

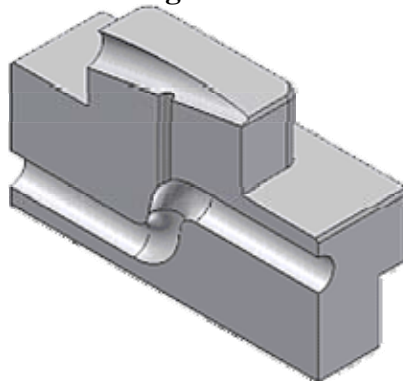
Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet

Aus OptiYummy

↑

← →

2. Übung im CAD-Tutorial Formstabilität von Bauteilen (Ventil) Autor: Dr.-Ing. Alfred Kamusella



*Ein Experte ist einer,
der sich nach Regeln irrt.
- Paul Valéry -*

0. Einführung

- Zielstellung
- Projektverwaltung
- Koordinatensysteme

1. Bauteil-Konstruktion

- Basiselement (Rohteil)
- Grobform
- Sweeping-Pfad
- Sweeping-Profil
- Bohrung zu gekrümmter Fläche
- Schräge Bohrung
- Kantenbearbeitung
- Modellstruktur von Bauteilen

2. Bauteil-Zeichnung

- Übernahme von Schriftfeldern
- Zeichnungsansichten

Einzusendende Ergebnisse:

- Teilnehmer der Lehrveranstaltung "Konstruktion 3D-CAD" schicken ihre Ergebnisse per Mail an **a.kamusella@ifte.de**
- Als Anhang dieser Mail sind mit (xx=Teilnehmer-Nummer 01...99) folgende CAD-Dateien in einem Archiv-File (z.B. .ZIP) zu senden: **Ventil_xx.ipt** und **Ventil_xx.idw**.
- Einsendeschluss ist die Nacht vor dem Termin des nächsten Übungskomplexes.

← →

Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Zielstellung

Aus OptiYummy

↑

← →

Zielstellung (Formstabilität von Bauteilen)

In der ersten CAD-Übung haben wir den gesamten Prozess der Bauteil-Modellierung und -Zeichnung am einfachen Beispiel eines Führungsbolzens geübt. Alle Bearbeitungsschritte wurden dabei detailliert erläutert.

In der zweiten Übung soll dieser Prozess an einem etwas komplexeren Bauteil etwas selbstständiger absolviert werden:

- Zu Modellieren ist eine "formstabile" Ventilhälfte.
- Bei nachträglicher sinnvoller Veränderung der Hauptabmessungen des Bauteils soll die Ventilform erhalten bleiben.
- Die Bauteil-Zeichnung soll möglichst umfassend mit Modellbemaßung versehen werden.
- Als Schriftfeld der Zeichnung verwenden wir das bereits modifizierte Schriftfeld aus der ersten Übung.

Der Prozess wird erweitert um:

- die Projektverwaltung,
- die Berücksichtigung der Skizzen-Koordinatensysteme,
- neue Modellbildungsoperationen (Sweeping, Kantenbearbeitung)

Wir beginnen im Folgenden mit der Projektverwaltung.

← →

Von „[http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Zielstellung](http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Zielstellung)“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Projektverwaltung

Aus OptiYummy

↑

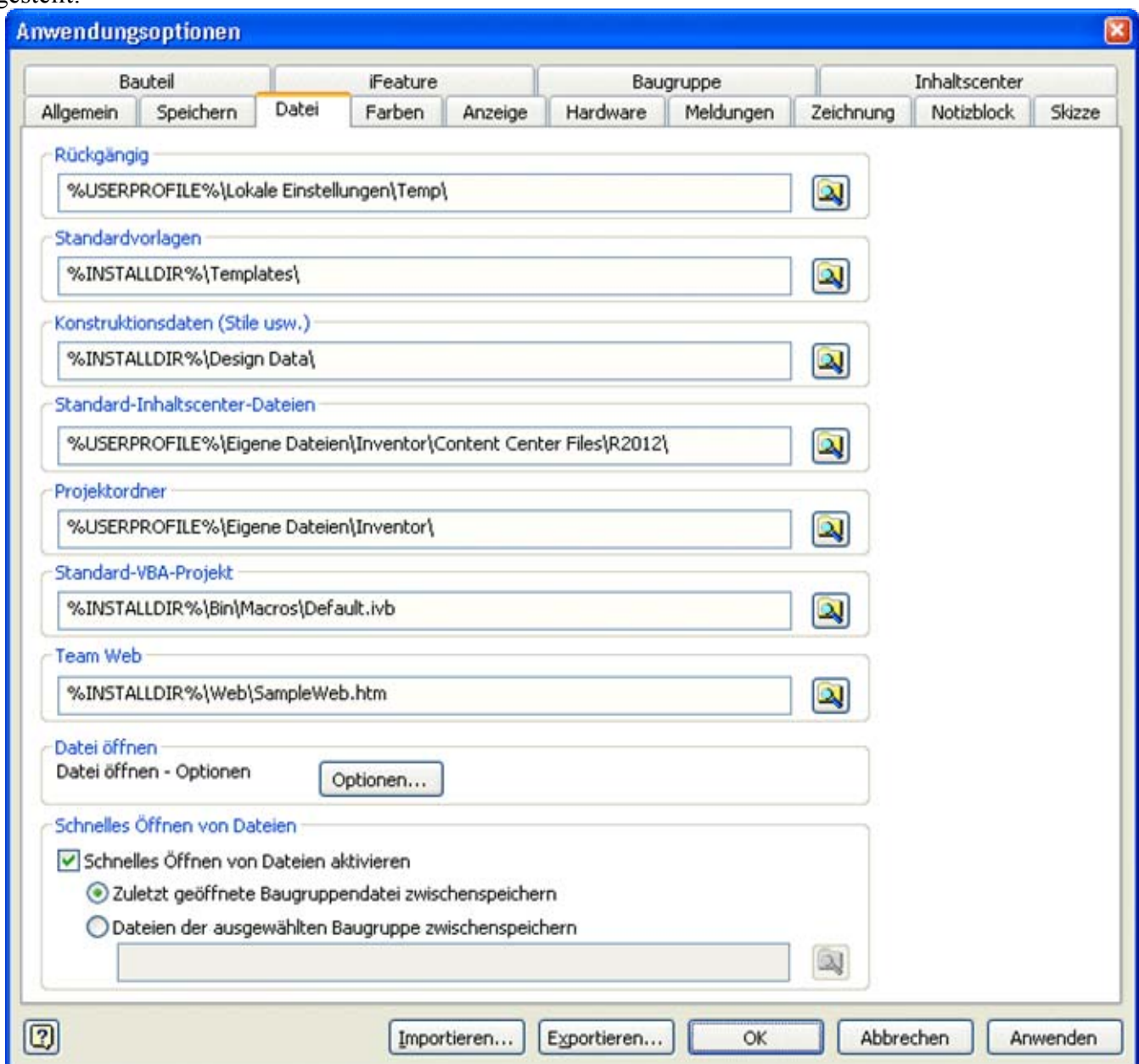
← →

Projektverwaltung (Formstabilität von Bauteilen)

Bereits für ein einzelnes Bauteil sind mehrere Dateien mit ihren Abhängigkeiten zu verwalten (.ipt und .idw). Für professionelles Arbeiten an realen Konstruktionsaufgaben ist eine "bewusste" Projektverwaltung unbedingt erforderlich. Die Grundlagen der Projektverwaltung sind deshalb ein Schwerpunkt dieses Übungskomplexes.

Wir arbeiten zur Zeit wahrscheinlich als "Einzelkämpfer" an oft wechselnden Arbeitsplätzen, die nicht über ein gemeinsames Netz verknüpft sind. Deshalb sollten wir darauf achten, dass alle Projektbestandteile (Dateien) über relative Pfade miteinander verknüpft werden und gemeinsam transportiert werden können (ohne die Verknüpfungsstruktur zu zerstören!).

Damit wir ein Gefühl für die Struktur eines Projektes bekommen, öffnen wir unter *MFL > Extras > Anwendungsoptionen* die Registerkarte *Datei*. Darin erhält man einen Überblick über die Komponenten eines Projektes und die zugehörige Ordner-Struktur. Standardmäßig ist als aktuelles Projekt das Default-Projekt eingestellt:



Uns interessiert hier zuerst nur der Projektordner, denn in diesem werden die Projekte verankert!

Projektordner:

- In diesem Ordner speichert *Autodesk Inventor* Verweise auf alle Projekte des aktuellen Nutzers. Für jedes Projekt *projektname* wird dafür im Projektordner eine Verknüpfungsdatei *projektname.lnk* angelegt, welche auf die eigentliche Projektdatei *projektname.ipj* verweist.
- Jeder Nutzer verfügt aktuell nur über einen Projektordner. Standardmäßig ist dies der Ordner *Eigene Dateien\Inventor*.

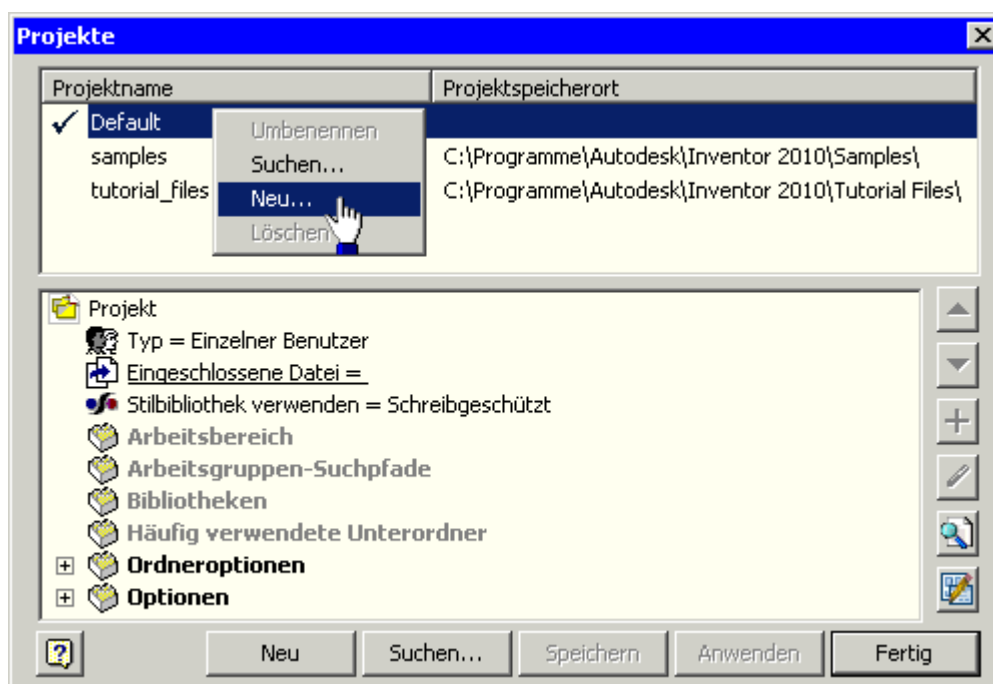
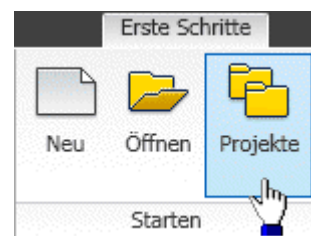
Projekt-Stammordner:

- Für jedes Projekt wird eine Datei *projektname.ipj* angelegt.
- Der Ordner, in dem sich diese Datei befindet, heißt Projekt-Stammordner. Den Namen dieses Ordners legt man beim Erstellen des Projekts als *Projektordner (Arbeitsbereich)* fest.
- In einem Projekt-Stammordner (Arbeitsbereich) sollte man jeweils nur ein Projekt verwalten!
- Im obigen *Projektordner* ("Eigene Dateien\Inventor") werden nur die Verknüpfungen auf alle diese Projekte gespeichert.

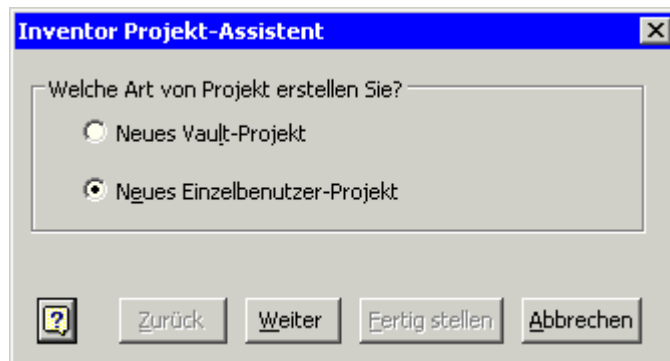
Projekt:

Ein Projekt wird repräsentiert durch seine Projektdatei *projektname.ipj*. Welche Informationen in der Projektdatei stehen, soll nun am Beispiel demonstriert werden, indem wir ausgehend vom *Default*-Projekt ein neues Projekt *Ventil* erstellen:

- Über *MFL - Erste Schritte - Projekte* gelangen wir in den Dialog zur Projektverwaltung



- Nach *Kontextmenü - Neu* (rechter Mausklick auf "*Default*"-Projekt) öffnet sich der Projekt-Assistent. Ausgehend vom gewählten Projekt (hier *Default*) wird man im Projekt-Assistenten beim Definieren eines neuen Projektes unterstützt:



Hier kann man sich standardmäßig zwischen zwei Projekt-Typen entscheiden:

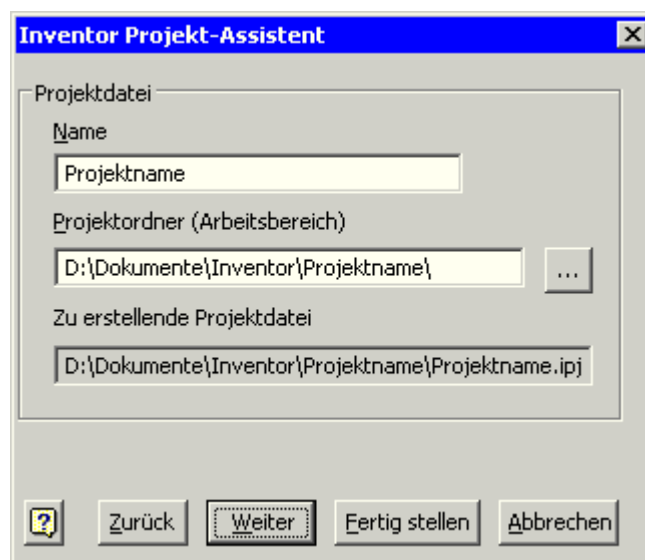
1. Vault-Projekt

- Für die Verwaltung von Mehrbenutzerprojekten wird empfohlen, die Datenbankverwaltung des Programms *Autodesk Vault* zu verwenden.
- Für jedes Projekt dieser Projekt-Art wird in der Datenbank ein "Tresor" angelegt und verwaltet.
- Der Tresor verhindert, dass der einzelne Bearbeiter die Originalversion einer Datei bearbeitet. Jeder Konstrukteur des Teams bearbeitet nur Kopien der Originale in seinem persönlichen Projekt.
- Durch "Aus- und Einchecken" der Tresor-Dateien wird gesichert, dass jeweils nur ein Bearbeiter an einer Datei arbeiten darf und danach allen Bearbeitern der neue Zustand zur Verfügung steht.
- Vault-Projekte können natürlich nur bearbeitet werden, wenn die zugehörigen Programm-Komponenten auch installiert wurden!

2. Einzelbenutzer-Projekt

- Bearbeitet man nicht in Wechselwirkung mit anderen Konstrukteuren eine konstruktive Aufgabe, so genügt ein persönlicher Arbeitsbereich.
- In diesem Arbeitsbereich werden alle erstellten CAD-Dateien gespeichert.
- Überwachungsmechanismen für die Bearbeitung von Dateien sind nicht erforderlich, da nur ein Nutzer auf diese CAD-Dateien zugreift.

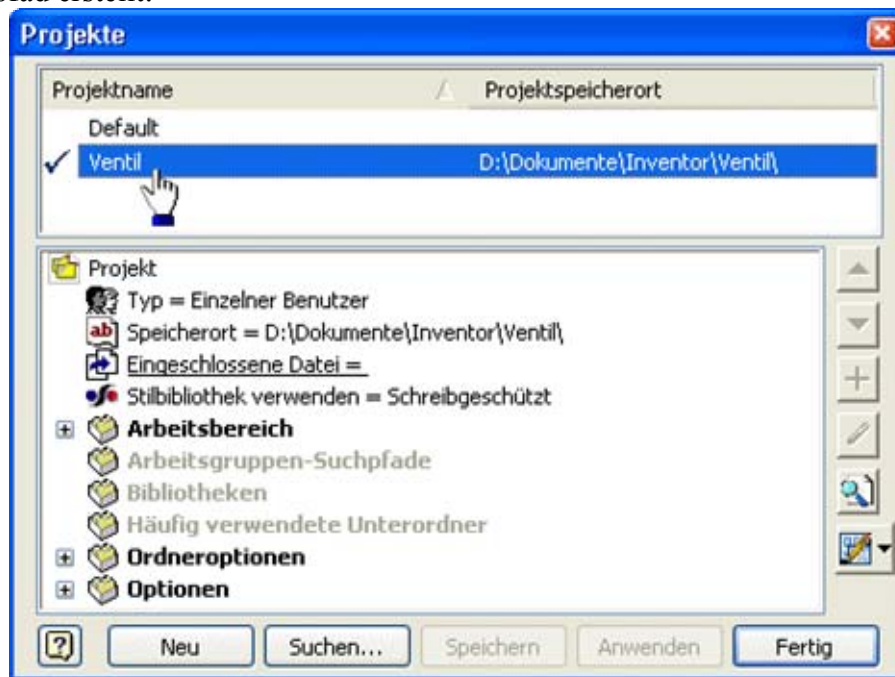
Wir definieren ein Einzelbenutzer-Projekt:



- Es erfolgt dann die Abfrage zum Projektnamen (in dieser Übung **Ventil**).
- Bei der Eingabe des Projektnamens ändern sich automatisch die Namen des Projektordners und der Projektdatei.
- Im Sinne der eindeutigen Zuordnung sollte man den Namen des Projektordners danach nicht verändern!

Hinweis: Der Ordner *D:\Dokumente* steht im Bild für den Ordner *Eigene Dateien*!

Über den *Weiter*-Button hätte man die Möglichkeit, dem neuen Projekt noch Bibliotheken zuzuordnen (z.B. Zulieferteile). Das ist bei uns nicht erforderlich und wir können das Projekt **Fertig stellen**. Dabei wird der angegebene Projektpfad erstellt:



Arbeitsbereich:

- Für jedes Projekt kann ein persönlicher Arbeitsbereich (Ordner) angegeben werden. Standardmäßig wird als "Arbeitsbereich" der Projekt-Stammordner benutzt (der die Projektdatei enthält).
- Der Arbeitsbereich nimmt die für das Projekt erstellten Bauteile, Zeichnungen, Baugruppen usw. auf.

Beachte:

- Eine durchdachte Ordnerstruktur ist eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Verwaltung aller zu einem Projekt gehörenden Daten. Deshalb sollte man für jede abgegrenzte Konstruktionsaufgabe ein separates Projekt definieren (unbedingt für jeden Übungskomplex!).
- Besonders wichtig ist der Erhalt konsistenter Baugruppen-Konstruktionen bei gleichzeitiger Arbeit von mehreren Entwicklern innerhalb eines Projektes. Der Trend geht hierbei zur Datenbank-Verwaltung.



← →

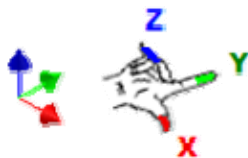
Von „http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Projektverwaltung“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Koordinatensysteme

Aus OptiYummy

↑

← → Koordinatensysteme (Formstabilität von Bauteilen)

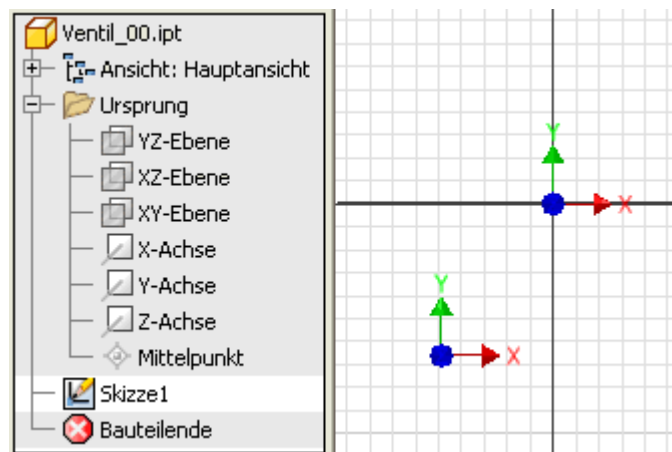


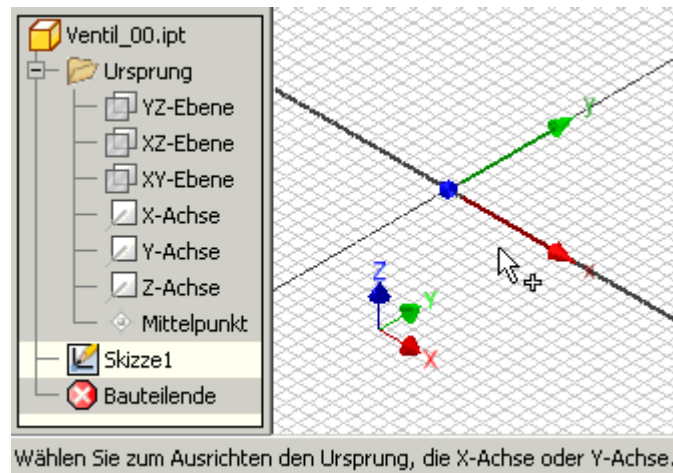
Nachdem wir das Ventil-Projekt definiert und als aktuelles Projekt gewählt haben, beginnen wir mit der Arbeit an einem neuen Bauteil und *speichern* dieses als **Ventil_xx** (mit xx=Teilnehmernummer) im Ventil-Projektstammordner.

Unser Wissen aus der ersten Übung zum Bauteil-Koordinatensystem werden wir nun vertiefen und auf Skizzen-Koordinatensysteme erweitern.

Hinweise

- Wir schalten für die Skizze den "Koordinatensystemindikator" ein (Unter **Extras - Anwendungsoptionen**)!
- Durch das zusätzliche Einblenden des "Koordinatensystemindicators" werden im Skizziermodus zwei Koordinatensysteme angezeigt (Bauteil-Koordinatensystem und Koordinatensystem der aktivierten Skizze).
- Das Symbol für das 3D-Koordinatensystem des Modells (Bauteil bzw. Baugruppe) befindet sich **immer** links unten im Grafikenfenster. Diese gezeigte Position entspricht nicht der realen Lage, sondern soll nur die Richtung der Koordinatenachsen anzeigen:
 - "Rechte-Hand-Regel" - Zuordnung der Achsen und Farben (RGB \leftrightarrow XYZ).
 - Der Ursprung (0,0,0) des Systems (Mittelpunkt) liegt im Schnittpunkt der drei Arbeitsebenen.
 - Die Arbeitsebenen, -achsen und der Mittelpunkt werden im Browser unter dem Ursprungssymbol aufgeführt.
- Das 2D-Koordinatensystem einer Skizze kann in Ursprung und Ausrichtung vom Bauteil-Koordinatensystem abweichen. Die gezeigte Position des Skizzen-Koordinatensystems entspricht immer der realen Lage:
 - Man kann ein Skizzen-Koordinatensystem mittels *Koordinatensystem bearbeiten* in der Skizzierebene auf andere Punkte platzieren (Verschieben) und an Elementkanten ausrichten (Drehen). Die Lage der Skizzierebene wird dabei nicht verändert.
 - Den zugehörigen Befehl findet man in der **MFL** in der Gruppe **Abhängig machen** der Arbeitsumgebung der **Skizze**.
 - Während der Bearbeitung wird auch der 2D-Charakter des Skizzen-Koordinatensystems deutlich (keine Z-Achse):



**Hinweise:**

- Das erste Skizzierkoordinatensystem ist in Bezug auf das Bauteilkoordinatensystem fixiert (Ursprungsmittelpunkte sind "koinzident") und kann nur in Schritten von 90° gedreht werden (da nur die Arbeitselemente des Ursprungs zum Ausrichten existieren!)
- Für die zu konstruierende Ventilhälfte soll das Koordinatensystem der ersten Skizze mit dem Bauteil-Koordinatensystem übereinstimmen (Beenden des Befehls <ESC> ohne Verdrehung!).

← →

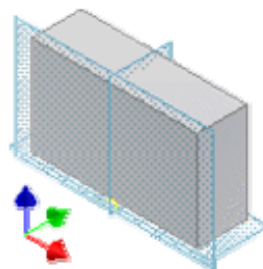
Von „http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Koordinatensysteme“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Basiselement

Aus OptiYummy

↑

← →



Basiselement (Formstabilität von Bauteilen)

Auch bei diesem Bauteil wollen wir bei der Modellierung konsequent den fertigungsorientierte Ansatz wählen. Für eine abtragende Fertigung (z.B. Fräsen) bedeutet dies:

1. Erstellung des Basis-Elements in der Form des Rohteils, von dem man durch Abtragung von Material zum endgültigen Teil gelangt. Das "Rohteil" sollte so primitiv wie möglich sein (z.B. Quader, Zylinder u.ä.).
2. Herausarbeiten der groben äußeren Form durch Abtragung möglichst einfacher Elemente (z.B. Quader, Zylinder u.ä.).
3. Gestaltung der Details (Vertiefungen, Bohrungen, Durchbrüche, Abrundungen und Schrägen).

Vor der Modellierung des Basis-Elements sind die Anknüpfungsstellen zum Ursprung-Koordinatensystems zu realisieren:

1. Entlang der Achsen des Ursprung-Koordinatensystems Arbeitsachsen definieren, deren Größe sich automatisch ändert.
2. Geeignete Koordinaten-Achsen und Mittelpunkt in die Basis-Skizze als Geometrie projizieren.

Als Rohteil für die Ventilhälfte soll ein **Quader** dienen (**30x100x60 mm³**). Mit Rücksicht auf die Ventilsymmetrie soll dieser Quader an der XZ-Ebene anliegen. Die untere Körperkante wird mittig im Mittelpunkt (0,0,0) des Bauteil-Koordinatensystems fixiert.

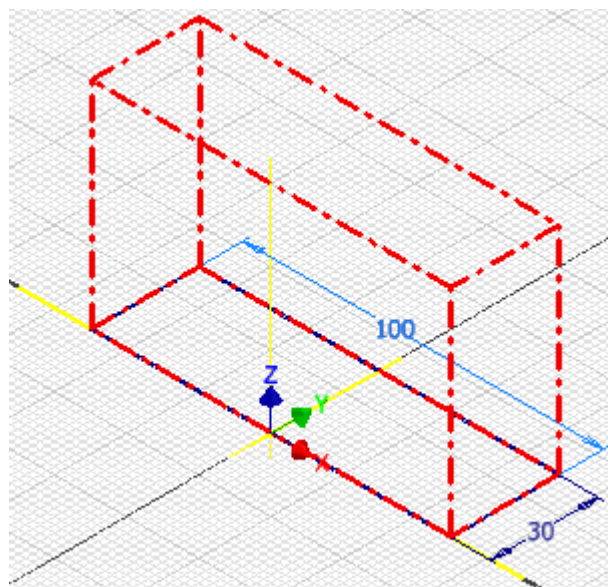
Hinweise:

Für die Basis-Skizze sollte man unbedingt die Fixierung am Ursprung-Koordinatensystem überprüfen. Im Beispiel darf sich die Rechteck-Grundfläche weder verschieben noch drehen lassen!

← →

Von

„http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Basiselement“



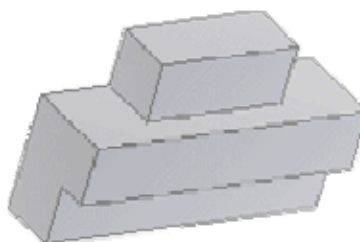
Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Grobform

Aus OptiYummy

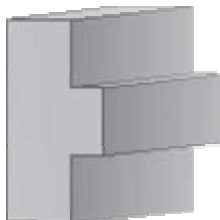
↑

← →

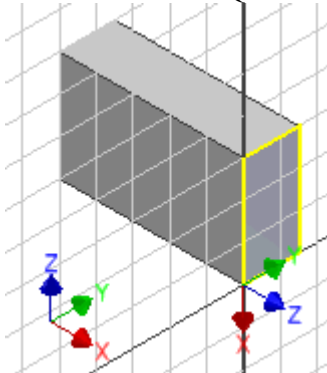
Grobform (Formstabilität von Bauteilen)





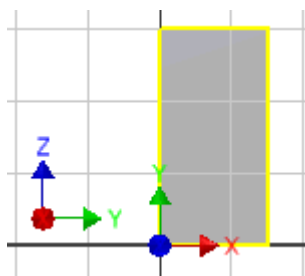
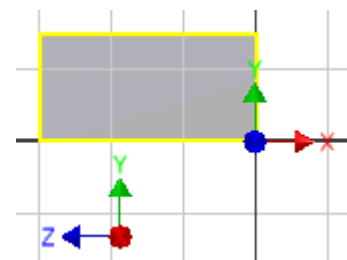
Das Herausarbeiten der Grobform des Bauteils sollte in Analogie zu den Fertigungsschritten in mehreren Etappen erfolgen. Zuerst kann z.B. folgende klavier-ähnliche Form entstehen:



Dazu ist eine neue Skizzier-Ebene auf eine Seitenfläche des Quaders zu legen:

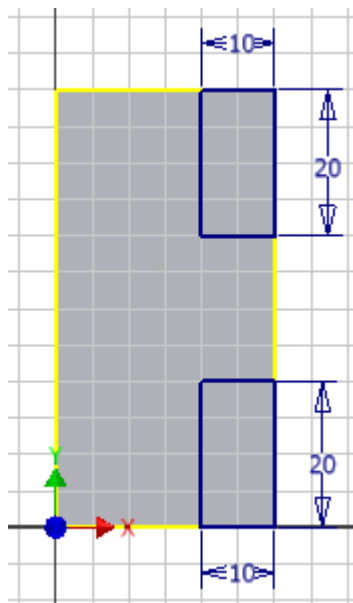


- Die "zufällige" Lage des Skizzen-Koordinatensystems ist für das Erstellen der Geometrie im Normalfall unwichtig, da man beim Skizzieren möglichst Bezug nimmt auf vorhandene Bauteil-Elemente und nicht mit Absolutkoordinaten operiert.
- Beim Skizzieren wird man meist die Ansicht an der Skizzier-Ebene ausrichten . Seit der Version *Inventor 2012* erfolgt diese Ausrichtung automatisch beim Aktivieren einer Skizze. Dabei wird eine Draufsicht auf die XY-Ebene des Skizzier-Koordinatensystems generiert. Obige Anordnung ergibt damit nebenstehende rechte Darstellung (Y-Achse des Skizzen-Koordinatensystems zeigt in der ausgerichteten Ansicht immer nach oben).
- Da die Z-Richtung des Bauteil-Koordinatensystems die Höhe des Ventils repräsentiert, ist ohne zusätzliche Drehung das Arbeiten in dieser "liegenden" Darstellung etwas ungünstig. Unter diesem Aspekt werden wir das  **Koordinatensystem bearbeiten** und in eine Richtung drehen, die nach Ausrichtung der Ansicht das folgende Bild ergibt:

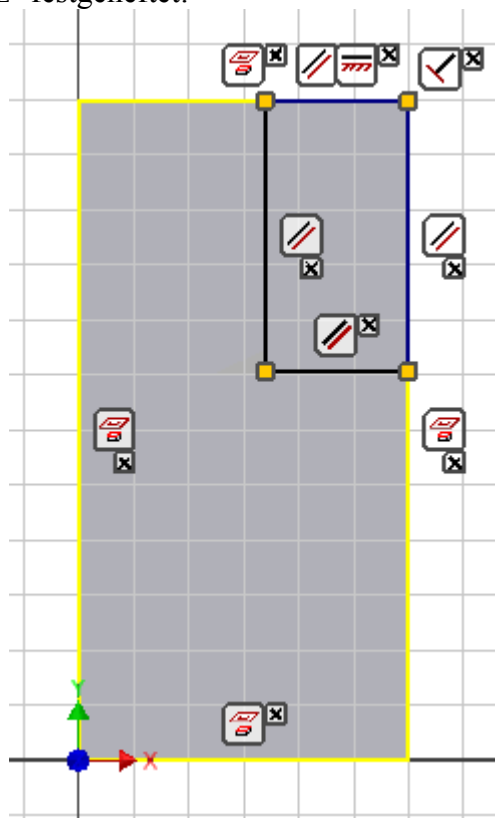


Damit ist die Welt wieder in Ordnung - Oben im Sinne des Bauteils erscheint auch in der Skizzen-Ansicht als Oben!

Die zwei Rechtecke für die abtragende Extrusion sollte man jeweils ausgehend von einer Körperkante direkt auf die Seitenfläche skizzieren:

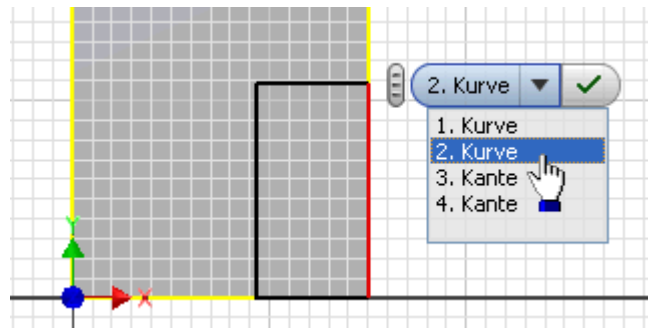


- Wenn wir beim Zeichnen eines Rechtecks von einer Körperkante ausgehen und wieder an einer Körperkante enden, so wird das Rechteck durch die automatische Erzeugung von Abhängigkeiten an diesen Kanten durch "Koinzidenz" festgeheftet:



- **Hinweise:**

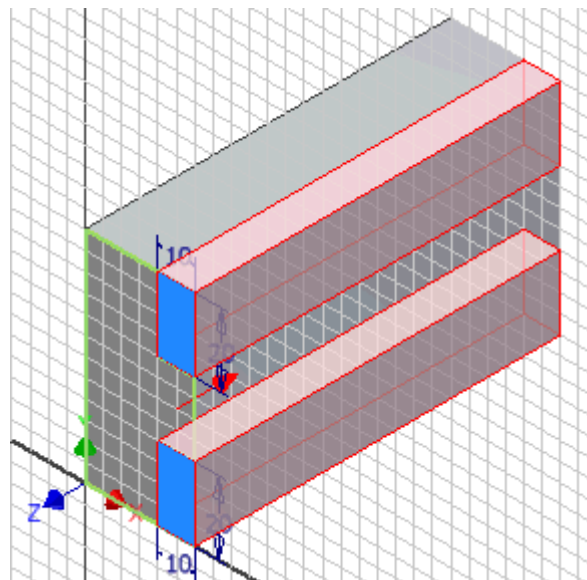
1. Die beiden Rechtecke sollen in Höhe und Breite auch unterschiedliche Größen annehmen können!
2. Bei der Auswahl der Rechteckseiten für die Bemaßung liegen Linien übereinander. Übereinander liegende Objekte selektiert man mit einem Auswahldialog, der nach kurzem Verharren des Cursors erscheint. Über das Dropdown-Menü erkennt man das zu wählende Objekt durch farbliche Hervorhebung:



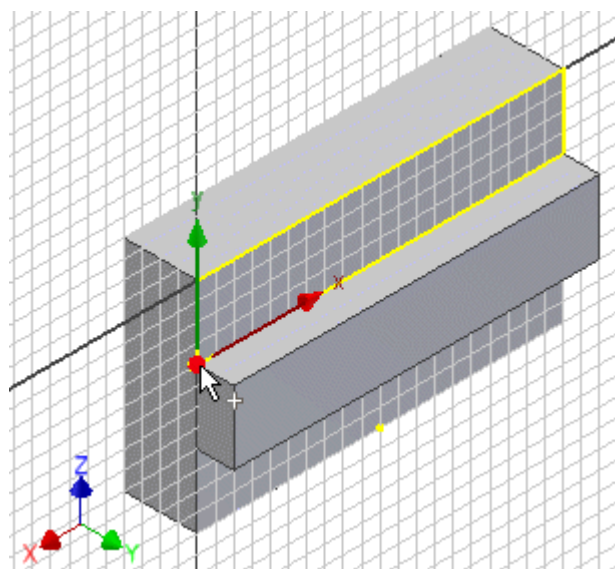
3. Häufig wird die zu selektierende Linie durch das Dropdown-Menü verdeckt. Dann sollte man zuvor diesen gesamten "Miniwerkzeug-Kasten" am Griffel (links oben) an eine geeignetere Position schieben.
4. Wird eine Bemaßung "verweigert", so sollte man die automatisch erzeugten Abhängigkeiten überprüfen. Z.B. könnte eine Ecke des Rechtecks am Mittelpunkt einer Kante "Kleben".

Achtung:

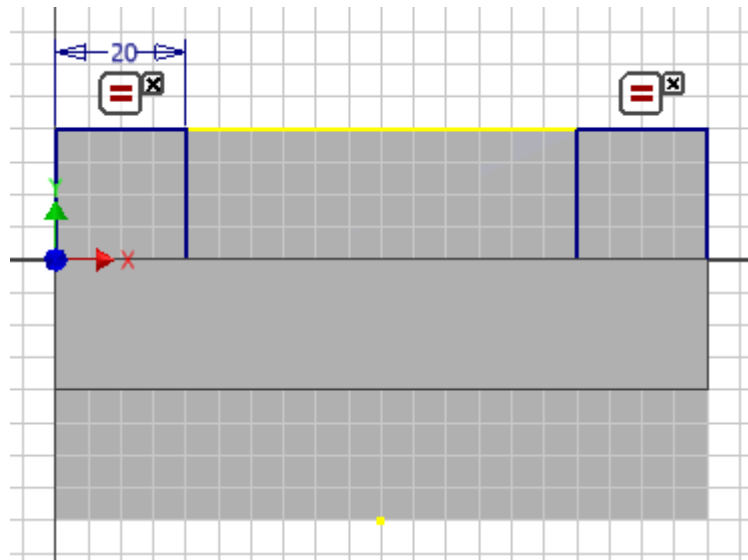
- Beide Abtragungen sollen mit **einer** Extrusion erzeugt werden.
- Bei durchgehenden Extrusionen sollte man grundsätzlich keine absoluten Maße verwenden, sondern die Extrusion bis zur nächsten Fläche oder durch alle Elemente hindurch ausführen lassen.



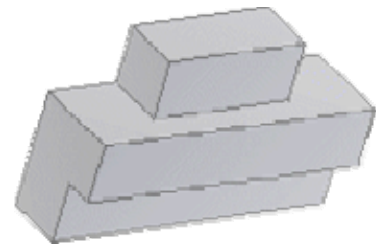
Für das Herausarbeiten des Ventilaufsatzes ist eine weitere Skizze erforderlich. Diese sollte man auf die Vorderseite des "Klavier"-Oberteils legen. Wir drehen das Skizzenkoordinatensystem dann so, dass die Y-Achse nach "oben" zeigt (wegen der Ausrichtung!):



Das Ventiloberteil wird durch beidseitige Material-Abtragung von **20 mm** Breite gewonnen. Die benötigten Rechtecke der Skizze sind so an der Kontur des bisherigen Teils zu verankern, dass sie sich auch bei Größenänderungen automatisch anpassen. Die Symmetrie sollte nicht durch eine Bemaßungsabhängigkeit, sondern durch Hinzufügen der geometrischen Abhängigkeit "gleich" hergestellt werden:

**Hinweise:**

- Maßabhängigkeiten sollte man nur verwenden, wenn man das gewünschte Ergebnis durch Formabhängigkeiten nicht erreichen kann!
- Man sollte überprüfen, ob die Grobform des Bauteils bei Änderung der Hauptabmessungen des Rohteils wirklich im angestrebten Sinne stabil bleibt. Dazu ändert man temporär die Abmessungen des Rohteil-Quaders.



← →

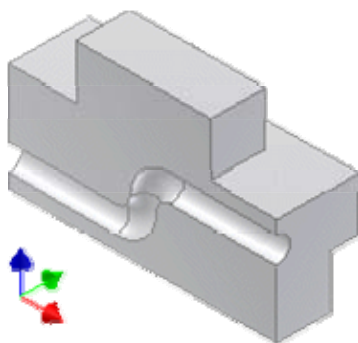
Von „[http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Grobform](http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Grobform)“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Sweeping-Pfad

Aus OptiYummy

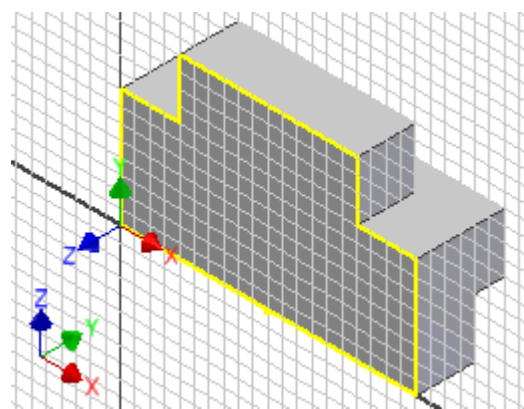
↑

← →



Sweeping-Pfad (Formstabilität von Bauteilen)

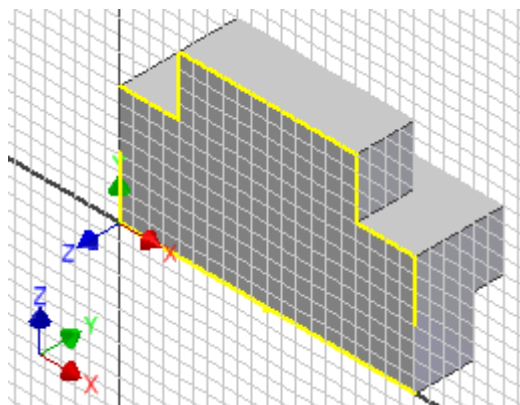
Die gekrümmte Durchführung für ein Fluid ist als skizziertes Element durch "Sweeping" eines Kreises entlang einer gekrümmten Mittellinie als Pfad herstellbar. Die Öffnungen der Durchführung sollen in der Höhe jeweils **mittig** in den jeweiligen Ventil-Absätzen enden:



- Beim Erstellen einer neuen Skizze auf der Mittelebene des Ventils wird automatisch die Kontur der Körperfläche auf diese Skizze projiziert.
- Wir positionieren (wenn erforderlich) das Skizzenkoordinatensystem so wie im nebenstehenden Bild gezeigt, damit nach einem Ausrichten der Ansicht an der Skizzierebene der Ventilaufsatz oben ist.

In einer Skizze kann man nur Abhängigkeiten zu 2D-Elementen herstellen, welche in der gleichen Skizze existieren. An Linien stehen für die Koinzidenz-Abhängigkeit ohne zusätzliche Definition nur die Mittel- und Endpunkte zur Verfügung:

- Um die Enden des Sweepingpfades mittig in den Ventilabsätzen zu verankern, muss man die zugehörigen (hinteren) Kanten auf die aktuelle Skizze als *Geometrie projizieren*.
- Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist es günstig, zuvor die an gleicher Position befindlichen senkrechten Kanten der Skizze löschen:



Referenzgeometrie:

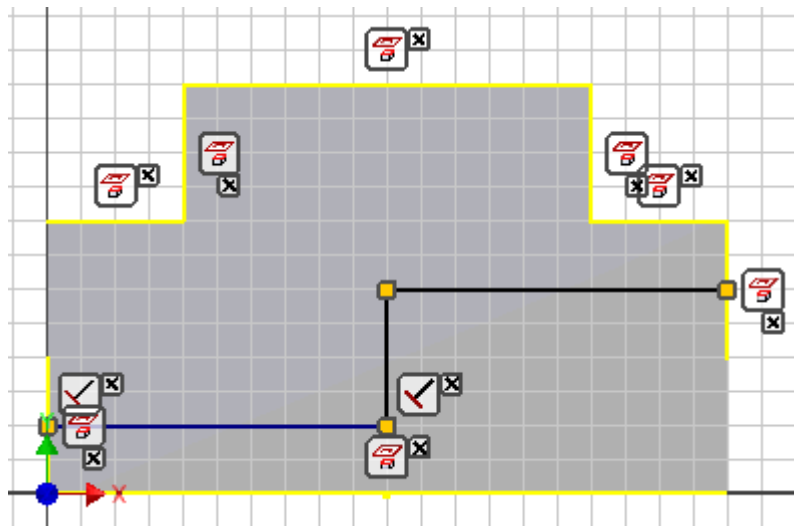
- Mittels *Geometrie projizieren* kann man beliebige Kanten vorhandener Bauteil-Elemente in der aktuellen Skizze als Kurven abbilden.
- Im Unterschied zu "skizzierter Geometrie" werden diese Kurven durch Abhängigkeiten außerhalb der aktuellen Skizze bestimmt.




- Referenzgeometrie bildet die Grundlage, um geometrische Abhängigkeiten zwischen den Elementen eines Bauteils zu definieren.
- Beim Platzieren einer neuen Skizze auf einer Bauteilfläche wird standardmäßig die Kontur dieser Fläche als Referenzgeometrie auf die Skizze projiziert.

An die Mittelpunkte der zuvor projizierten Linien können wir nun einen "geknickten" Linienzug anhängen:

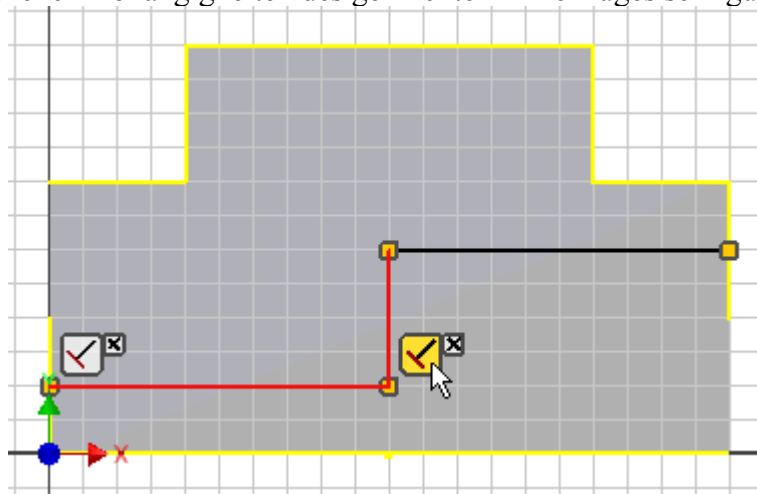
- Das *Einblenden aller Abhängigkeiten* (**Kontextmenü** oder <F8>) führt zu einer etwas unübersichtlichen Darstellung:



- Die Unübersichtlichkeit resultiert aus der Kennzeichnung der projizierten Referenzgeometrie mittels .
- Über das Kontextmenü kann man die **Sichtbarkeit von Abhängigkeiten** steuern. Die Symbole für die Referenzgeometrie sollte man ausblenden:



- Danach sind die eigentlichen Abhängigkeiten des geknickten Linienzuges sehr gut zu erkennen:



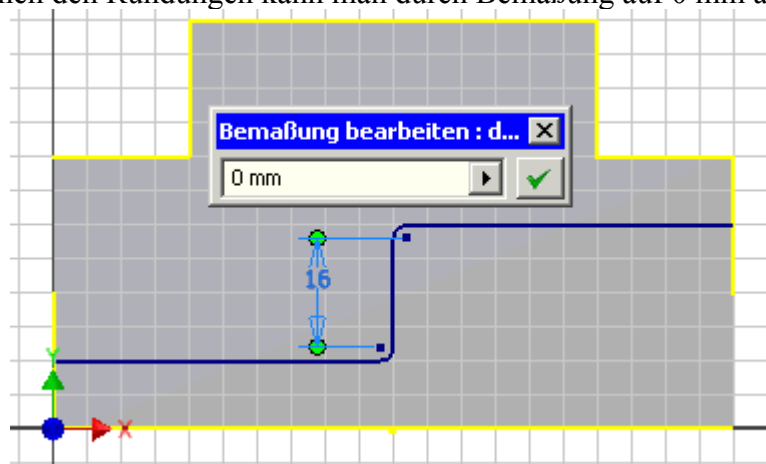
Vorhanden sind nur die beim Zeichnen des Linienzuges automatisch erzeugten Abhängigkeiten:

- Über die eingeblendeten Symbole und Hilfslinien konnte man beim Zeichnen die erzeugten Abhängigkeiten ziemlich intuitiv steuern. Im Beispiel sind das die Koinzidenz zu den Mittelpunkten der projizierten Körperkanten und die Rechtwinkligkeit zwischen den Linien und zu den Körperkanten.
- Über weitere Abhängigkeiten muss im Beispiel noch definiert werden, dass die beiden waagerechten Linienstücke gleich lang sind (wegen der Symmetrie). Außerdem muss die komplette Rechtwinkligkeit des Linienzuges gewährleistet werden (im Beispiel könnte man die senkrechte Linie noch in der Länge ändern!).

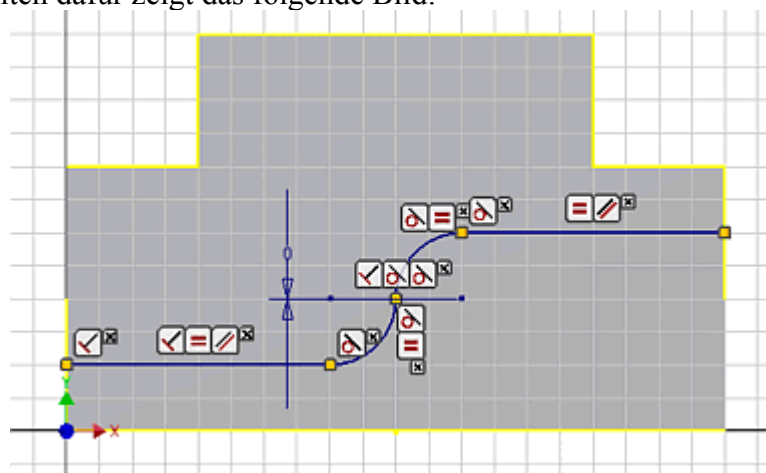
Die Form des geknickten Linienzuges ist erst vollständig durch Abhängigkeiten bestimmt, wenn es nicht mehr gelingt, durch Ziehen mit dem Cursor an beliebigen Elementen dieser Linie eine Änderung der Form zu erzeugen. Je nach gewähltem Farbschema äußert sich die Bestimmtheit auch in der Farbe der Skizzen-Elemente.

Die Ecken des Linienzuges runden wir mit gleichen Radien ab. Dieser Radius soll sich so einstellen, dass der stetige Übergang zwischen beiden Radien ohne lineares Zwischenstück erfolgt:

- Wir können beim Abrunden die Radien-Vorgabe von z.B. 2 mm beibehalten. Benutzen wir den gleichen Radius für das Abrunden mehrere Ecken, so wird nur einmal die Bemaßung vorgenommen. Alle Rundungen erhalten automatisch die Abhängigkeit **Gleich**.
- Die Reststrecke zwischen den Rundungen kann man durch Bemaßung auf 0 mm ändern:



- Durch "Ziehen" mit dem Cursor sollte man kontrollieren, dass der Pfad in dieser Form stabilisiert ist. Mögliche Abhängigkeiten dafür zeigt das folgende Bild:



- Damit ist die Pfadskizze für die Sweeping-Operation fertig und wir können diese Skizze beenden.

← →

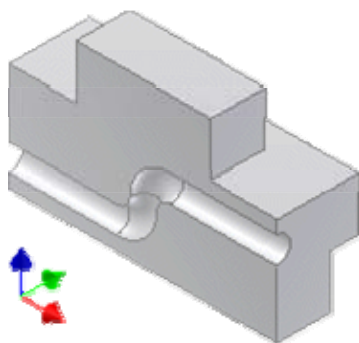
Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Sweeping-Pfad>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Sweeping-Profil

Aus OptiYummy

↑

← →

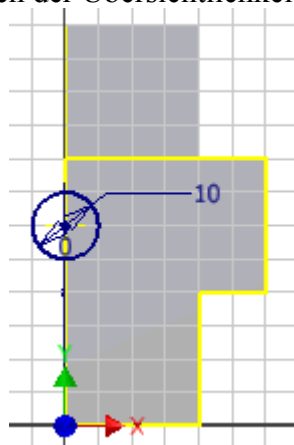
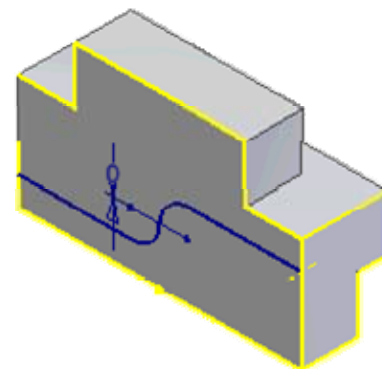


Sweeping-Profil (Formstabilität von Bauteilen)

Das für das Sweepen benötigte Kreis-Profil muss auf einer separaten Profilskizze (normale 2D-Skizze) definiert werden. Diese sollte man auf einer Stirnseite der Ventilhälfte platzieren. Dabei wird die Kontur dieser Stirnseite wieder automatisch als Referenzgeometrie auf diese neue Skizze projiziert.

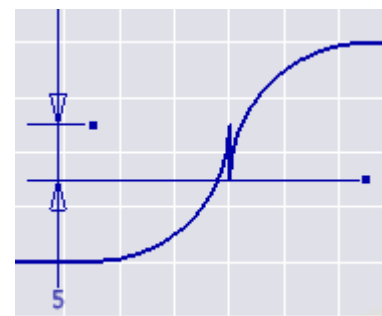
Achtung: Wir richten das Skizzen-Koordinatensystem wieder so aus, das "Oben" nach dem Ausrichten der Ansicht auf die Skizze wirklich "Oben" ist!

Nun steht man vor der Aufgabe, den Mittelpunkt des Kreises am Endpunkt des Sweeping-Pfades zu verankern. Dabei sollte man möglichst mit geometrischen Abhängigkeiten arbeiten und dies nicht über Bemaßung erzwingen! Wir projizieren den Endpunkt des Sweepingpfades auf die Skizze. Damit ist gesichert, dass der Kreismittelpunkt sich immer genau dort befindet (Skizze im rechten Bild wurde wegen der Übersichtlichkeit beendet!):



- Der Kreis soll einen Durchmesser von **10 mm** erhalten.
- Nun kann man das **Sweeping** ("Ausrichtung=Pfad") ausführen. Dazu sollte man die Ausgangsansicht wählen.
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 100% erhalten wir eine Fehlermeldung und können die gewünschte Sweeping-Operation nicht ausführen!

Die Ursache erkennt man, wenn man die Länge 0 mm zwischen den beiden Bögen wieder vergrößert (z.B. 5 mm). Die geometrischen Abhängigkeiten führen an dieser Stelle zu zwei Lösungen für den Übergang. Die Lösung mit dem "negativen" Abstand erlaubt dabei kein Sweeping! Das gilt scheinbar auch für die "negative Null".



Hinweis:

Wenn zufällig wider Erwarten die Sweeping-Operation doch ausführbar war, so machen wir diese Operation rückgängig und realisieren trotzdem eine "saubere" Lösung für den Pfadverlauf!

Die "saubere" Lösung:

- Ursache war die Bemaßung des nicht benötigten Zwischenstücks zwischen den Bögen mit der Länge 0 mm. Solche "Tricks" bereiten häufig Probleme!
- Deshalb löschen wir die Strecke zwischen den Bögen und ergänzen für die Bögen solche Abhängigkeiten, dass der gewünschte Pfadverlauf knickfrei festgelegt ist (Koinzidenz, Tangential).
- Problematisch ist dabei die Realisierung eines senkrechten Anstiegs am Berührungspunkt der Bögen! Hier kann man sich z.B. behelfen, indem man eine (Hilfs)-Linie zwischen den Mittelpunkten der beiden Bögen zeichnet und diese Linie parallel zu einer waagerechten Pfadlinie ausrichtet. Vielleicht hat jemand noch eine bessere Idee!
- Das Sweeping sollte nun kein Problem mehr sein.

Quintessenz:

- Man sollte nie eine Bemaßungsabhängigkeit verwenden, wenn man das gleiche Ergebnis durch geometrische Abhängigkeiten erreichen kann.
- Bei der Verwendung von Bemaßungen sollte man keine Tricks benutzen (z.B. Strecken der Länge Null, Bögen mit "fast" unendlichem Durchmesser als Geradenstück).

**Nicht vergessen:**

- Nach wichtigen Entwurfsabschnitten sollte man überprüfen, ob das CAD-Modell noch formstabil ist.
- Wir untersuchen hier durch temporäre Maßänderungen am Rohteil und an der Grobform, ob der "Fluid-Kanal" den gewünschten Verlauf behält (Symmetrie und Ausgänge in der Mitte der jeweiligen Ventilabsätze).



Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Sweeping-Profil>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Bohrung1

Aus OptiYummy

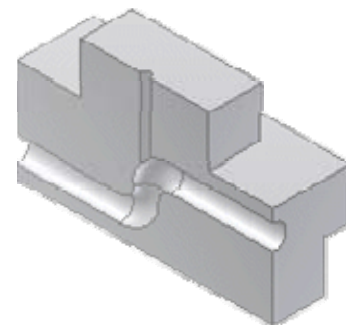
↑

← →

Bohrung zu gekrümmter Fläche (Formstabilität von Bauteilen)

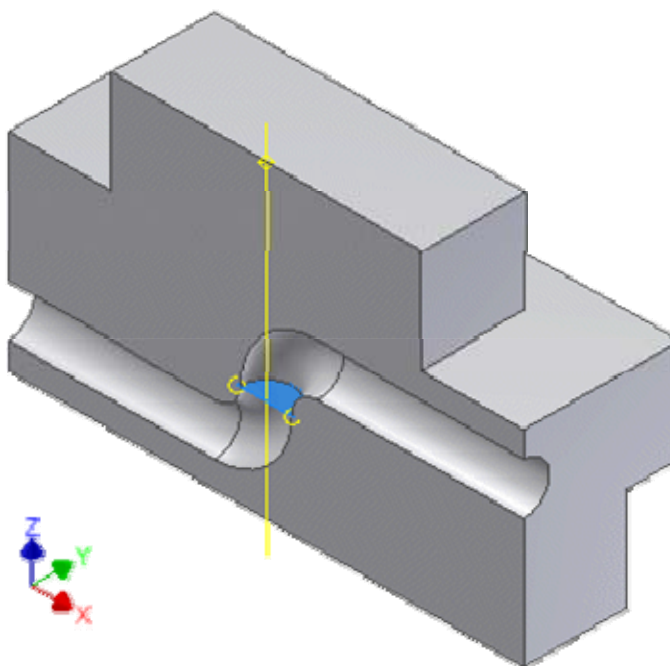
Die senkrechte, zentrische Bohrung soll mit $\text{Ø}4 \text{ mm}$ vollständig bis in den gekrümmten Fluidkanal führen (unabhängig von der konkreten Höhe), z.B.:

- Arbeitspunkt auf Mittelpunkt der Kante
- Arbeitsachse entlang der geplanten Bohrung (sollte bereits als Z-Achse zu Beginn erzeugt werden!)



Das Problem besteht darin, dass man als Ausführungstyp zwar bis zu einer Fläche bohren kann, aber diese muss planar (eben) sein. Wir benötigen deshalb eine Arbeitsebene in der richtigen Höhe. Diese muss an der vorhandenen Geometrie verankert werden:

- Die Arbeitsebene sollte an dem Übergang zwischen den beiden Krümmungen platziert werden. Bohren bis zu dieser Ebene führt unabhängig von den konkreten Ventil-Abmessungen dann immer zu einer durchgängigen Bohrung:



- Die Arbeitsebene kann man über den Browser auf unsichtbar schalten, wenn die Bohrung ausgeführt ist.

← →

Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Bohrung1>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Bohrung2

Aus OptiYummy

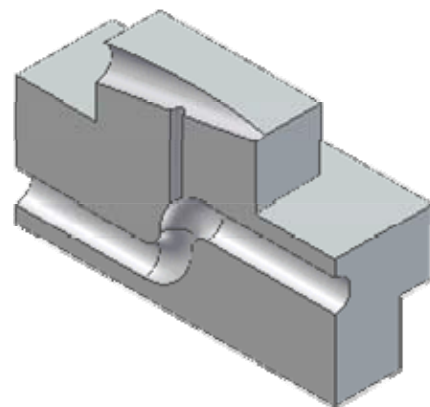
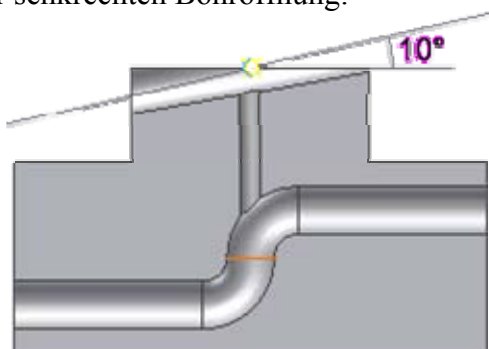
↑

← →

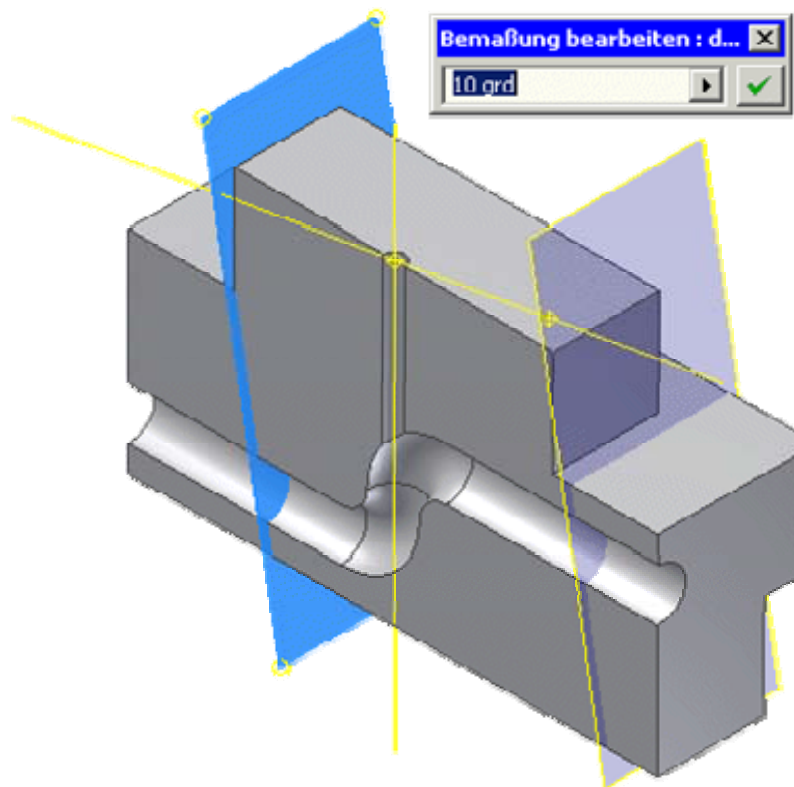
Schräge Bohrung (Formstabilität von Bauteilen)

Etwas komplizierter ist die Lagerschale auf der Deckfläche. Sie wird zur Übung als **10 mm-Bohrung** realisiert, obwohl sie in Wirklichkeit (wie auch die senkrechte Bohrung) mit einem Kugelkopffräser hergestellt würde:

- Die Achse der Bohrung ist um $10,xx^\circ$ geneigt und verläuft durch den Mittelpunkt der senkrechten Bohröffnung:



- xx = Teilnehmernummer 01..99
- Voraussetzung für die Bohrung ist eine entsprechend geneigte ebene Fläche.
- Dafür muss man eine Arbeitsebene konstruieren.
- Arbeitsebenen kann man über alle denkbaren geometrischen Operationen definieren, z.B.:
 1. über 3 Punkte
 2. über 1 Punkt und 1 Strecke
 3. über eine Ebene und einen Punkt für den Versatz zur Ebene
 4. über eine Drehachse und die Bezugsebene für die Neigung zur Bezugsebene
- Als Hilfspunkte bzw. -strecken kann man bei Bedarf Arbeitspunkte/-achsen definieren.



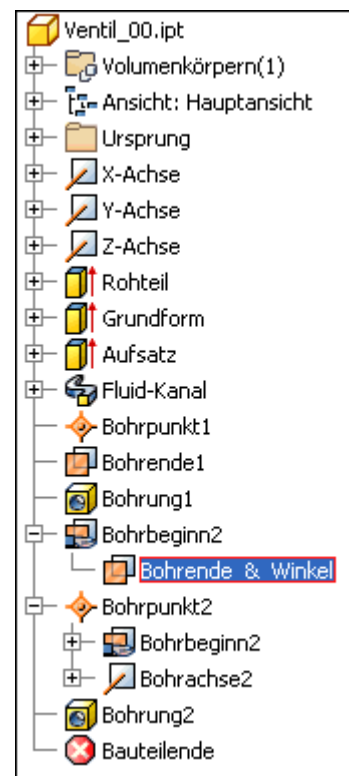
Eine Möglichkeit, um die Bohrung in einem Schritt erzeugen zu können, ist im obigen Bild angedeutet:

- Eine Arbeitsebene dient zusammen mit einem Arbeitspunkt als Beginn der Bohrung.
- Mittels Arbeitsachse wird die Richtung der Bohrung vorgegeben.
- Eine zweite Arbeitsebene dient zur Begrenzung der Bohrung. Damit wird gewährleistet, dass bei ungünstigen Abmessungen das Ventil der untere Teil nicht mit angebohrt wird.
- Vielleicht findet jemand eine Variante, um mit weniger Arbeitselementen auszukommen!

Achtung:

Bei der Bewertung der im Rahmen der Lehrveranstaltung eingesandten Lösung wird Wert gelegt auf eine "saubere" Definition der Abhängigkeiten:

- Es darf für diese Hilfskonstruktion **nur eine Maßabhängigkeit** verwendet werden (die Neigung von $10,xx^\circ$).
- Die Änderung dieses Maßes an einer Stelle muss die komplette Hilfskonstruktion anpassen, so dass die Bohrung im gewünschten Sinne ausgeführt wird.
- Durch die Bezeichnung der Arbeitselemente muss im Browser erkennbar sein, wo dieses Winkel-Maß geändert werden kann!
- Falls es noch nicht während der vorangegangenen Modellierung erfolgte, sollte man jetzt alle Modell-Elemente mit funktionell sinnvollen Bezeichnungen versehen.



Hinweis:

- Nach Ausführung der schrägen Bohrung kann man die Sichtbarkeit der Arbeitselemente ausschalten.
- Das betrifft nicht die Arbeitsachsen, welche gleichzeitig Bohrachsen darstellen. Diese benötigen wir voraussichtlich noch als Mittel-Linien in der Zeichnung!



Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Bohrung2>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Kantenbearbeitung

Aus OptiYummy

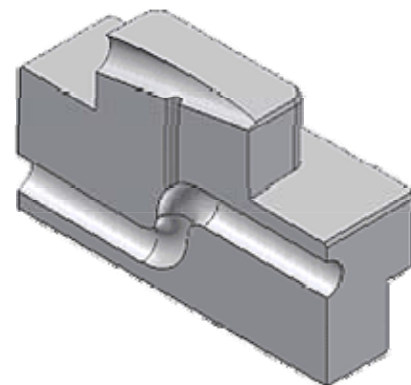
↑

← →

Kantenbearbeitung (Formstabilität von Bauteilen)

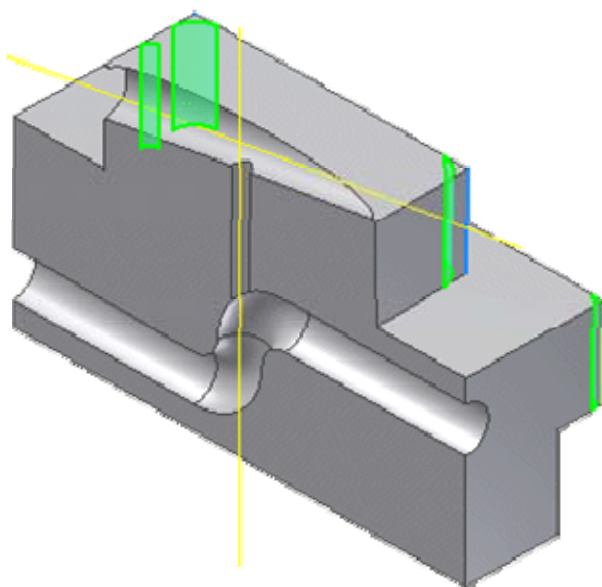
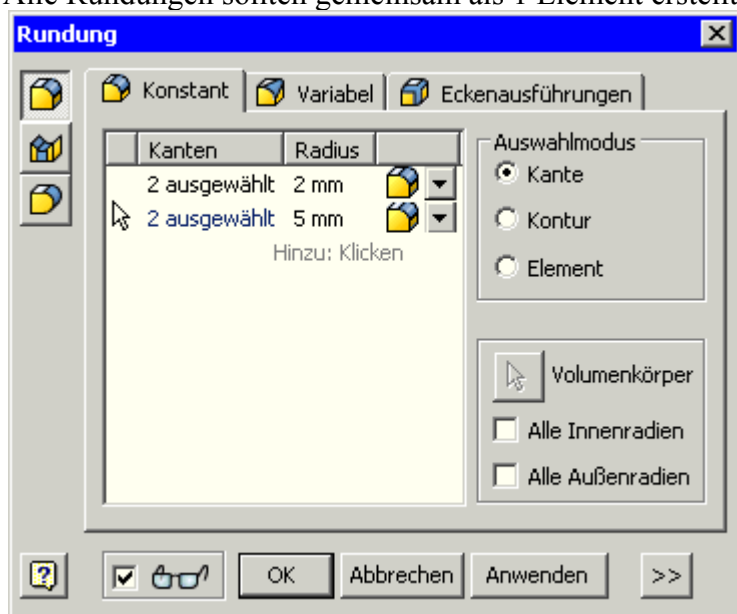
Zur Kantenbearbeitung stehen Fasen- und Rundungselemente zur Verfügung:

- Dabei handelt es sich um platzierte Elemente, die als Abschluss-Elemente verwendet werden.
- Diese sollte man erst anwenden, wenn die anderen Elemente des Bauteils fertig sind.



Wir beginnen mit den Abrundungen:

- Der Aufsatz des Ventilkörpers soll an den beiden Ecken mit einem Radius von 5 mm abgerundet werden.
- Die zwei senkrechten Kanten des mittleren Absatzes sind mit einem Radius von 2 mm abzurunden:
- Alle Rundungen sollten gemeinsam als 1 Element erstellt werden:

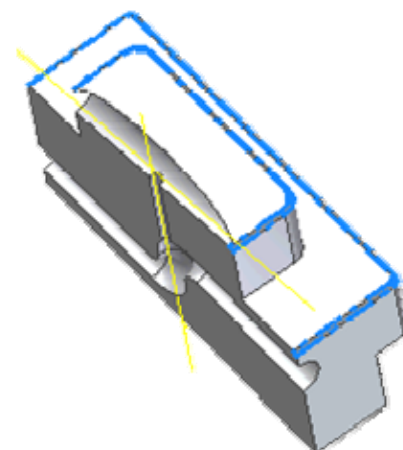


Abschließend versehen wir die Oberseiten des Ventilkörpers umlaufend jeweils mit einer Fase 1x45°.

Hinweis:

- Zum Schluss sollte man unbedingt überprüfen, ob die Form des Ventilkörpers bei Maßänderungen erhalten bleibt.
- Dazu ändert man systematisch die wesentlichen Maße temporär in sinnvollen Grenzen.
- Meist ist eine Vergrößerung der Maße hierfür am Aussagekräftigsten.

← →



Von „http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Kantenbearbeitung“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Modellstruktur

Aus OptiYummy



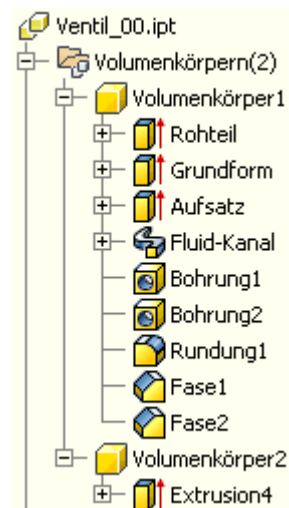
Modellstruktur (Formstabilität von Bauteilen)



CAD-Modelle von Bauteilen besitzen unter zwei Aspekten eine hierarchische Struktur.

1. Hierarchie des Bauteil-Volumens

Wir haben unsere Bauteile bisher als homogenes Volumen mit einem einheitlichen Material betrachtet. In *Autodesk Inventor* kann ein Bauteil jedoch aus beliebig vielen Volumenkörpern zusammengesetzt sein:



- Das widerspiegelt sich im Modell-Browser im ersten Strukturzweig -> Ordner *Volumenkörpern(X)* mit *Volumenkörper1* bis *VolumenkörperX*
- Im nebenstehenden Beispiel wurde dafür temporär ein weiterer *Volumenkörper2* durch *Extrusion* erzeugt, um dieses Prinzip zu demonstrieren.
- Beim Erzeugen skizzierter Elemente kann man dafür die Funktion **Neuer Volumenkörper** aktivieren, z.B.:



- Jeder einzelne Volumenkörper setzt sich aus seinen einzelnen Elementen zusammen.
- Als Eigenschaften besitzt jeder Volumenkörper eine Masse, ein Volumen, eine Oberfläche und seine Schwerpunkt-Position.
- Alle Volumenkörper bestehen aus dem einheitlichen Material des Bauteils.
- **Achtung:** Arbeitselemente (u.a. auch der *Ursprung*) sind nicht Bestandteil des Bauteil-Volumens!

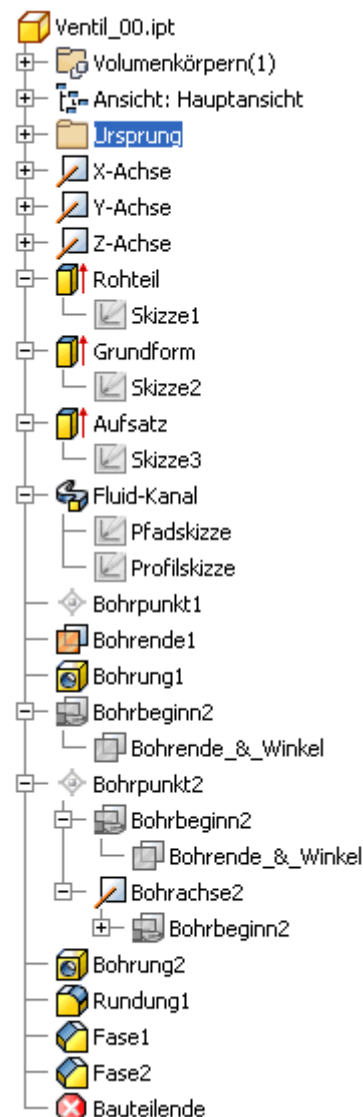
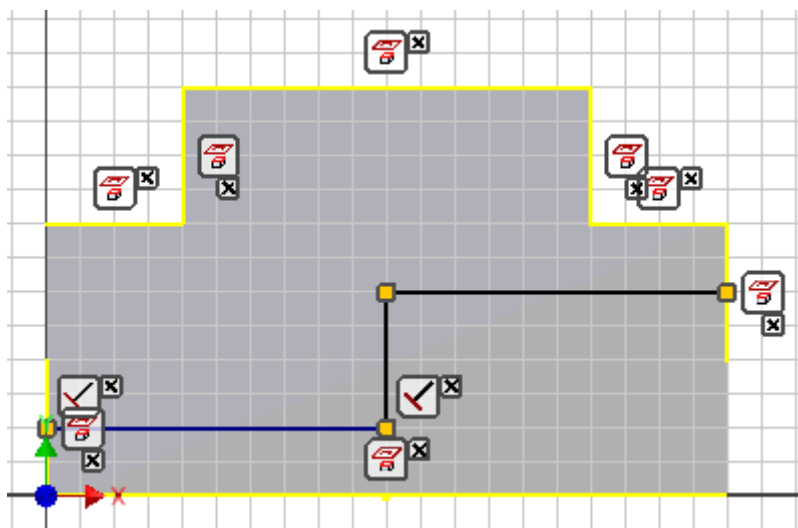
Es ergibt sich folgende Hierarchie für das Bauteil-Volumen:

- **Bauteil-Volumen** (z.B. Ventil)
 - **Volumenkörper** (z.B. Ventilkörper)
 - **Element** (z.B. Extrusion, Rotation, Sweeping, Bohrung, usw.)
 - **Skizze** (z.B. 2D-Profilskizze, 2D-Pfadskizze)
 - **2D-Geometrie** (z.B. Linie, Kreis, projizierte Elementkante)

2. Hierarchie geometrischer Abhängigkeiten

Zwischen den Bauteil-Objekten (Elemente/Skizzen) existieren geometrische Abhängigkeiten. Diese werden im Modell-Browser unterhalb der Volumenkörper abgebildet:

- Der Ursprung des Bauteils mit seinen Koordinaten-Achsen und -Ebenen bildet die Wurzel der Abhängigkeitshierarchie und steht an erster Stelle.
- Jedes neue Objekt wird in Bezug auf vorhandene Bauteil-Geometrie (Elemente) definiert. Abhängigkeiten zwischen Skizzen sind im Einzelfall ebenfalls möglich.
- Innerhalb der Abhängigkeitsstruktur kann ein Objekt nicht oberhalb derjenigen Objekte angeordnet werden, auf welche in seiner Definition Bezug genommen wird.
- Die Art der Abhängigkeiten ist in der Browser-Struktur nicht visualisiert. Eine Ausnahme bilden Arbeitselemente, welche auf Basis anderer Arbeitselemente definiert wurden. Diese Beziehungen werden jeweils als ein Zweig in der Struktur dargestellt.
- Die einzelnen geometrischen Abhängigkeiten werden nur durch das Einblenden von Abhängigkeiten <F8> in zuvor aktivierten Skizzen visualisiert:



- Der resultierende Volumenkörper eines Bauteils entsteht durch das schrittweise Abarbeiten der Hierarchie geometrischer Abhängigkeiten im Sinne des Nachvollziehens der Historie des Entwerfens. Dabei handelt es sich jedoch um die von "Irrtümern" bereinigte Historie des Entwurfs. Die beim Entwerfen gemachten Fehler und Fehler-Korrekturen werden nicht mehr abgearbeitet!
- Der Vorteil dieses Historien-orientierten Ansatzes besteht in der Möglichkeit, nachträglich beliebige Objekte innerhalb dieser Hierarchie bearbeiten zu können. Man muss allerdings darauf achten, dabei keine notwendigen Abhängigkeiten zu zerstören. Man erhält in diesem Fall jedoch eine Warnung durch das CAD-Programm, welches die Konsistenz aller Abhängigkeiten überwacht.



Von „<http://www.optiyummy.de/index.php/Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Modellstruktur>“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Schriftfeld-Uebernahme

Aus OptiYummy

↑

← →

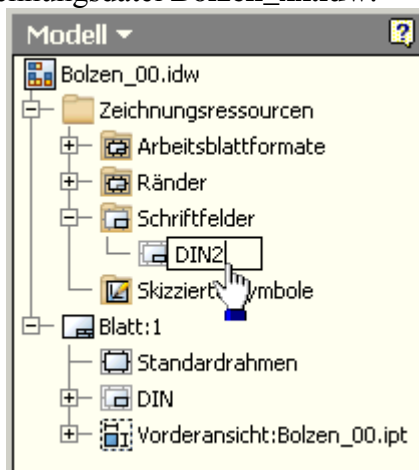
Übernahme von Schriftfeldern (Bauteil-Zeichnung)

Bei der Erstellung der Bauteilzeichnung des Führungsbolzens in der ersten Übung haben wir das Standardschriftfeld den konkreten Erfordernissen angepasst:

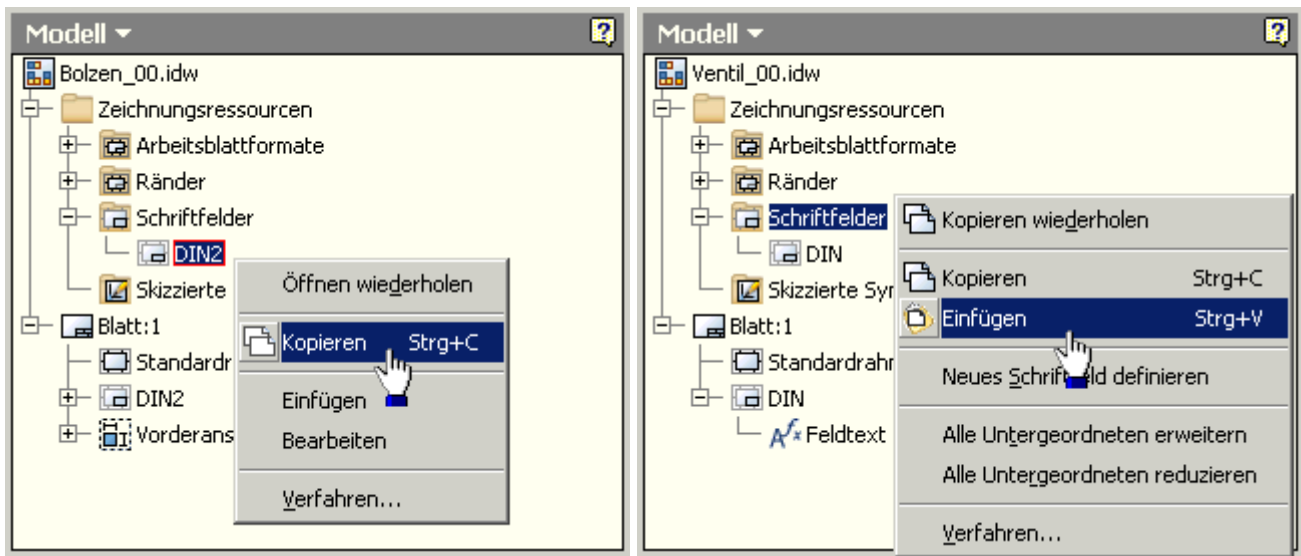
- Wahrscheinlich tendierte der Spaß-Faktor bei der Benutzung des Schriftfeld-Editors zu negativen Werten.
- Deshalb wollen wir den weiteren Kontakt mit diesem Editor möglichst vermeiden und das mühsam modifizierte Schriftfeld als Grundlage für unsere weiteren Zeichnungen benutzen.
- Hier soll ein Weg gezeigt werden, wie man die "investierte Arbeit" in ein neues Projekt hinüber retten kann.

Hinweis: Wir benötigen im Folgenden die Zeichnungsdatei **Bolzen_xx.idw** aus der ersten Übung!

- Wir beginnen mit einer neuen Zeichnung **Norm.idw**, die wir nach dem Öffnen sofort als **Ventil_xx.idw** speichern (**xx**=Teilnehmer-Nr.).
- Als nächstes öffnen wir die alte Zeichnungsdatei **Bolzen_xx.idw**:



- Die modifizierte Schriftfeldressource heißt dort noch **DIN**. Um den Vorgang der Schriftfeld-Übernahme transparenter zu gestalten, benennen wir diese Schriftfeldressource in **DIN2** um.
- Wir kopieren **DIN2** in die Zwischenablage und lassen die **alte Zeichnung noch geöffnet!**
- Aus der Zwischenablage fügen wir das Schriftfeld **DIN2** in die Zeichnungsressourcen "Schriftfelder" der Ventil-Zeichnung ein (rechter Mausklick auf "Schriftfelder"):



- Damit **DIN2** im aktiven Blatt verwendet wird, genügt ein Doppelklick auf **DIN2**.
- Allerdings muss man im aktiven Blatt zuvor das nicht mehr benötigte Originalschriftfeld **DIN** löschen!
- Die alte Zeichnung **Bolzen_xx.idw** können wir dann **ohne Speichern** schließen.
- Das gleiche Prinzip funktioniert auch für andere Zeichnungsressourcen (z.B. Ränder).

← →

Von „http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Schriftfeld-Uebernahme“

Software: CAD - Tutorial - Formstabilitaet - Zeichnungsansichten

Aus OptiYummy

↑

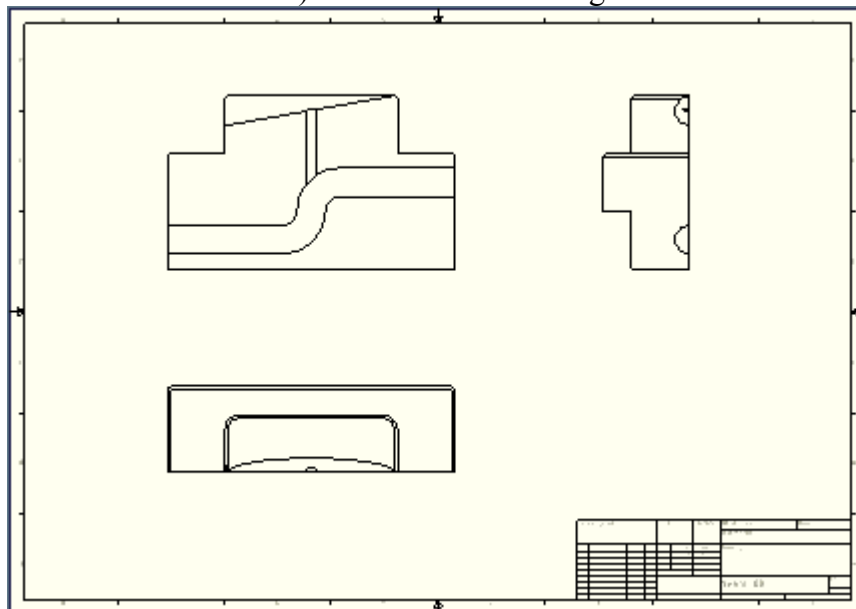
← →

Zeichnungsansichten (Bauteil-Zeichnung)

Wir müssen von der Ventilhälfte die vollständig bemaßte Bauteil-Zeichnung (*Ventil_xx.idw*) mit den erforderlichen Ansichten erstellen. Der Anspruch, möglichst alle Informationen direkt aus dem CAD-Modell zu übernehmen, ist dabei gar nicht so einfach realisierbar!

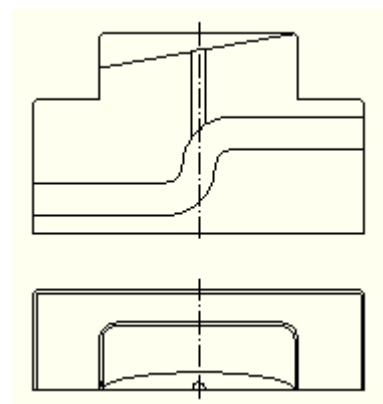
Blatt-Format und Ansichten

- Ein A4-Blatt im Hochformat ist für die Ventil-Hälfte nicht ausreichend. Wir wählen das A2-Querformat.
- Neben der Ansicht **von vorn** (Schnittfläche der Ventil-Hälfte) sind noch zwei weitere Ansichten erforderlich (z.B. **von links** und **von oben**). Der Maßstab **2:1** sorgt für Übersichtlichkeit.




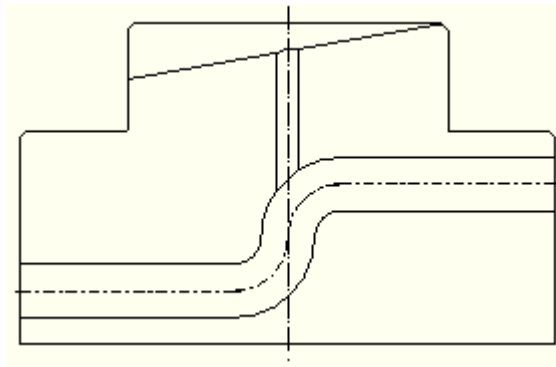
Symmetrie-Linien des Rohteils

- Die Symmetrie des Grundkörpers kann durch Abruf der Z- und Y-Achse gekennzeichnet werden.
- Diese Achsen müssen dazu im CAD-Modell sichtbar sein.
- Falls bei der Übernahme der Arbeitsachsen auch die Mittel-Achse der schrägen Bohrung eingeblendet wird, so sollte man diese unsichtbar machen.




Mittel-Linie des Sweeping-Pfades

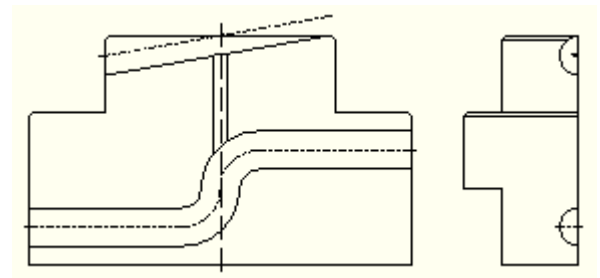
- Infolge der beiden Bögen innerhalb des Sweeping-Pfades ist es nicht möglich, auf Basis von zusätzlichen Arbeitsachsen eine durchgängige Mittel-Linie in der Zeichnung abzurufen.
- Wir werden deshalb doch die Funktion "Symmetrielinie"  des Zeichnungskommentars benutzen. Damit gelingt es abschnittsweise, die komplette gekrümmte Durchführung mit einer Mittel-Linie zu versehen:



- Von entscheidendem Vorteil ist dabei, dass bei Maßänderungen eine automatische Längen Anpassung der Liniensegmente erfolgt!
- Etwas unschön sind die Überlappungen der einzelnen Segmente, aber damit kann wahrscheinlich leben.

Mittel-Linien der Bohrungen

- Die Mittel-Linie der senkrechten Bohrung wird bereits durch die senkrechte Symmetrieachse realisiert.
- Für die schräge Bohrung kann man die Mittel-Linie abrufen. Ab der *Inventor-Version 2012* gelingt dies anscheinend zuverlässig. Im speziellen Fall könnten wir bei einem Mißerfolg auf die Übernahme der Arbeitsachse ausweichen. Eine Symmetrie-Linie wie in der gekrümmten Durchführung, ist in Ermangelung der zweiten Kante nicht realisierbar.
- Das Mittelpunktmarkierung  ist für die Durchgangsöffnung in der Seitenansicht einfach als Zeichnungskommentar zu realisieren.
- Beim Ausgang der schrägen Bohrung handelt es sich um eine Ellipse. Es macht jedoch keinen Sinn, dies hier durch zwei Mittelpunktmarkierungen zu kennzeichnen. Der Halbmond in dieser Öffnung repräsentiert das obere Ende der senkrechten Bohrung.



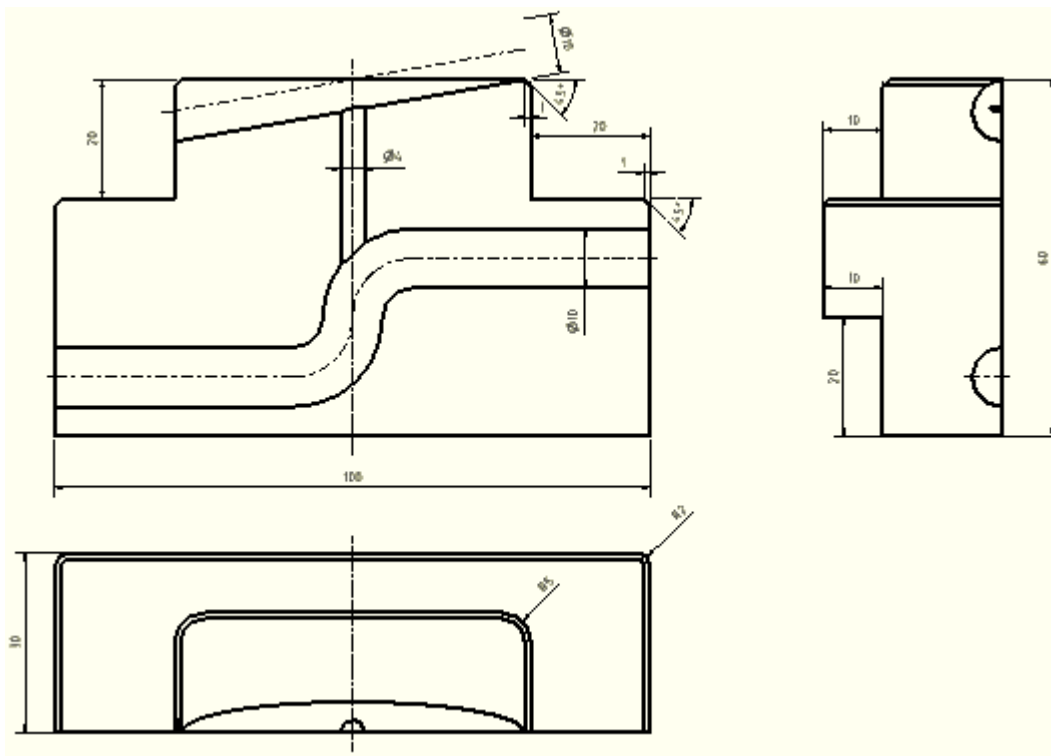
Bemaßung

Modellbemaßung

Verwendet werden soll nach Möglichkeit nur die Modellbemaßung. Zwei Typen von Maßen kann man jedoch nicht als Modellbemaßung in Zeichnungsansichten übernehmen:

1. Winkel bzw. Abstände zwischen Arbeitselementen (hier: Neigung der Lagerschale).
 2. Maße, die sich aus geometrischen Abhängigkeiten ergeben (hier: Öffnungsmittelpunkte der gekrümmten Durchführungen).
- Abhängige Maße könnte man zwar in die Modellskizzen eintragen und auch als Modellbemaßung in die Zeichnung übernehmen. Aber sie werden in runden Klammern notiert, was nicht der Zeichnungsnorm entspricht.
 - Da man die Werte abhängiger Maße nicht ändern kann, macht ihre Verwendung als Modellbemaßung in der Zeichnung auch keinen Sinn!

Die folgenden Maße sollte man unbedingt als Modellbemaßung in die Zeichnung überführen:



- Bei Bedarf muss man einzelne Maße zwischen den Zeichnungsansichten verschieben.
 - Im Beispiel wurde nachträglich noch eine Skizzenbemaßung im Modell geändert, um die 20 mm Breite der Aussparung am Rohteil wegen der Übersichtlichkeit von der rechten auf die linke Seite der Zeichnungsansicht zu platzieren (Siehe folgendes Bild).
 - Die Maßhilfslinien sollten an sinnvollen Körperkanten enden.
- **Achtung:** Teilnehmer der Lehrveranstaltung erhalten 1/2 Punkt Abzug pro fehlendem Modellmaß!

Im Beispiel wurden die Fasen mit Modellbemaßung versehen:

- Das hat den Vorteil, dass man aus der Zeichnung heraus die Fasen ändern kann.
- Bei vielen und kleineren Fasen wird dies jedoch unübersichtlich.
- Im Normalfall werden Fassenbreite und -winkel zu einem Maß zusammengefasst.
- Sind alle Fasen gleich, so kennzeichnet man das global für das Zeichnungsblatt mit einem Textkommentar. Die einzelne Fase bleibt dann unbemaßt.

Zeichnungsbemaßung

Die nicht mittels Modellbemaßung realisierbare Bemaßung muss abschließend als Zeichnungsbemaßung erzeugt werden:

- Neigungswinkel der Lagerschale zwischen Mittellinie und Ventilkante.
- Mittelpunkte der Öffnungen des gekrümmten Durchbruchs.

← →

Von „http://www.optiyummy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Formstabilitaet_-_Zeichnungsansichten“
