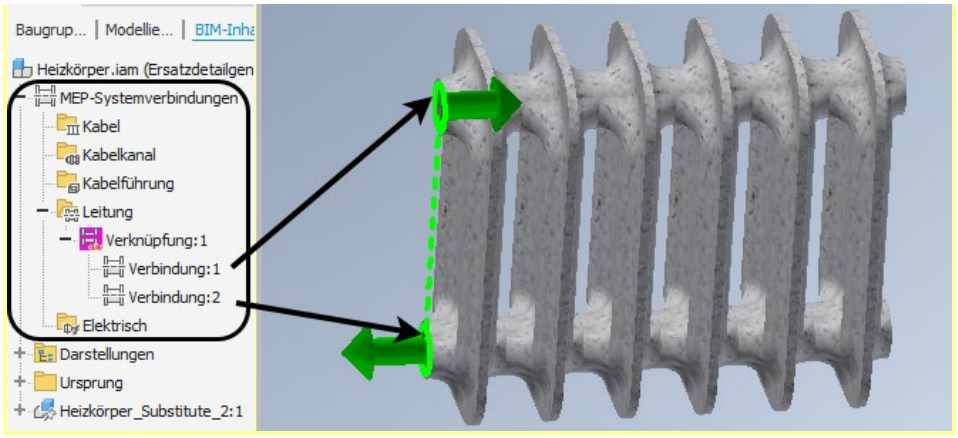


Abbildung 1.65: Bauteil mit Wasseranschlüssen für den BIM-Export

11.7 Revit-Import

Ähnlich wie die CAD-Modelle anderer Hersteller (AnyCAD-Verfahren) können auch Architekturmodelle des Programms Revit nach Inventor importiert werden. Sie können zwischen zwei Import-Verfahren wählen:

- Beim *Referenzmodell* wird das Originalmodell als Verknüpfung eingefügt, sodass Sie Punkte, Kanten und Flächen abgreifen können, um eigene Konstruktionen passend hinzuzufügen. Sie können aber das Original nicht bearbeiten. Nach Änderungen in der Revit-Zeichnung kann die Referenz in Inventor aktualisiert werden. Dadurch können Inventor-Konstruktionen, die mit diesem Referenzmodell verbunden sind, ebenfalls synchron verändert werden. Wichtig hierfür ist, dass Sie bei Konstruktion der zusätzlichen Inventor-Teile dann die gewünschten Abhängigkeiten beispielsweise

von den Revit-Wänden etc. erstellen. Sie können ja schon in der Skizze durch Projizieren der Revit-Geometrie automatische Abhängigkeiten schaffen. Ansonsten müssten Sie mithilfe von Arbeitselementen wie Ebenen und geometrischen Abhängigkeiten Ihre Inventor-Konstruktion an die Revit-Geometrie binden.

- Beim Import von konvertierten Objekten werden aus den Revit-Elementen AutoCAD-Volumenelemente erstellt. Die können Sie auch bearbeiten und schon mal Löcher in Wände bohren. Diese Änderungen haben aber keine Auswirkung auf die Original-Revit-Datei. Beim Konvertieren werden die Revit-Elemente in Inventor-Bauteile umgewandelt. Sie können wählen, ob die Bauteile dann eine normale Baugruppe bilden sollen oder ein Multipart-Bauteil oder ein einziges zusammengesetztes Bauteil mit einem komplexen Volumenkörper.

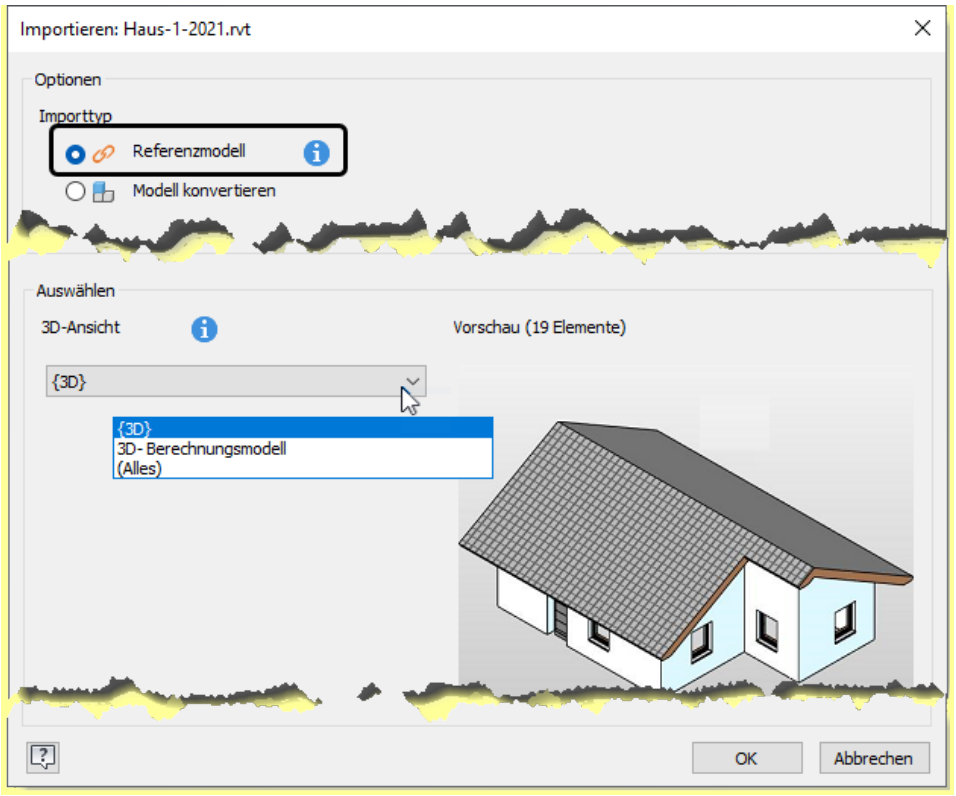


Abbildung 1.66: Revit-Import als Referenz

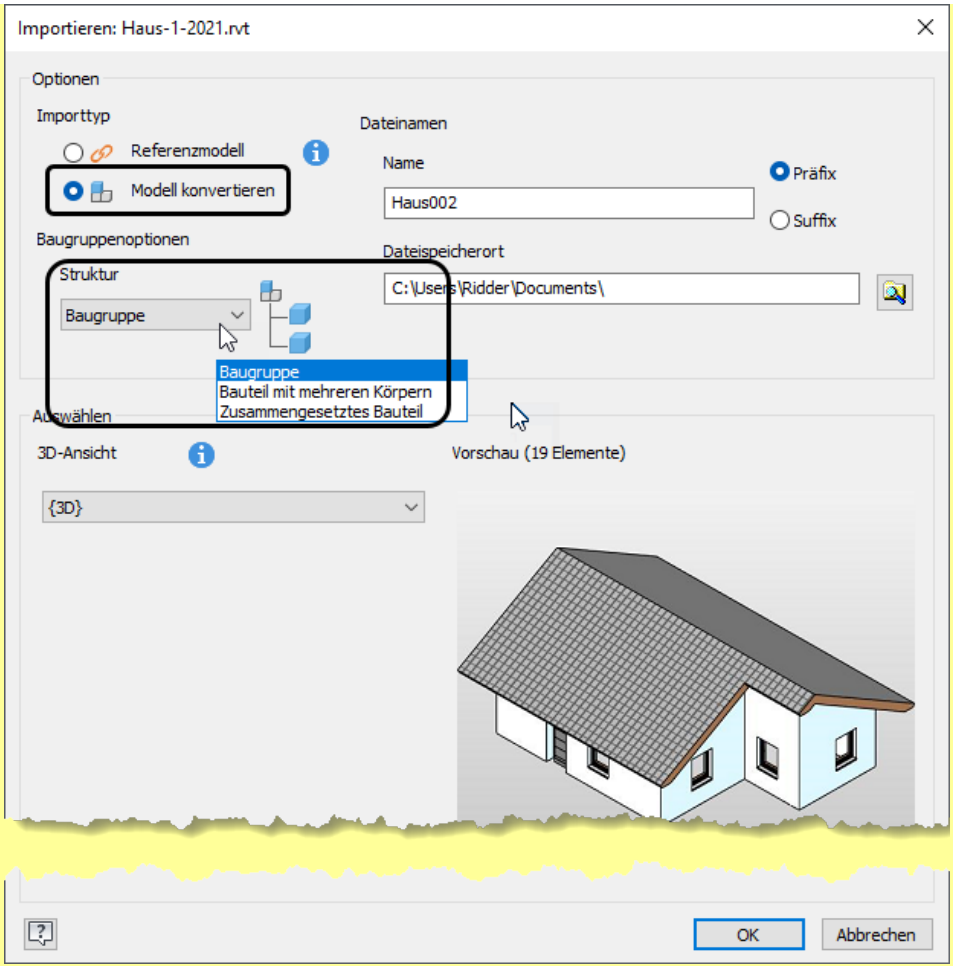


Abbildung 1.67: Revit-Import als konvertierte Objekte

Die Funktionsaufrufe finden Sie unter

- Register DATEI unter ÖFFNEN|CAD-DATEIEN IMPORTIEREN
- SCHNELLZUGRIFF-Werkzeugkasten unter ÖFFNEN

Sie müssen dort nur immer als Dateityp REVIT-PROJEKTDATEIEN (*.RVT) wählen.

In einem Baugruppendokument können Sie Revit-Modelle unter ZUSAMMENFÜGEN|KOMPONENTE|IMPORTIERTE CAD-DATEIEN PLATZIEREN  auch einfügen.

Im Beispiel wurde nun in Inventor ein Vordach als einfache Extrusion mit fester Höhe, aber an die Hauswände angepasste Abmessungen konstruiert. Nach Verschieben zweier Wände und des Dachs fluchtet das Vordach immer noch mit den Wänden, die Höhe aber bleibt wie in Inventor bemaßt.

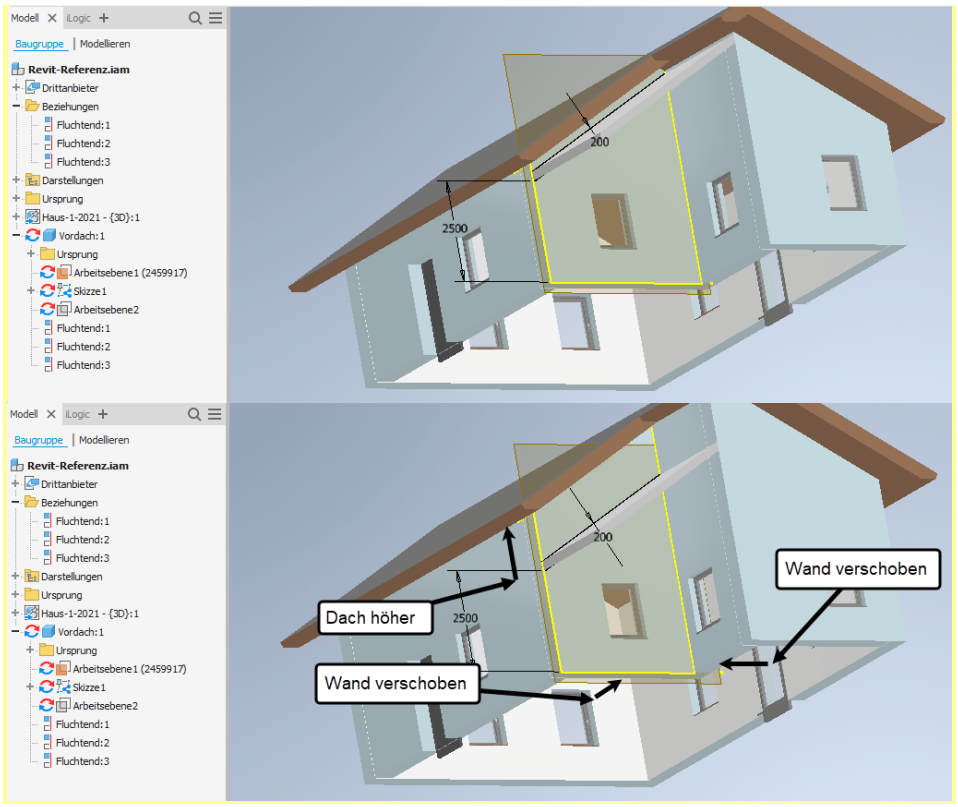


Abbildung 1.68: Vordach-Konstruktion passt sich nach Änderung an Referenzmodell an

11.8 Interoperabilität mit Fusion

In dem cloudbasierten CAD-System FUSION gibt es Funktionen, um direkt INVENTOR-Baugruppen einzulesen oder FUSION-Konstruktionen als INVENTOR-Konstruktionen zu speichern:

- Mit DATEI|HOCHLADEN kann eine INVENTOR-Baugruppe nach FUSION geladen werden. Sie müssen hierzu die Baugruppendatei und alle Komponenten auswählen.
- Mit DATEI|EXPORTIEREN kann eine FUSION-Baugruppe als INVENTOR-Baugruppe gespeichert werden.

Nun wurde auch in Inventor in der Bauteilumgebung unter UMGEBUNGEN|FUSION|AN FUSION SENDEN die Möglichkeit geschaffen, ein Bauteil nach FUSION zu senden. Bedingung ist, dass Sie eine *Fusion-Lizenz* und ein *Team-Konto* besitzen.

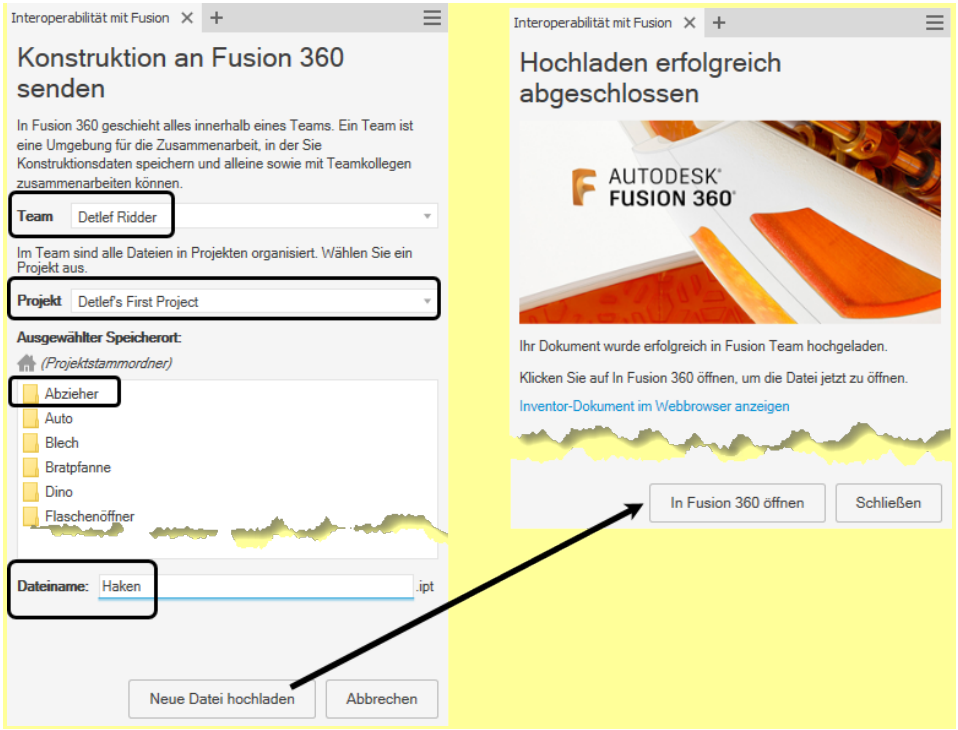


Abbildung 1.69: Exportvorgang für ein Bauteil nach FUSION

11.9 Übungsfragen

1. Was ist die wichtigste Einstellung in den Blechstandards?
2. Wie werden Bleche erstellt?
3. Nennen Sie einige Standard-Funktionen für Blechteile.
4. Womit erstellen Sie eine Ausklinkung?
5. Wozu dient die DXF-Ausgabe der Blechabwicklungen?
6. Was ist die Grundlage für ein Gestell?
7. Was ist in der GESTELL-ANALYSE die Vorgaberichtung der SCHWERKRAFT?

8. Welche Grundbestandteile hat die Wellenbaugruppe?
9. Welche Schweißnaht benötigt eine Vorbereitung?
10. Welche Schweißnaht kann mit Schweißraupen gestaltet werden?

11.10 Antworten

1. Die Blechstärke
2. Aus 2D-Skizzen mit der Funktion FLÄCHE
3. Lasche, Konturlasche, Übergangslasche, Falz
4. Mit der Funktion AUSSCHNEIDEN
5. Zur Übergabe der Daten an CNC-Schneidemaschinen
6. Eine 3D-Skizze der Kanten
7. Merkwürdigerweise die Y-Richtung, das heißt, sie wirkt in waagerechter Richtung.
8. Die Elemente (Zylinder etc. mit Start und Endbedingungen), Hohlräume links und Hohlräume rechts (für die Bohrungen und Gewinde dort)
9. Die V-Naht, auch Füllnaht oder Kelchnaht genannt, benötigt Fasen.
10. Die Kehlnaht