

## Testat im WS 2013/2014 zur Zwischenprüfung Konstruktion 2/CAD

Prüfungsfach: 131074 CAD, MM2

Prüfer: Klaus Müller, Sven Germann, Prof. Dr.-Ing. Jörg Wild

Zeit: 30 min

Hilfsmittel: Skript

Anmerkungen: Alle Dateien sind mit der Bezeichnung NAME\_MatrNr.yyy in Ilias einzureichen.

Es ist auf dem CAD-System CATIA V5 ein **Windrad** aus **Rad** und **Fluegel** zu konstruieren. Hierzu sind die Funktionalitäten zu nutzen, die in der Vorlesung bisher benutzt wurden. Wie die Bauteile erzeugt werden, steht frei. Es ist auf einen sinnvollen Aufbau zu achten.

- Zuerst müssen die Einzelteile **Rad** und **Flügel** im Arbeitsbereich *PartDesign* aufgebaut werden.
- Danach wird das **Windrad** mit diesen Dateien erstellt (Arbeitsbereich *AssemblyDesign*).

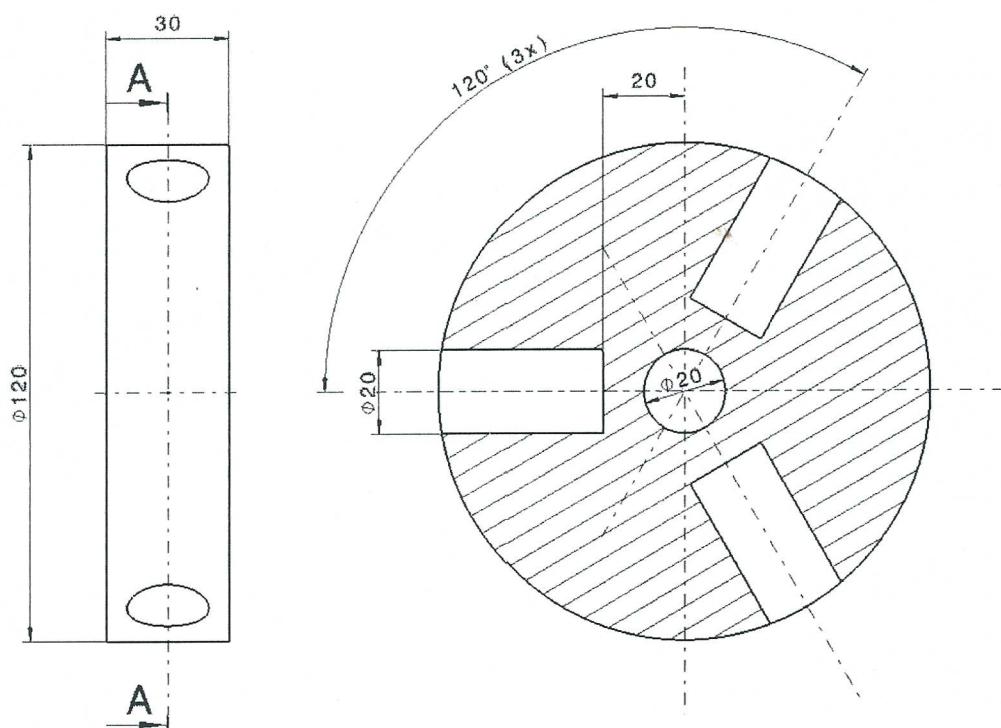
Die Abgabe erfolgt über die Funktion *Einreichen* in Ilias durch Hochladen der folgenden drei Dateien (xxxxxx = Matrikelnummer):

- Rad\_xxxxxx.CatPart
- Fluegel\_xxxxxx.CatPart
- Windrad\_xxxxxx.CatProduct

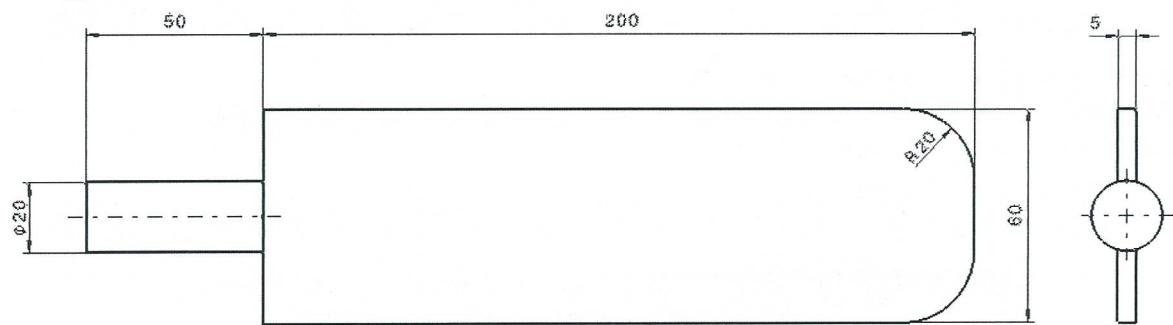
### Einzelteile

Für den Aufbau mindestens eines Einzelteils müssen **mehrere Körper** verwendet werden.

#### Rad



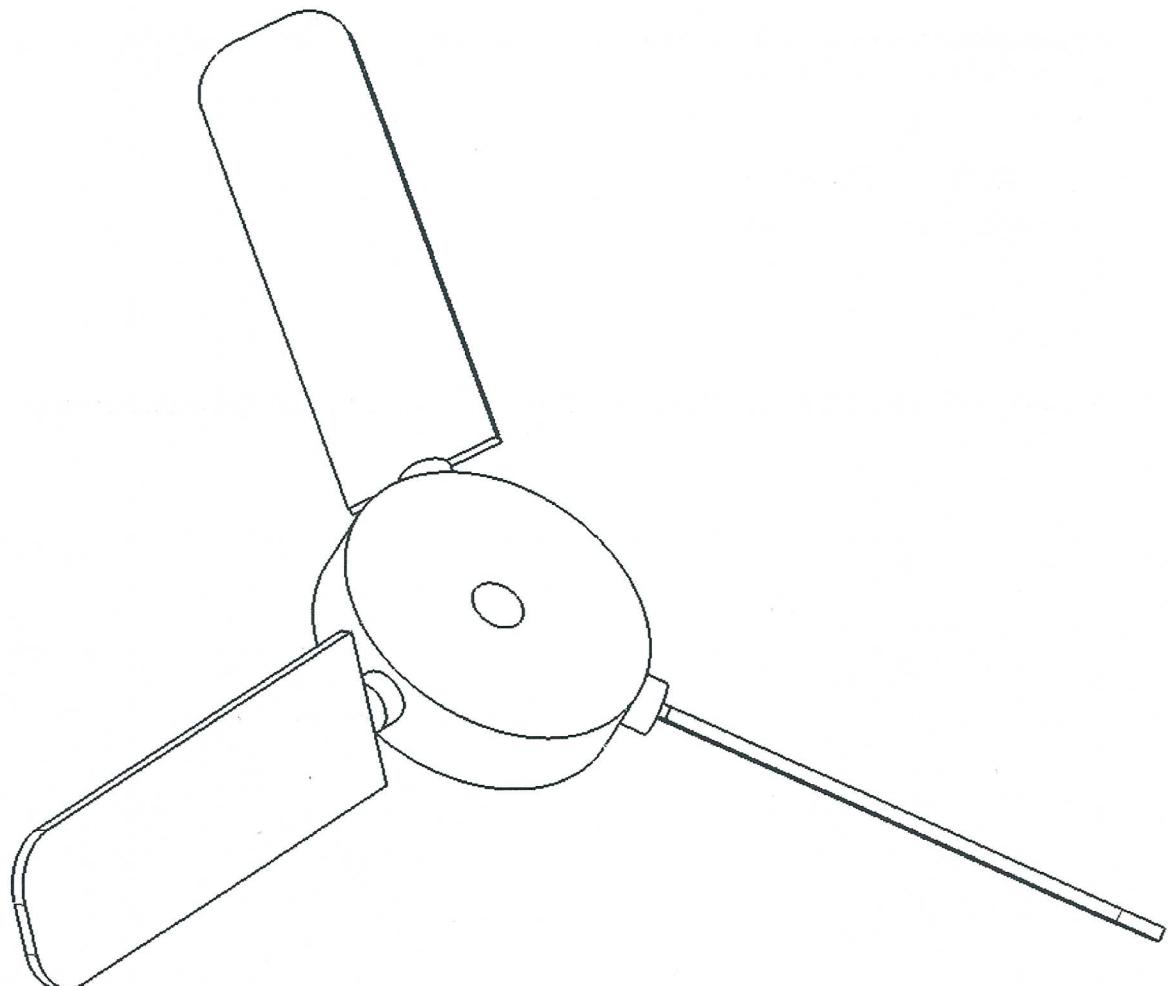
## Fluegel



## Windrad

Zusammenbau der Komponenten im Produkt (über Bedingungen) wie im Bild gezeigt:

-die Flügel sind um 45° verdreht





GRATZ Engineering GmbH

Einführung in

# Computer Aided Design

mit CATIA V5

Allgemeines

04.05.2011

## Der erfolgreiche Konstrukteur

Den Kopf gestützt auf einer Hand,  
Der Konstrukteur vor'm Bildschirm stand,  
    Voll von Gedanken ganz enorm,  
    Gab dem Gehäuse er die Form.  
Er rieb die Stirn und sann und sann,  
    Wie man die Sache machen kann.  
Das Stück, das hier mein Hirn gebar,  
    Ist gut geformt und äußerst klar,  
    So sprach er zu sich selbst, allein,  
    Es scheint zu leicht zu fräsen sein.  
Deshalb - er tat den Bleistift wetzen -  
    Ist diese Fläche zu versetzen.  
Und dieser Teil beim Bohren und Drehen  
    Scheint in der Werkstatt gut zu gehen.  
    Zu leicht, es ist zum Lachen,  
    Ich muss es komplizierter machen.  
    Hier andere Löcher zum Verschluss,  
    Die geben sicherlich Verdruss.  
Der Schlosser wird zum Meister laufen,  
    Hei, wird man sich die Haare raufen.  
    Die Werkstatt ist nicht zu beneiden,  
    Kaum kann man die Gewinde schneiden,  
        So sind die Löcher raffiniert  
        In der Vertiefung hier platziert.  
    Das Stück, nun wird es reifen,  
Man kann's nicht hobeln, kann's nicht schleifen,  
    Und es wird auf der Bank zum Drehen  
        Nicht einmal in's Futter gehen.  
    Die Konstruktion lieb' ich mit Grund,  
    Sie ist verzwickt, das heißt gesund.  
    Noch einmal sah er auf das Ganze,  
    Dann schrie mit einem Freudentanze  
        Der Konstrukteur: Ich bin am Ziel!  
        Ja, das Gehäuse hier hat Stil.  
        Ich werde den Triumph genießen,  
        Man kann das Stück nicht einmal gießen!

## Einleitung

Die Philosophie von CATIA V5 basiert auf dem Konzept der Integration von digitalen Produkten in die elektronische Geschäftsabwicklung (E-business). Ziel dieser Entwicklung ist es, eine Umgebung anbieten zu können, die den gesamten Produktentwicklungsprozess digital erfasst, und zwar vom ersten Entwurf bis zum fertigen Endprodukt.

CATIA V5 besitzt eine völlig neue Struktur und ist keine direkte Weiterentwicklung von V4. Dassault Systèmes verfolgt mit V5 eine neue Philosophie, wodurch die Arbeitsweise prinzipiell verändert wird. Die erzeugten Geometrien besitzen von nun an nicht nur ihre geometrische Definition, sondern auch parametrische Eigenschaften.

CATIA V5 ist ein 3D-CAD-System, das die parametrische Modellierung mit der Anwendung von Formelementen verknüpft und daher als Hybrid-Modellierer bezeichnet wird. Die Verknüpfung besteht darin, dass jedes Formelement bereits vordefinierte Parameter besitzt, die jederzeit veränderbar sind und für die auch Variablen oder mathematische Formeln eingesetzt werden können. Über Variablen und Formeln ist auch die Definition von Abhängigkeiten zu Maßen anderer Formelemente möglich. Dadurch können Konstruktionsanforderungen und Konstruktionswissen bei der Modellierung direkt in das Modell eingebunden werden. CATIA besitzt für jede Art von Daten, die in CATIA erzeugt werden, eine spezifische Dokumentenart und eine zu dieser Datenart gehörige Arbeitsumgebung (Workbench), die sich automatisch anpasst, wenn eine artspezifische Bearbeitung durchgeführt werden soll. So können mit CATIA Bauteile(Parts), Baugruppen (Products), Analysen (FEM), DMU-Modelle, Zeichnungen Drawings) und vieles mehr generiert werden. Der Schwerpunkt dieses Praktikums liegt indem dreidimensionalen Modellieren von Bauteilen und Baugruppen. Die Daten der einzelnen Dokumentarten beziehen sich i.d.R. auf eine gemeinsame Datenbasis. Das bedeutet, dass Änderungen an einem Modell, die in einer Arbeitsumgebung vorgenommen werden, sich automatisch auch in allen anderen Modulen auswirken, wenn dies vorher festgelegt wird. Ein Beispiel dafür ist die bidirektionale Assoziativität zwischen dem 3D-Modell und der daraus abgeleiteten 2D-Zeichnung. Wird nach dem Ableiten der Zeichnung das Modell geändert, so ändert sich auch die Zeichnung entsprechend. Umgekehrt wirken sich Änderungen in der Zeichnung auch auf das zugrundeliegende 3D-Modell aus.



## Workbenches von CATIA V5

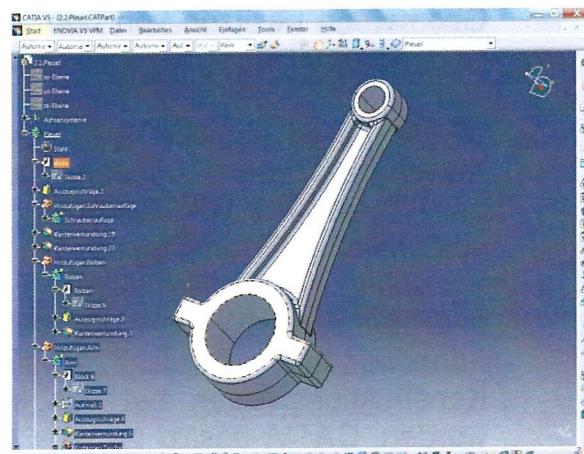
Im Zusammenhang mit CATIA V5 fällt häufig der Begriff Workbench, was soviel wie Arbeitsumgebung bedeutet. CATIA V5 beinhaltet mehrere Workbenches, deren Umfang von der jeweiligen Lizenz abhängig ist.

In einer Workbench befinden sich in der Regel Funktionen der gleichen Modellierungsart. Die einzelnen Workbenches lassen sich trotz ihrer Definition für unterschiedliche Einsatzgebiete, was die Funktionalität angeht, nicht immer vollständig voneinander abgrenzen. So sind zahlreiche Befehle gleichzeitig in mehreren Workbenches zu finden, damit häufiges Umschalten zwischen den Workbenches vermieden wird.

Die Workbenches von V5 lassen sich in Kategorien einteilen. Zu den Kategorien zählen Infrastructure, Mechanical Design, Shape Design and Styling, Equipment and Systems Engineering, Plant Design, NC Manufacturing und Product Synthesis. Hier ein Auszug aus dem Produktumfang der bei Gratz Engineering Verwendung findet:

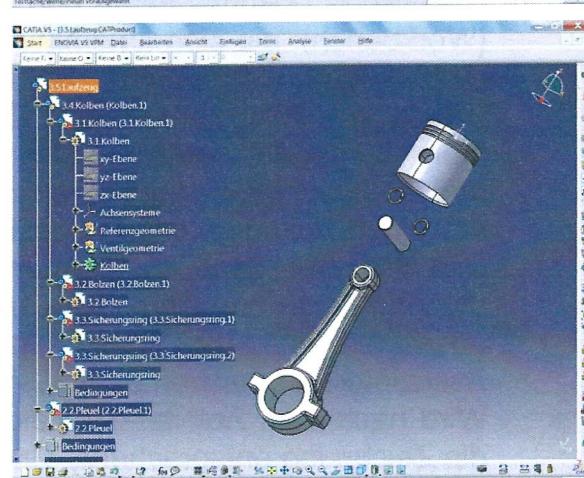
Part Design –

- Workbench zur Konstruktion von Bauteilen

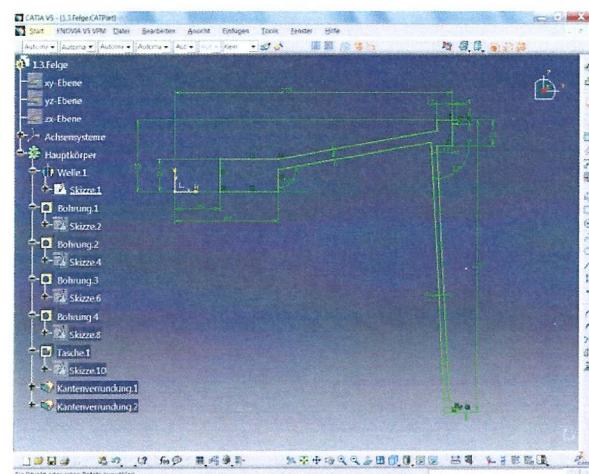


Assembly Design –

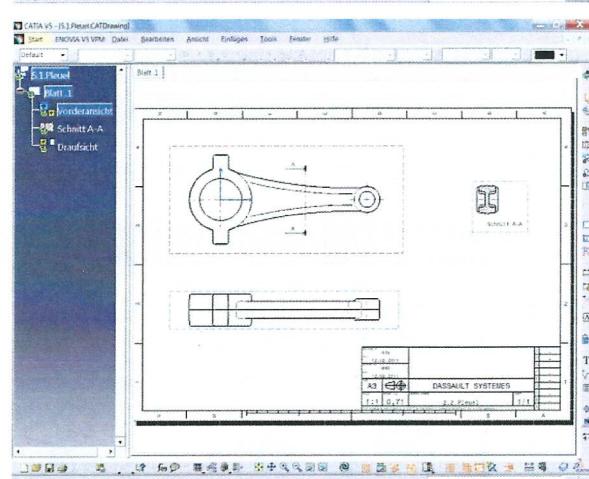
- Workbench für den Zusammenbau von Bauteilen



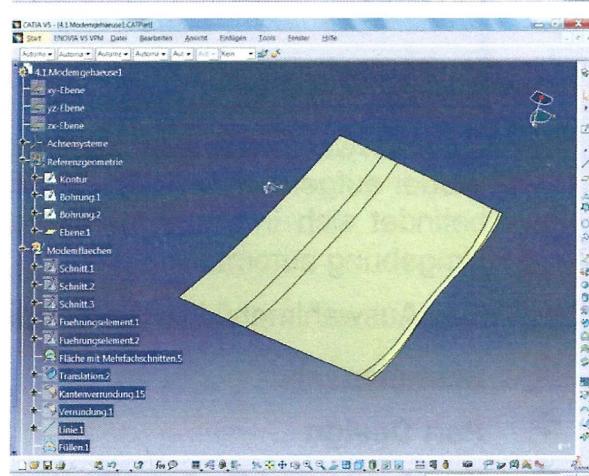
- Sketcher –  
Workbench zur Erzeugung von 2D-Profilen



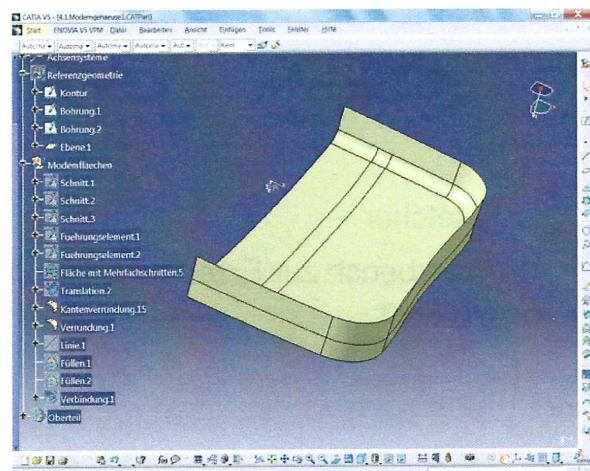
- Drafting –  
Workbench zur Erstellung von Zeichnungen



- Wireframe and Surface Design –  
→ Workbench zur Konstruktion von Basisflächen und Drahtmodellen

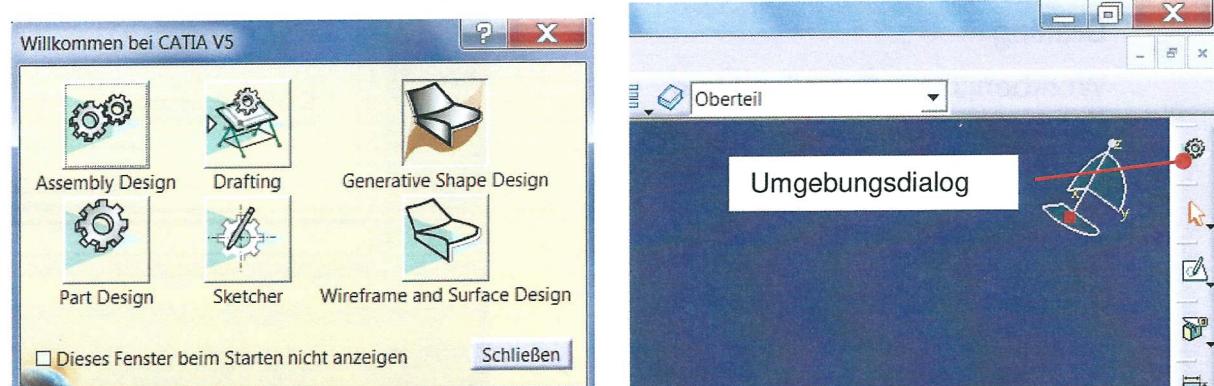


- Generative Shape Design –
- Workbench zur Erzeugung komplexer Flächen



## Wechseln der Workbench

Um zwischen Workbenches zu wechseln steht ein Auswahlmenü zur Verfügung.



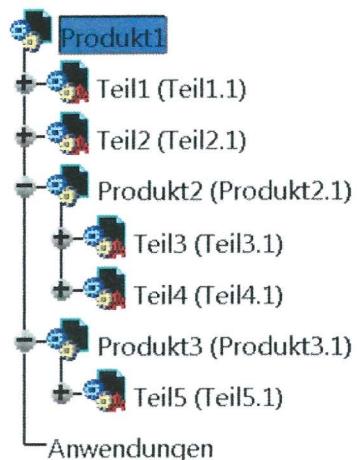
Das Auswahlmenü erscheint nach dem Start von CATIA V5 und kann jederzeit wieder aufgerufen werden. Der Aufruf folgt über den Button "Umgebungsdialog". Er befindet sich in der Funktionsleiste und nimmt das Symbol der jeweilig aktiven Umgebung automatisch an.

Das Auswahlmenü hier im Beispiel enthält folgende Komponenten:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| → <b>Sketcher</b>                     | <i>Modul zum schnellen Skizzieren</i>                  |
| → <b>Part Design</b>                  | <i>Modul zum Erzeugen von Solids</i>                   |
| → <b>Wireframe and Surface Design</b> | <i>Modul zum Erstellen von Regelflächen</i>            |
| → <b>Generative Shape Design</b>      | <i>Modul zum Erstellen von Freiformflächen</i>         |
| → <b>Assembly Design</b>              | <i>Modul zum Erzeugen von Zusammenbauten</i>           |
| → <b>Drafting</b>                     | <i>Modul zum Erstellen einer bemaßten 2D-Zeichnung</i> |

Der Anwender kann das Auswahlmenü jederzeit selbst anpassen. Es können Workbenches hinzugefügt und gelöscht werden. Dazu sind die Optionen anzupassen. Es ist sinnvoll die wichtigsten Produkte in diesem Menu abzulegen. Dadurch wird ein schnelles Umschalten z.B. zwischen Solid-Modelling (Partdesign) und Flächenmodelling (Generative Shape Design) ermöglicht.

## Produktstruktur von CATIA V5



Bei der Beschreibung von Konstruktionen unter V5 werden Parts und Products erstellt. Da in der Regel Produkte erstellt werden, wird auch der Begriff "Product" für eine Konstruktion verwendet. Einzelne Bauteile eines Produktes heißen "Part" (Bauteil).

Da es durchaus denkbar ist, dass ein Produkt aus einem oder mehreren Unterprodukten besteht, können nicht nur Parts Bestandteil eines Produktes sein, sondern auch Products.

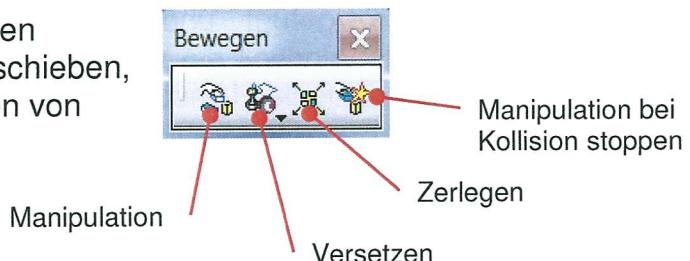
Wie eine Konstruktion arrangiert wurde, kann dem Strukturbau entnommen werden. Im Strukturbau wird hierarchisch die Produktstruktur dargestellt. Im Bild rechts ist ein Strukturbau abgebildet, der ein Produkt beinhaltet, welches aus Parts und Unterprodukten besteht.

Wird ein Produkt im Strukturbau angewählt, bietet CATIA V5 automatisch die Symbolleisten für das Produkt-Handling an. Fällt die Wahl auf ein Bauteil, bietet CATIAV5 die Symbolleisten zur Bauteilmodellierung. Der Strukturbau kann ein- und ausgeblendet sowie gezoomt und frei positioniert werden. Die Positionierung einzelner Parts innerhalb eines Products erfolgt durch Positionierungsbedingungen.

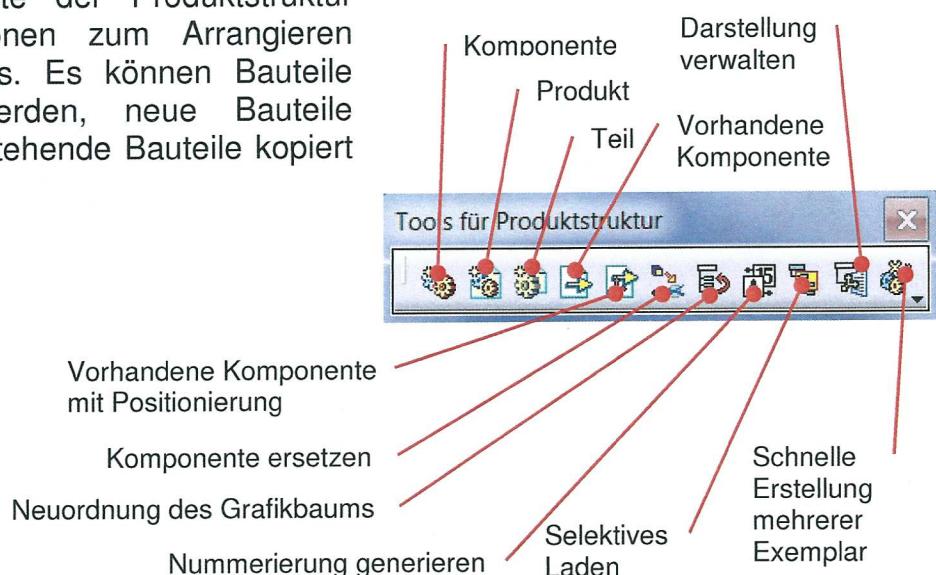
Der eine oder andere V4-Anwender kennt diese Art und Weise der Positionierung bereits aus dem Assembly Mode von V4. Dabei werden einzelne Elemente relativ zueinander positioniert.

Innerhalb der Produktstruktur sind drei Symbolleisten aktiv:

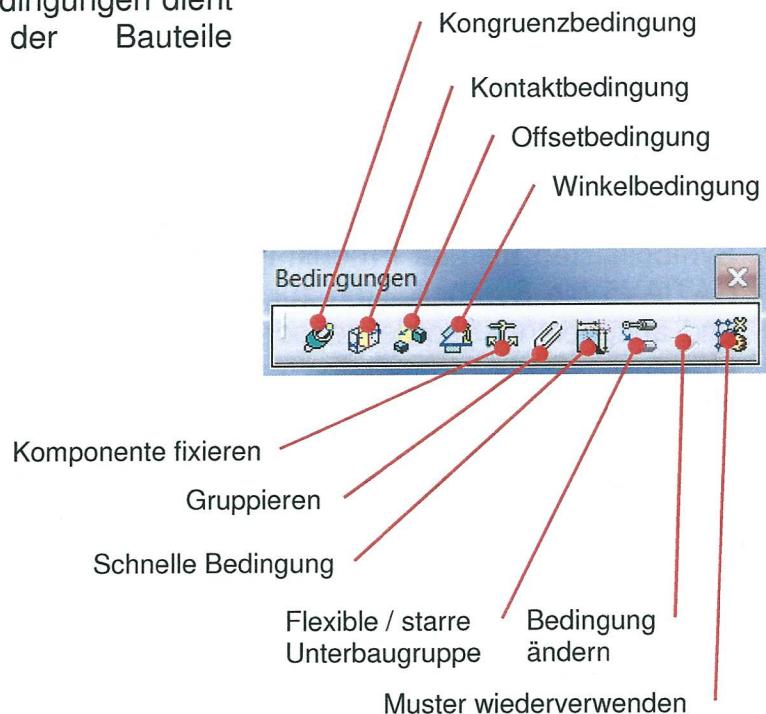
Die Symbolleiste für Bewegungen enthält Manipulatoren zum Verschieben, Zerlegen, Versetzen und Drehen von Bauteilen.



Die Symbolleiste der Produktstruktur enthält Funktionen zum Arrangieren eines Produktes. Es können Bauteile hinzugefügt werden, neue Bauteile erstellt und bestehende Bauteile kopiert werden.



Die Symbolleiste der Bedingungen dient zum Positionieren der Bauteile untereinander.



Prinzipiell gibt es zwei unterschiedliche Methoden zur Modellierung von Baugruppen:

→ **TOP-DOWN-Methode**

Bei der Top-Down-Methode wird innerhalb eines Products mit einem Basisbauteil begonnen. Anbauteile werden im Anschluss modelliert.

→ **BOTTOM-UP-Methode**

Es werden alle Bauteile voneinander getrennt modelliert und abgespeichert. Anschließend wird ein neues Produkt erstellt, in welches alle Bauteile hinzugefügt werden.

CATIA V5 folgt der Multi-Dokument-Standard-Schnittstelle von Microsoft. So werden Bauteile in einem für Bauteile entsprechenden Format (CATPart), Zeichnungen separat in einem für 2D-Zeichnungen eigenen Format (CATDrawing) und Produkte in einem Produktformat (CATProduct) gespeichert.

## **Methodik im Umgang mit Produkten**

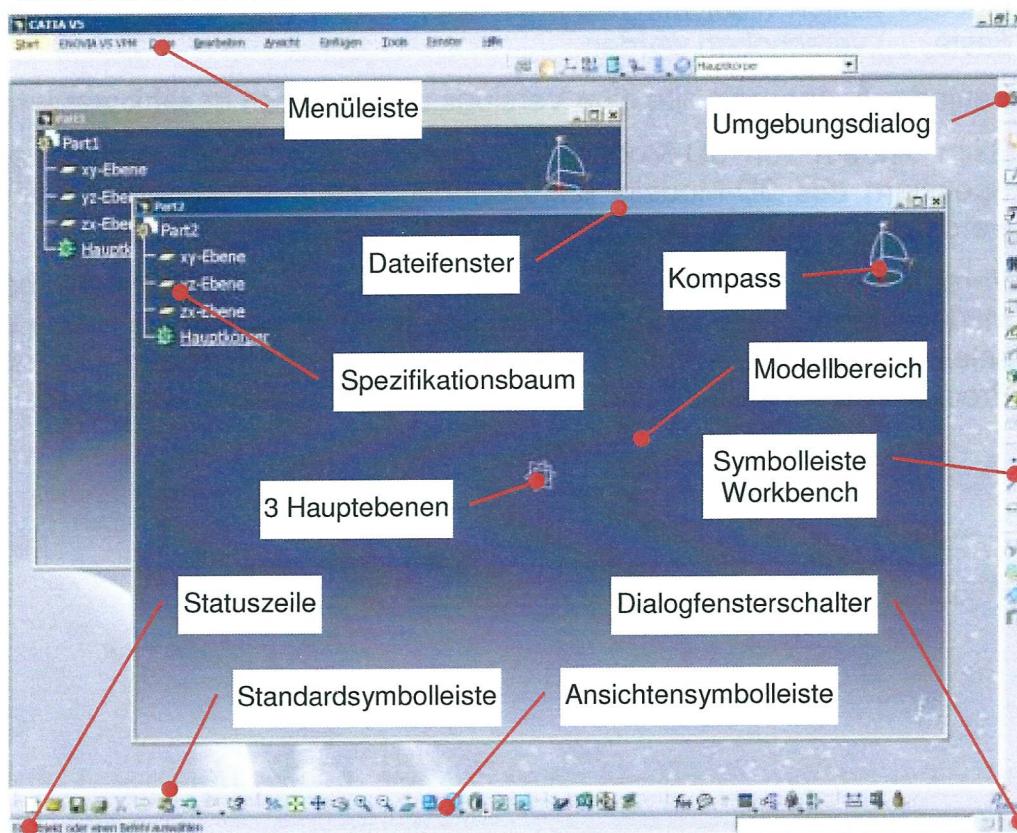
Im Umgang mit Produkten sind einige Regeln zu beachten, da häufig mehrere User auf ein und dieselben Parts eines Produktes zugreifen.

- Modelle sollten nicht mit Windows-Operationen (move, drag and drop, copy and paste, ...) verschoben werden.
- Bei jeder Änderung sollte eine Versionsnummer hoch gezählt werden
- Beim Ändern von 3D-Modellen, für die eine Zeichnung existiert, sollte vor dem Speichern des 3D-Modells die Zeichnung geöffnet, upgedated und gespeichert werden.
- Vorsicht beim speichern mit der Funktion "save all". Es werden alle betroffenen Modelle überschrieben. Mit der Funktion "save all as" kann ggf. eine Unterauswahl selektiert und mit einem neuen Namen abgespeichert werden. Ggf. ist auch das Produkt umzubenennen und mit einer höheren Versionsnummer abzuspeichern.

## Benutzeroberfläche von CATIA V5

Die Arbeitsumgebung von CATIA V5 enthält folgende Elemente:

- Menüleiste mit Pull-Down-Menüs zum Zugriff auf die Funktionen von CATIA.
- Umgebungsdialogsymbol zum schnellen Wechseln zwischen Workbenches.
- Standardsymbolleiste für gängige Funktionen wie Öffnen Schließen, Drucken, Ausschneiden, Einfügen von Formeln und Konstruktionstabellen.
- Dateifenster enthält den Modellbereich, Spezifikationsbaum, Kompass, die Hauptebenen und das Koordinatensystem.
- Modellbereich zur Modellierung von Bauteilen.
- Kompass zur Änderung der Ansicht und zum Verschieben von Objekten.
- Statuszeile mit Anweisungen und Eingabe-Aufforderungen.
- Ansichtssymbole zum Ändern der Ansicht, zum Umschalten zwischen Show und No Show und zum Arbeiten mit Layern und Schattierungen.
- Analysis Tools zum Analysieren und Vermessen von Bauteilen.
- Workbench-Symbolleiste zur Auswahl von Funktionen innerhalb einer Workbench.
- Dialogfensterschalter zum Ein- und Ausblenden von Dialogfenstern ohne diese zu schließen.



## Die Menüs

Im Folgenden werden die Menüinhalte vorgestellt. Der Inhalt der Menüs richtet sich nach den installierten Lizenzen.

### ***Startmenü (Start)***

Das Menü 'Start' ist eine Navigationsfunktion, die das Umschalten zwischen verschiedenen Umgebungen unterstützt. Der Inhalt des Menüs 'Start' variiert entsprechend den installierten Konfigurationen und/oder Produkten.

### ***Datei (File)***

- Neu (New) - Neues Dokument erzeugen
- Neu aus (New from) - Ein neues Dokument aus einem vorhandenen Dokument
- Öffnen (Open) - Vorhandene Dokumente öffnen
- Schließen (Close) - Dokumente schließen
- Sichern ( Save) - Vorhandene Dokumente sichern
- Sichern unter (Save As) - Dokumente zum ersten Mal unter einem anderen Namen sichern oder Dokumente in anderen Formaten sichern
- Alle sichern (Save All) - Alle Dokumente sichern
- Drucken (Print) - Die Druckereinstellungen vor dem Drucken der Dokumente
- Schreibtisch (Desk) - Beziehungen zwischen geöffneten Dokumenten und anderen Dokumenten werden angezeigt
- Senden an (Send to) - CATIA Version 5-Daten übertragen
- Post (Mail) - Daten über elektronische Post versenden
- Verzeichnis (Directory) - Daten in ein Verzeichnis oder auf eine Diskette kopieren
- Inhalt (Contents) - Inhalt des Dokuments anzeigen
- Ende (Exit) - CATIA beenden

## **Bearbeiten (Edit)**

- Widerrufen (Undo) - Aktionen widerrufen
- Widerruf zurücknehmen (Redo) - Die letzte Aktion 'Widerrufen' wiederherstellen
- Aktualisieren (Update) - Alles aktualisieren
- Ausschneiden (Cut) - Selektiertes Objekt ausschneiden und in der Zwischenablage
- Kopieren (Copy) - Selektiertes Objekt in die Zwischenablage kopieren
- Einfügen (Paste) - Objekt aus der Zwischenablage einfügen Einfügen Spezial
- (Paste special) - Objekte einfügen
- Löschen (Delete) - Objekte löschen
- Suchen (Find) - Zeichenfolge in einem Text suchen
- Ersetzen (Replace) - Zeichenfolge in einem Text ersetzen
- Suchen (Search) - Objekte nach verschiedenen Kriterien suchen und auswählen
- Selektions-Sets (Selection sets) - Selektions-Set umbenennen, Objekte hinzufügen oder löschen
- Verknüpfungen (Links) - Dokumentenverbindungen bearbeiten Eigenschaften
- (Properties) - Grafische Eigenschaften anzeigen und bearbeiten
- Objekt in Bearbeitung suchen oder definieren ( Scan or define in work object)
- Selektiertes Objekt als Objekt in Bearbeitung definieren
- Hintergrund (Background) - In den Rahmen- und Titeleditor umschalten

## **Fenster (Window)**

- Neues Fenster (New Window) - Neues Fenster mit dem Dokument, das bearbeitet wird, öffnen
- Übereinander anordnen (Tile horizontally) - Fenster horizontal so anordnen, dass sie einander nicht überlappen
- Nebeneinander (Tile vertically) - Fenster vertikal so anordnen, dass sie einander nicht überlappen

- Überlappend anordnen (Cascade) - Fenster so anordnen, dass sie einander überlappen

### **Hilfe (Help)**

- CATIA V5 Hilfe (Help) - Kontexthilfe zum aktuellen Befehl
- abrufen Inhalt, Index und Suche ( Contents, index and search) - Auf Online-Hilfebibliothek zugreifen
- Kontexthilfe (What's this?) - Hilfe zu Symbolen der Symbolleiste abrufen
- User Galaxy (User Galaxy) - Verbindung zur Dassault Systemes User Galaxy herstellen
- Informationen zu CATIA V5 (About CATIA V5) - Dialogfenster mit Urheberrechtsvermerken zum Produkt aufrufen

## **Symbolleisten**

### **Standardsymbolleiste**



- Neu (New) - Neues Dokument erzeugen
- Öffnen (Open) - Vorhandene Dokumente öffnen
- Sichern (Save) - Vorhandene Dokumente sichern
- Schnelldruck (Quick print) - Ein Dokument schnell drucken, ohne die Druckeinstellungen anzupassen
- Ausschneiden (Cut) - Selektiertes Objekt ausschneiden und in der Zwischenablage ablegen
- Kopieren (Copy) - Selektiertes Objekt in die Zwischenablage kopieren
- Einfügen (Paste) - Objekt aus der Zwischenablage einfügen
- Widerrufen (Undo) - Letzte Aktion rückgängig machen
- Widerruf zurücknehmen (Redo) - Letzte rückgängig gemachte Aktion wiederherstellen
- Kontexthilfe (What's this?) - Hilfe zu Symbolen der Symbolleiste abrufen

## Ansichtensymbolleiste



- Legt den Modus 'Fliegen' fest ( Sets the Fly mode) - Im Modus 'Fliegen' in einem Dokument navigieren
- Alles einpassen (Fit all in) - Die gesamte Geometrie in den Geometriebereich einpassen
- Schwenken (Pan) - Inhalt des aktuellen Dokuments durch Schwenken des Kammblickpunkts bewegen
- Drehen (Rotate) - Mit linker Maustaste drehen
- Vergrößern (Zoom In) - Vergrößern in entsprechend einem festgelegten Intervallschritt
- Verkleinern (Zoom Out) - Verkleinern entsprechend einem festgelegten Intervallschritt
- Senkrechte Ansicht (Normal View) - Objekt entlang einer Senkrechten zu einer selektierten
- Ebene anzeigen

## Ansichten (Views)

- Drahtmodell (Wireframe) - Objekte im Drahtmodellmodus anzeigen
- Verdeckte Kanten ausblenden (Hidden line removal) - Objekte im Modus mit ausgeblendeten verdeckten Kanten anzeigen
- Verdeckte Kanten dynamisch ausblenden ( Dynamic hidden line removal) - Objekte im Modus für dynamisch ausgeblendete verdeckte Kanten anzeigen
- Schattierung (Shading) - Objekte im schattierten Modus anzeigen
- Schattierung mit Kanten ( Shading with edges) - Objekte im schattierten Modus mit Kanten anzeigen
- Modus 'angepasste Ansicht' (Shading with texture) - Objekte im Modus für die angepasste Ansicht anzeigen
- Verdecken/Anzeigen umschalten (Hide/Show) - Objekte in den Bereich für verdeckte Objekte übertragen bzw. in den Anzeigebereich übertragen

- Sichtbaren Raum umschalten (Swap visible face) - Zwischen Bereich für verdeckte Objekte und Anzeigebereich umschalten

## Mausbelegung

Generell werden mit der linken Maustaste Menüpunkte gewählt und Objekte selektiert. Selektierte Objekte werden von CATIA farblich (Basiseinstellung: orange) markiert. Der Menütext wird grau statt schwarz dargestellt, wenn eine Funktion gesperrt ist.

Die rechte Maustaste dient bei Objekten des Modells zum Aufruf eines objektspezifischen Kontextmenüs. Dieses Kontextmenü bietet den direkten Zugriff auf allgemeine und objektspezifische Informationen und Einstellungen.

Die Oberfläche von CATIA V5 ist konform zur Windowsoberfläche aufgebaut. So kann die Maus im allgemeinen wie gewohnt benutzt werden, vorausgesetzt, Windowskenntnisse sind bereits vorhanden.

### Selektieren von Elementen



Zum Selektieren mit dem Mauspfeil auf ein Objekt zeigen und die linke Maustaste drücken

### Verschieben



Verschieben von Objekten

### Kontextmenü aufrufen



Mit dem Mauspfeil auf ein Element zeigen und mit der RMT das Kontextmenüaufrufen

### Zoomen



MMT halten und RMT kurz drücken um zu Zoomen

## Freies Drehen



MMT und RMT halten zum Drehen

## Drehpunkt neu definieren

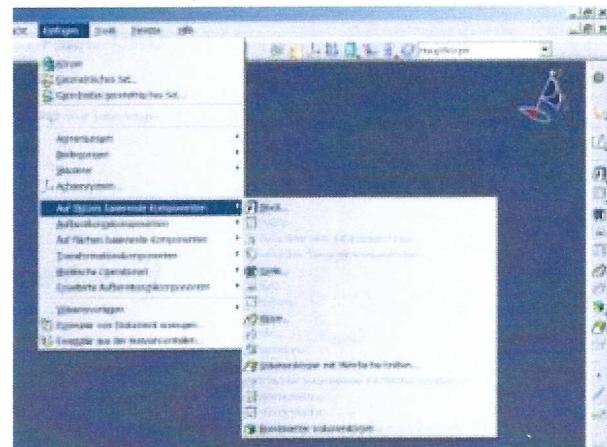


MMT kurz auf Objektkante/-punkt klicken um neuen Drehpunkt zu definieren

## CATIA-V5-Funktionen

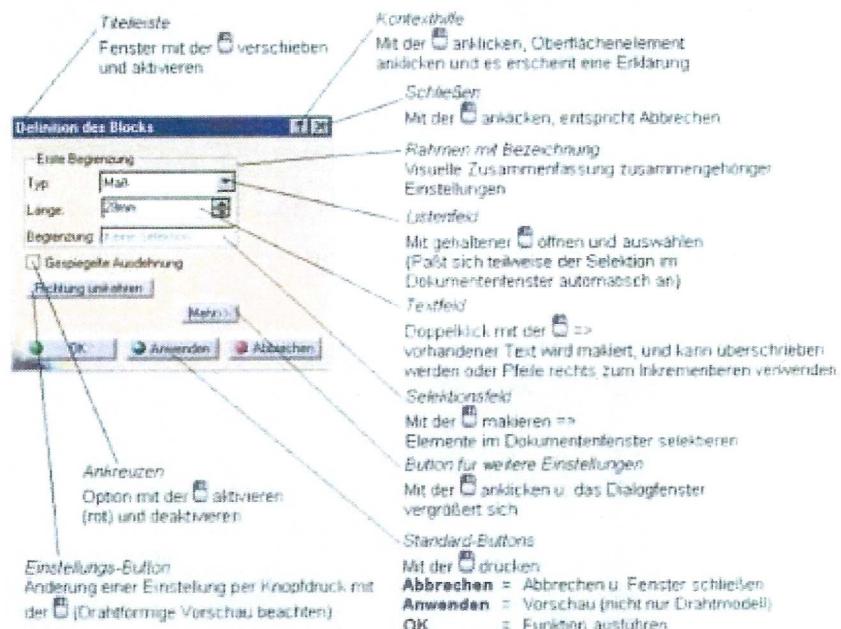
Funktionen werden aufgerufen, indem sie in der entsprechenden Workbench aus der Funktionsleiste(rechter Bildrand) selektiert werden. CATIA V5 besitzt wie Windowsanwendungen eine doppelte Hinterlegung von Funktionen. Funktionen können aus der Menüleiste oder aus der Funktionsleiste heraus selektiert werden. Bei der Auswahl der Funktionen aus der Menüleiste heraus besteht der Vorteil, dass der jeweilige Funktionsname hinter den Symbolen angezeigt wird.

Nach dem Selektieren von Funktionen bietet CATIA V5 häufig Dialogfenster zur Eingabe von Funktionsparametern an.



## Arbeiten mit Dialogfenstern

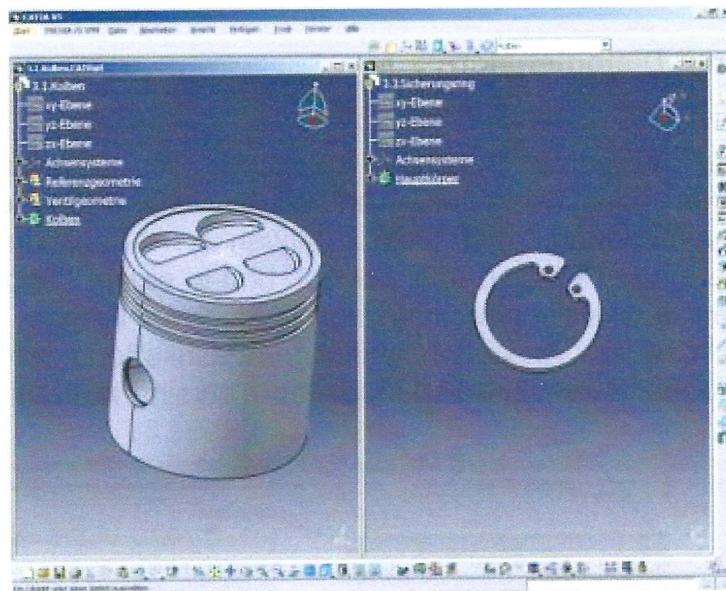
Wird unter V5 eine Funktion selektiert, so erscheint nahezu immer ein Dialogfenster. Das Dialogfenster enthält Auswahlmöglichkeiten und Eingabefelder im Zusammenhang mit der gewählten Funktion. Die erforderlichen Eingabeparameter werden übersichtlich und in einem Dialogfenster abgefragt. Wie bei Windowsanwendungen kann nur im aktiven Fenster gearbeitet werden. Ein Fenster wird durch Anwählen aktiviert. Anschließend wird die Titelleiste farblich hervorgehoben. Selektionen im Modellbereich sind weiterhin möglich.



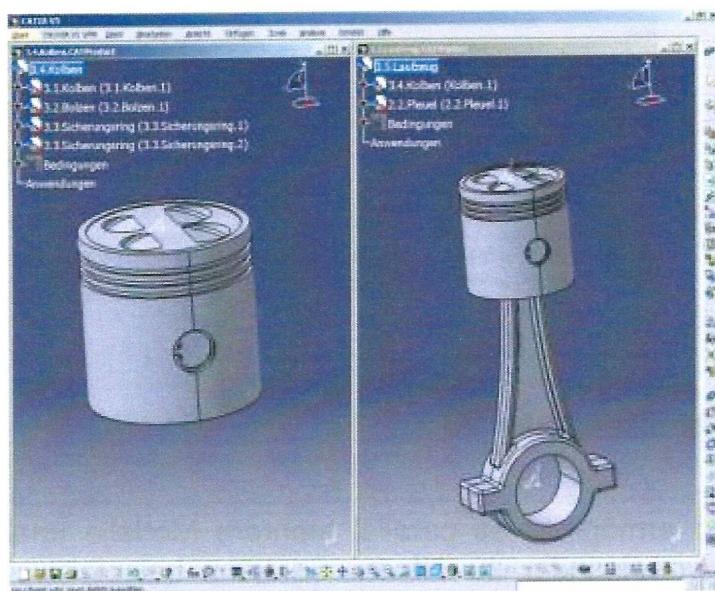
## Fenstertechniken unter V5

CATIA V5 ermöglicht es parallel mehrere Modelle unabhängig oder wahlweise abhängig voneinander zu öffnen. So kann beispielsweise kurz in ein anderes Modell gewechselt werden, ohne das bisherige zu schließen.

Beispiel: Zwei voneinander unabhängige Modelle



Beispiel: Voneinander abhängige Fenster



In diesem Beispiel ist eine Geometrie einmal getrennt und einmal im Zusammenhang mit ihrer Umgebung geladen. Änderungen, egal in welchem File, werden automatisch in beiden Fenstern aktualisiert. Dadurch kann ein Detail und dessen Umgebung bei der Modellierung betrachtet werden.



GRATZ Engineering GmbH

Einführung in

# Computer Aided Design

mit CATIA V5

Übungen

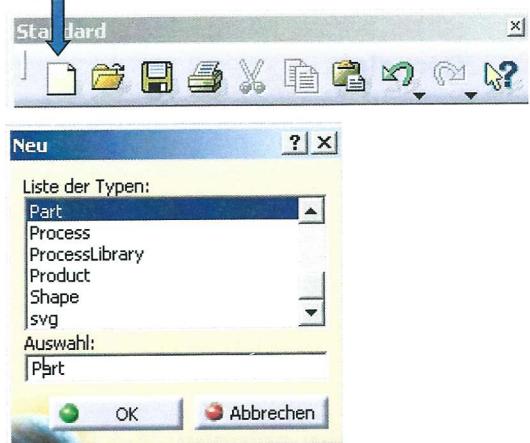
02.10.2012

<b>1 Neues Part erstellen .....</b>	1
 <b>1.1 Blech</b>	2
 <b>1.2 Welle</b>	4
 <b>1.3 Felge</b>	6
 <b>2.1 Felge</b>	10
 <b>2.2 Pleuel</b>	22
 <b>3.1 Kolben</b>	30
 <b>3.2 Bolzen</b>	40
 <b>3.3 Sicherungsring</b>	41
 <b>3.4 Baugruppe Kolben</b>	43
 <b>3.5 Baugruppe Laufzeug</b>	45
 <b>4.1 Modemgehäuse 1</b>	46
 <b>4.2 Modemgehäuse 2</b>	56
 <b>4.3 Baugruppe Modem</b>	59
<b>5.1 Zeichnung Pleuel .....</b>	61
<b>5.2 Explosionsdarstellung Laufzeug .....</b>	66
<b>Anhang: Messen .....</b>	68

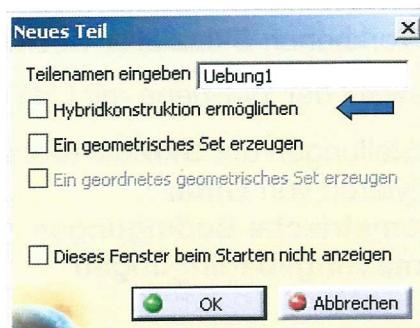
## 1 Neues Part erstellen

Standardvorgehensweise bei Parts:

- Auswahl Menü **Datei - Neu** oder Icon **Neu**
- Auswahl des Dateityps:  
**Part** für Teilekonstruktion (\*.CATPart)  
**Product** für Baugruppen (\*.CATProduct)  
**Drawing** für Zeichnungen (\*.CATDrawing)



- **Teilenamen** eingeben  
 (auf sinnvolle Benennung achten, Umlaute vermeiden)



- i Hybridkonstruktion ermöglichen**  
 deaktivieren!

**Achsenystem** einfügen

- Position im Ursprung, mit **OK** bestätigen
- Ebenen ausblenden  
 (RMT: **Verdecken/Anzeigen**)



- i** Ausgeblendete Elemente werden im Baum gedimmt dargestellt.

- Auswahl Menü **Datei – Sichern/Sichern unter...** oder Icon **Sichern**



## 1.1 Blech



### Lernziel:



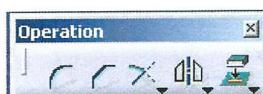
### Skizzierer

Profil erstellen  
trimmen, Radius, Fase  
Skizziertools  
Bedingungen (Kongruenz, Maße)  
**Part Design**  
Block  
verdecken/anzeigen

- Neue Datei anlegen: '1.1.Blech.CATPart'
- In Workbench **Skizzierer** wechseln,  
Auswahl der xy-Ebene mit LMT
- Einstellungen der **Skizziertools**:  
Aktivieren von **Gitter** /  
**Geometrische Bedingungen** /  
**Bemaßungsbedingungen**
- Erstellen und Bemaßen der folgenden Geometrie:



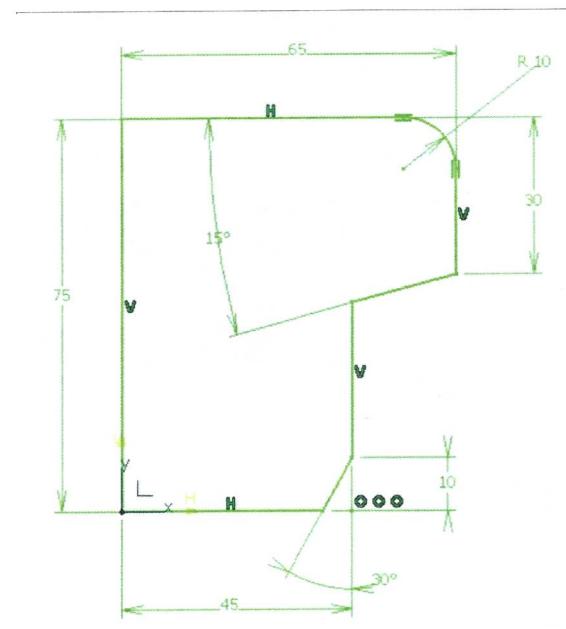
Geometrie erzeugen  
(z.B. Linie, Kreis, Rechteck, Profil u. a.)



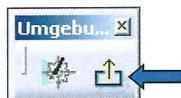
Geometrie verändern  
(z.B. Radius, Fase, trimmen,  
projizieren)



Bemaßungen und Bedingungen  
erstellen



- **Skizzierer** verlassen

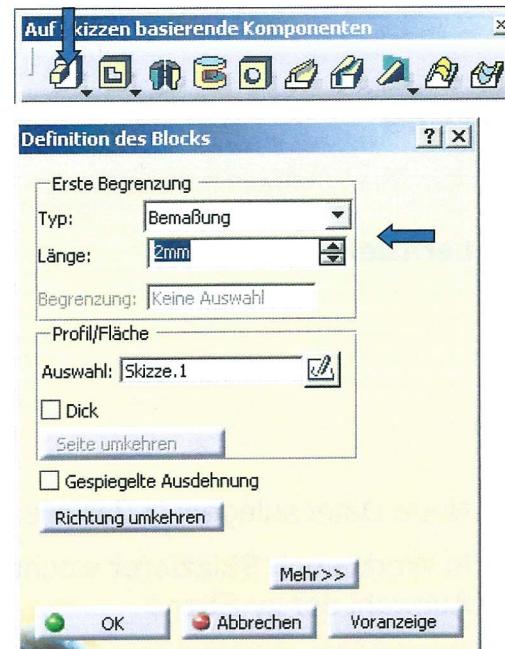


## → Block erzeugen

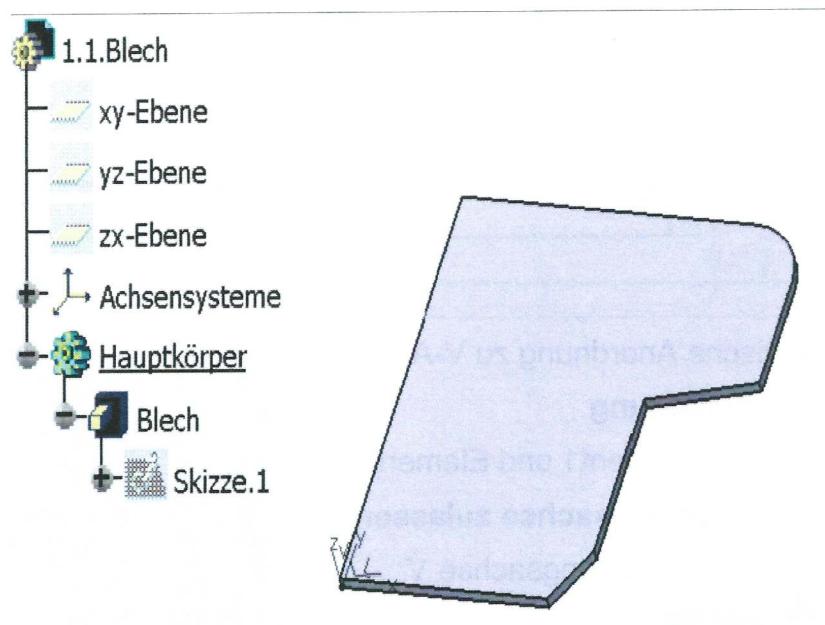
Dialogfenstereingabe:

Typ: Bemaßung

Länge: 2mm



## → Ergebnis:



## 1.2 Welle



### Lernziel:

**Skizzierer**  
Bedingungen (Symmetrie)  
Skizzieranalyse  
**Part Design**  
Welle

→ Neue Datei anlegen: '1.2.Welle.CATPart'

→ In Workbench **Skizzierer** wechseln,  
Auswahl der xy-Ebene



→ Erstellen und Bemaßen der folgenden Geometrie:



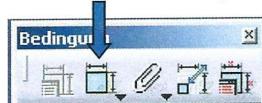
Symmetrische Anordnung zu V-Achse:

→ Funktion **Bedingung**

Auswahl von Element1 und Element2

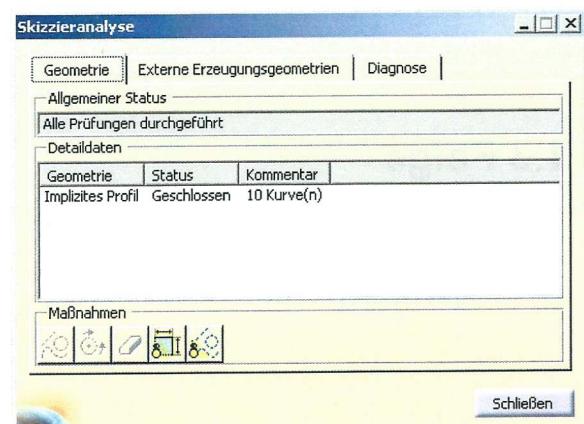
RMT – **Spiegelungsachse zulassen**

Auswahl der Spiegelungsachse V



Referenz
Position umschalten
Winkel
Parallelität
Rechtwinklig
Kongruenz
<b>Spiegelungsachse zulassen</b>
Bemaßung positionieren

→ Skizzieranalyse durchführen



- Die Skizze soll ein geschlossenes Profil enthalten.

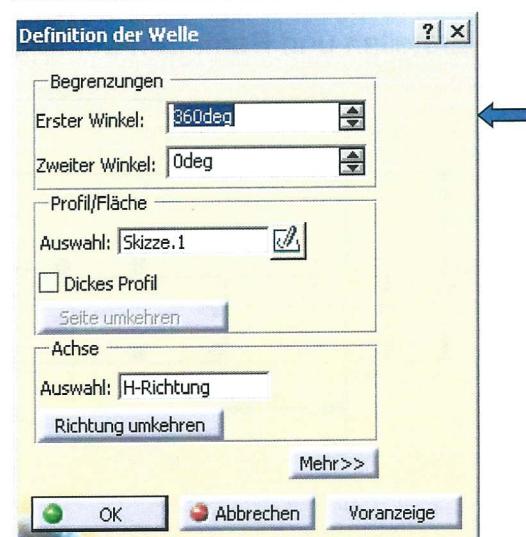
→ Welle erzeugen

Dialogfenstereingabe:

**Erster Winkel:** 360°

**Zweiter Winkel:** 0°

**Achse:** H-Richtung



→ Ergebnis:





## 1.3 Felge

**Lernziel:**

**Skizzierer:**

Standard-/Konstruktionselemente

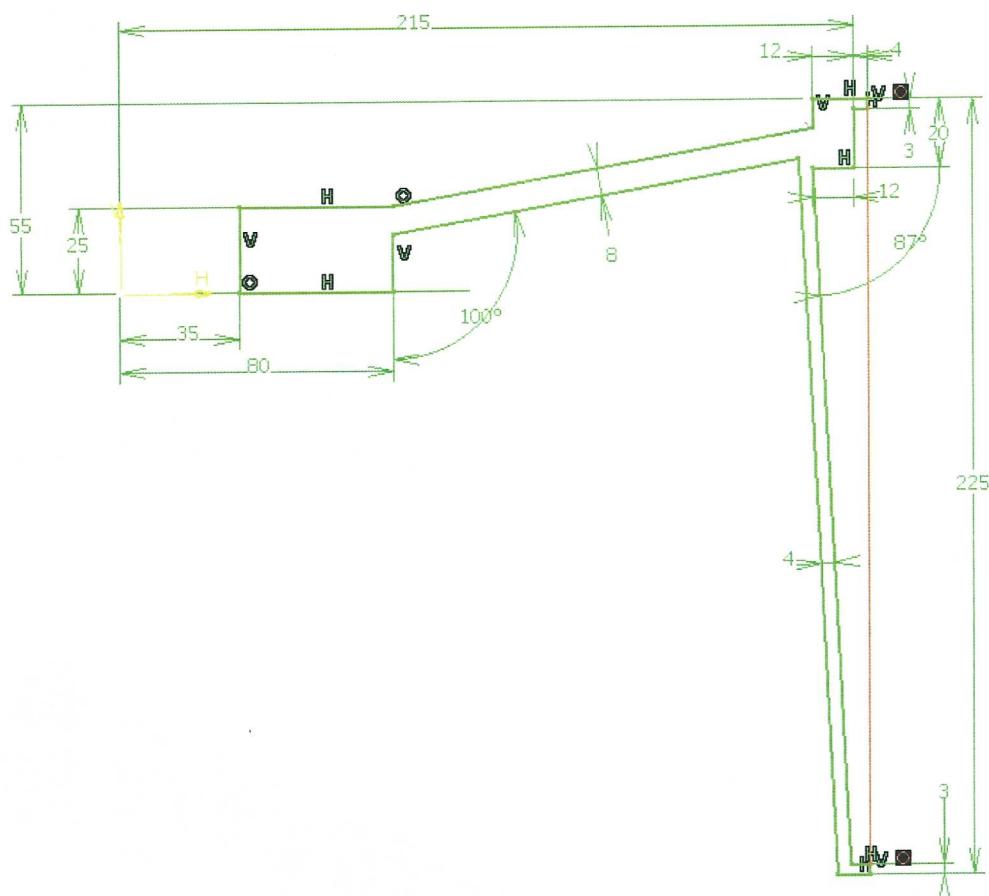
**Part Design:**

Bohrung

Tasche

Verrundung

- Neue Datei anlegen: '1.3.Felge.CATPart'
- Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:



- Welle um die y-Achse erzeugen

- Bohrung erzeugen



- Auswahl der Nabenfläche



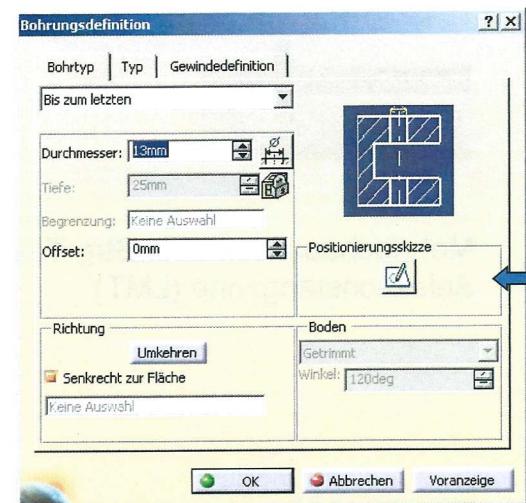
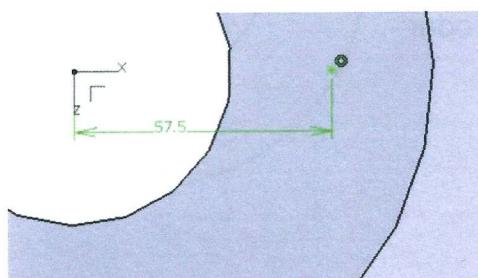
Dialogfenstereingabe:

**Typ:** Bis zum letzten

**Durchmesser:** 13mm

**Positionierungsskizze:**

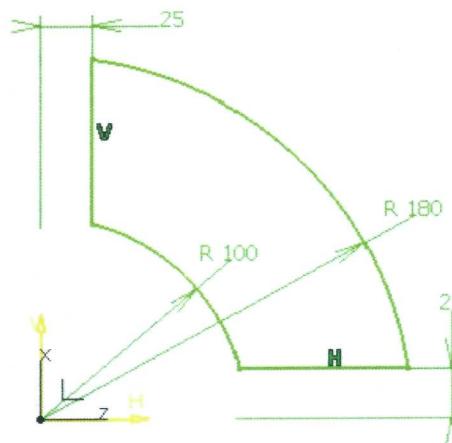
Bohrungsmittelpunkt bemaßen



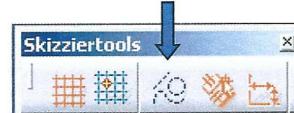
Funktion **Bohrung** 4x ausführen:

- jeweils 57,5mm in positiver und negativer x- und z-Richtung

- Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der zx-Ebene:

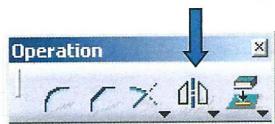


- Linien als **Konstruktionselemente** in V- und H-Richtung erzeugen

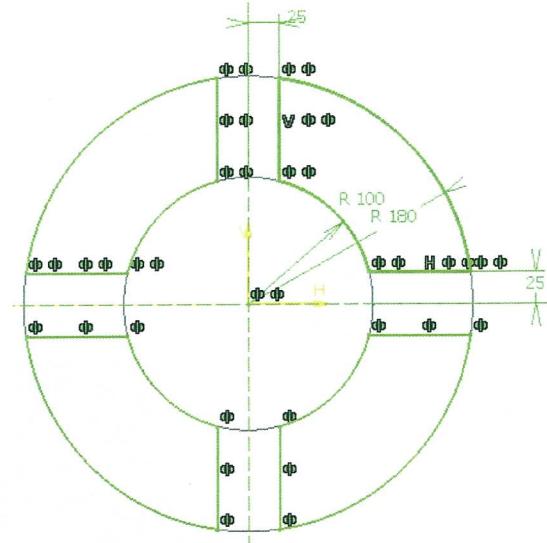


**i Konstruktionselemente** erzeugen nach Verlassen der Skizze nicht sichtbar und können z.B. zum Erzeugen von Bedingungen als Hilfsgeometrie benutzt werden.

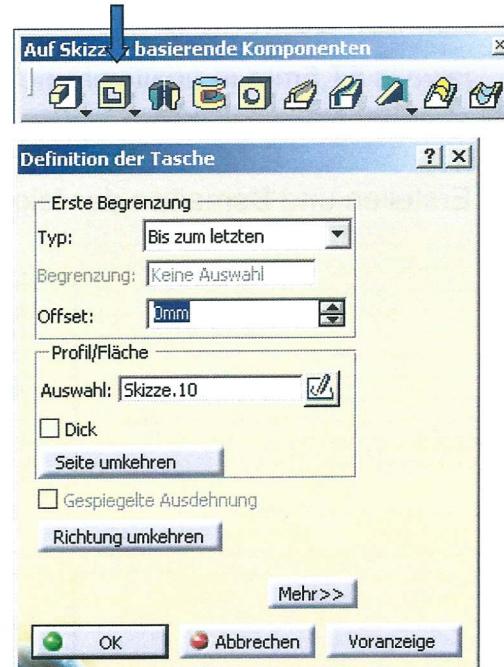
- Profil-Geometrie nacheinander an den Konstruktionselementen (Linien) spiegeln



**i** Mehrfachauswahl über Strg-Taste oder Selektionsfangzone (LMT)



- **Tasche** erzeugen



Dialogfenstereingabe:

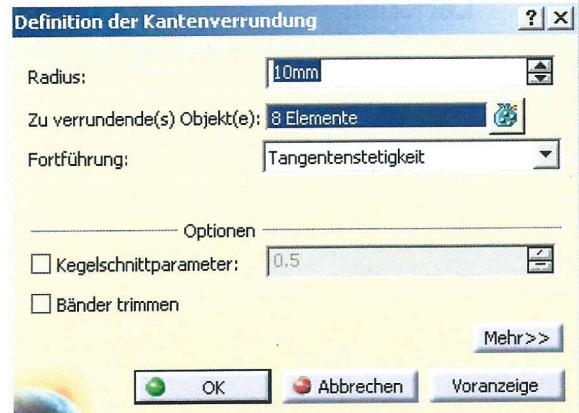
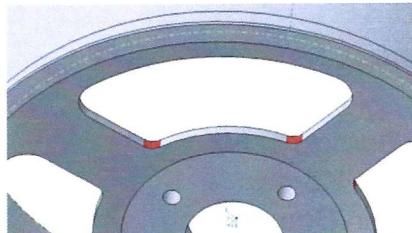
**Typ:** Bis zum letzten

→ **Kantenverrundung anbringen**

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 10mm

**zu verrundende Objekte:** 8 Elemente



→ **Kantenverrundung anbringen**

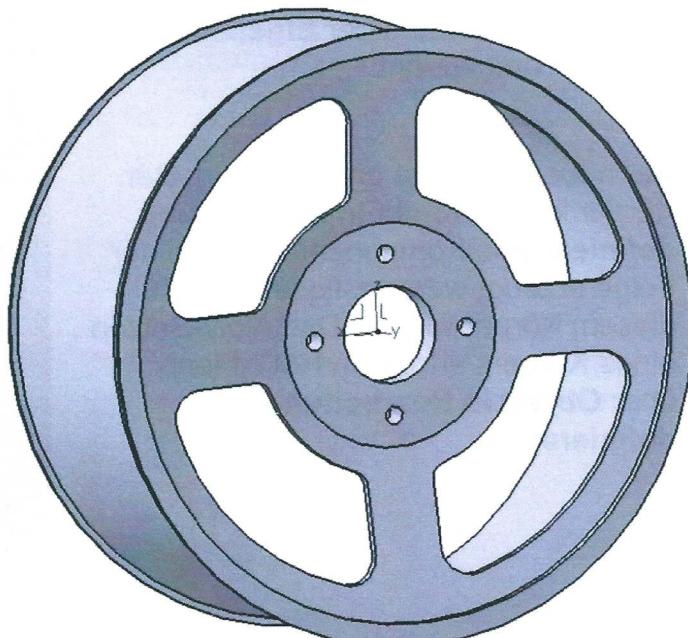
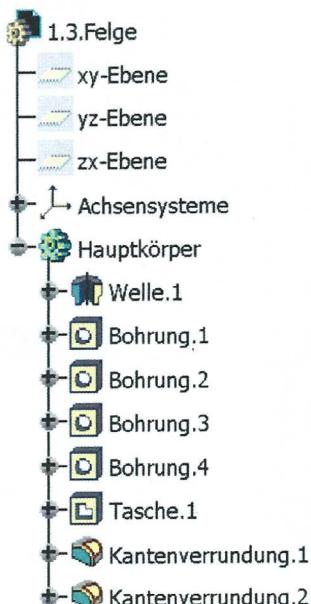
Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 20mm

**zu verrundende Objekte:** 8 Elemente



→ **Ergebnis:**





## 2.1 Felge

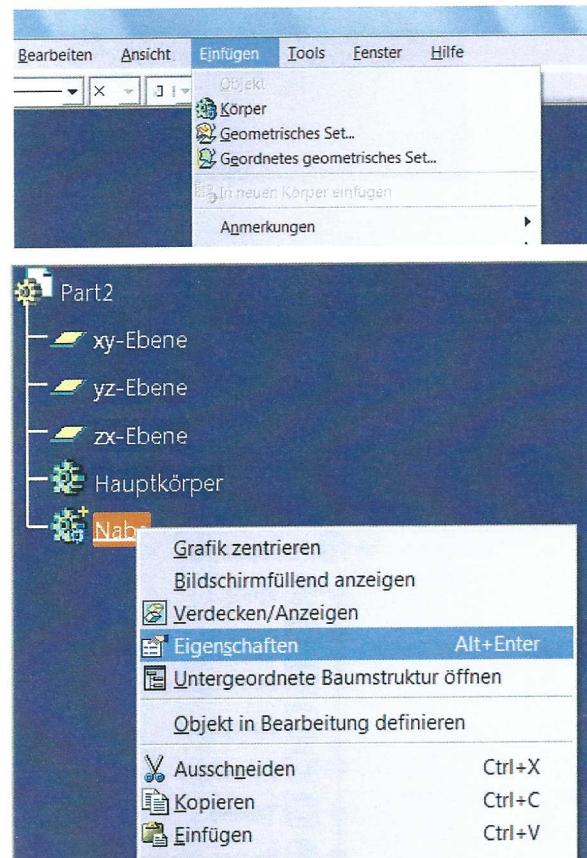
### Lernziel:

**Skizzierer**  
**abhängige Skizzen**  
**Part Design**  
 mehrere Körper  
 Objekt in Bearbeitung  
 Boolesche Operationen  
 Vorzeichen von Körpern  
 Körper benennen  
 Schalenelement  
 Muster

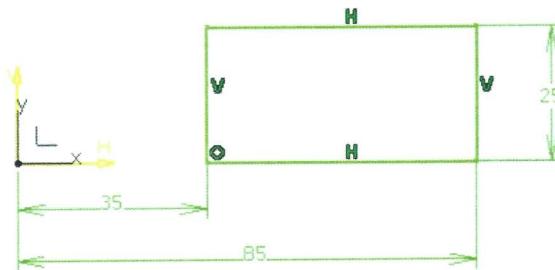
- Neue Datei anlegen: '2.1.Felge.CATPart'
- Auswahl Menü **Einfügen – Körper**

- Im Strukturbau erscheint auf der ersten Ebene ein neuer Körper. Dieser wird im RMT-Menü über **Eigenschaften** in 'Nabe' umbenannt.

**i** Der neue Körper ist unterstrichen: Der Körper ist als **Objekt in Bearbeitung definiert**. Alle Komponenten, die in der Folge erzeugt werden, finden sich in diesem Körper wieder! Das Aktiv-Setzen eines Körpers erfolgt im RMT-Menü über **Objekt in Bearbeitung definieren**.



- Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:



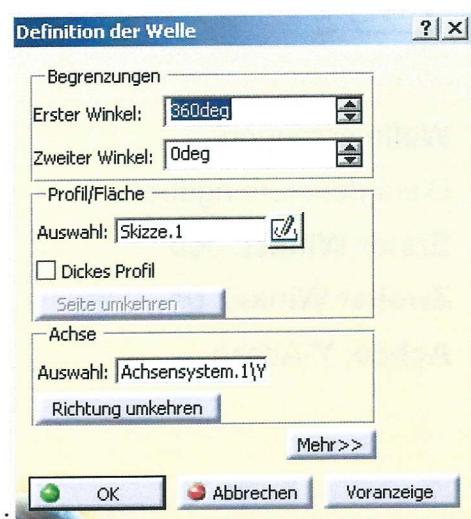
- Welle erzeugen

Dialogfenstereingabe:

**Erster Winkel:** 360°

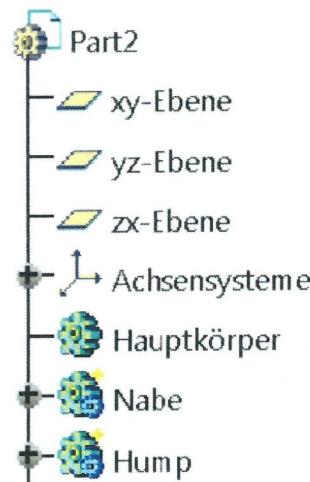
**Zweiter Winkel:** 0°

**Achse:** Y-Achse

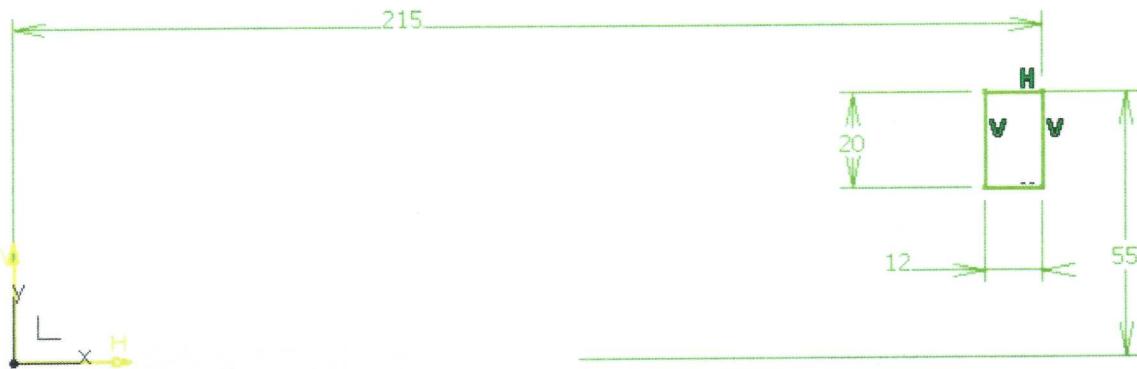


- Auswahl Menü Einfügen – Körper

Körper umbenennen in 'Hump'



- Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:



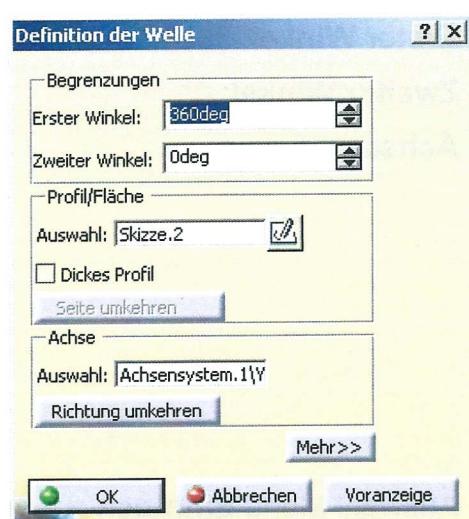
- Welle erzeugen

Dialogfenstereingabe:

**Erster Winkel:** 360°

**Zweiter Winkel:** 0°

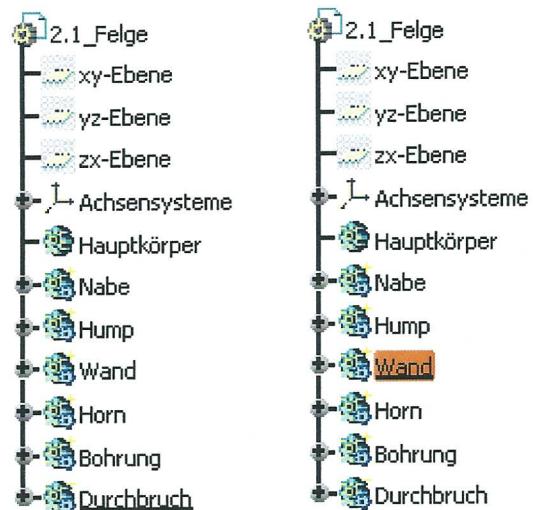
**Achse:** Y-Achse



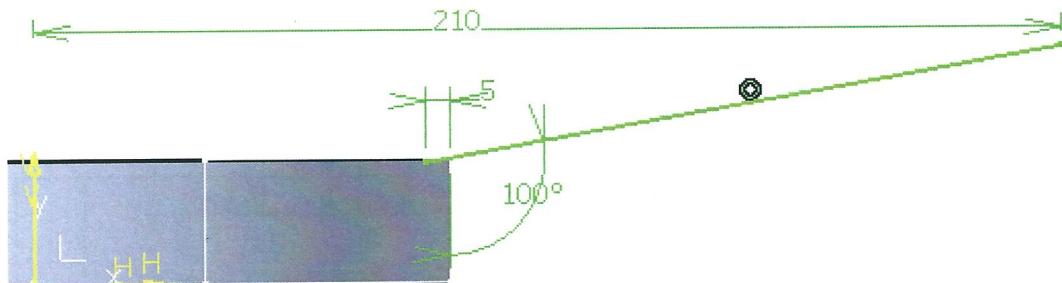
- Weitere **Körper** einfügen und wie folgt über RMT-Menü umbenennen:

'Wand' / 'Horn' / 'Ring' / 'Bohrung' / 'Durchbruch'

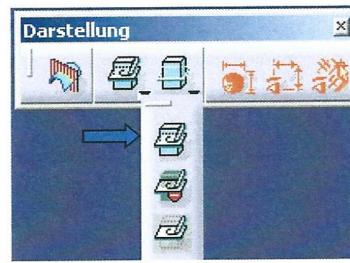
- i** Körper 'Wand' mit RMT als **Objekt in Bearbeitung** definieren. Die folgenden zu erzeugenden Komponenten gehören zum Körper 'Wand'.



- Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:  
(Hierzu muß die Skizze der Nabe eingeblendet werden)



Skizze wird in Abhängigkeit der schon vorhandenen Geometrie aus Körper 'Nabe' erstellt. Hierbei wird für die Linie die projizierte Ecke der Nabe als Fix-Punkt übernommen. Wichtig: Es muss im Flyout-Menü **Darstellung** (erscheint nur im Skizziermodus) das Icon für die Geometrieprojektions-Darstellung auf **normal** gesetzt sein.



- Welle um die y-Achse erzeugen

**i** Normalerweise müssen Skizzen geschlossene Profile aufweisen. In Skizze 3 wurde nur eine Linie gezeichnet. Um eine 3D-Geometrie zu erhalten, muss der Schalter **Dickes Profil** ausgewählt werden. Die Wanddicke der 3D-Geometrie wird im Dialogfenster über die Auswahlpunkte **Aufmaß** bestimmt.

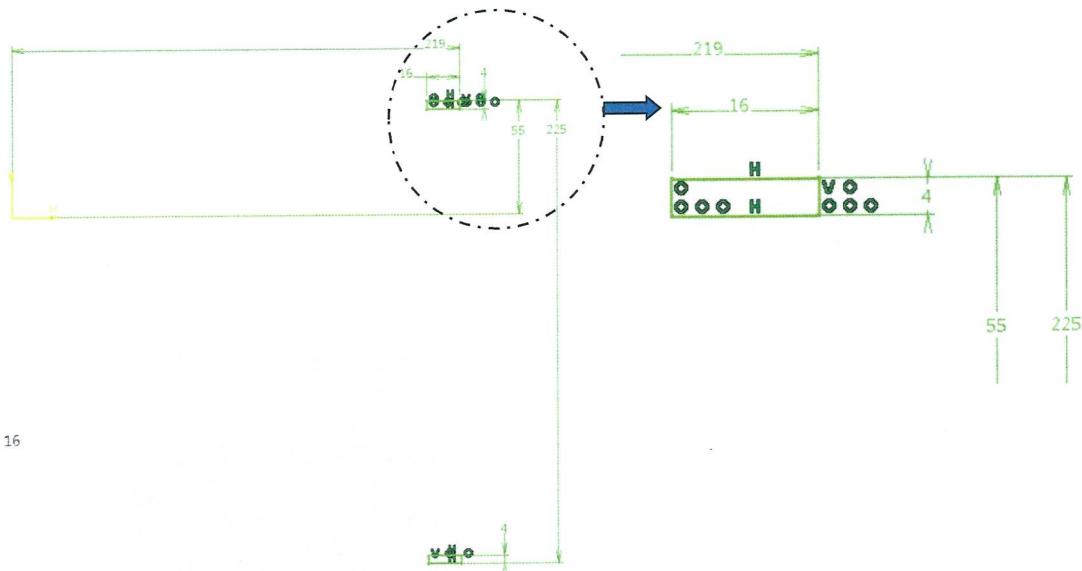
Über Schalter **Mehr/Weniger** Dialogfenster erweitern

Dialogfenstereingabe:

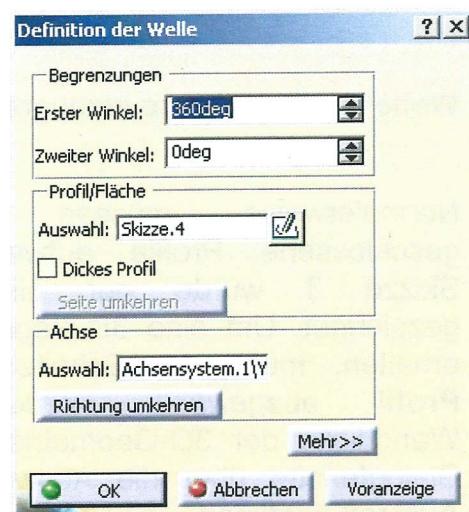
**Aufmaß2:** 8mm



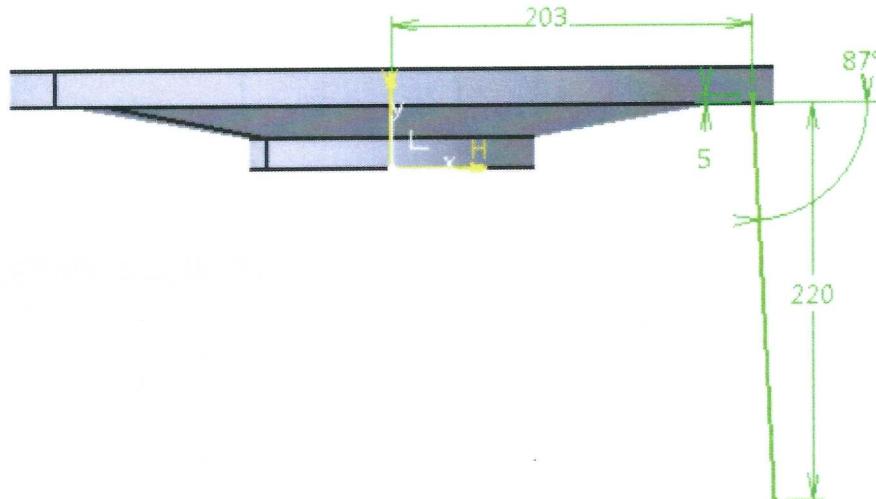
- Körper 'Horn' als **Objekt in Bearbeitung** definieren,  
Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:



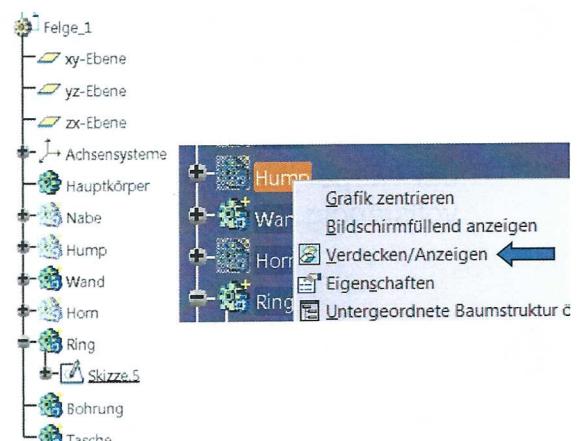
- Welle um die y-Achse erzeugen



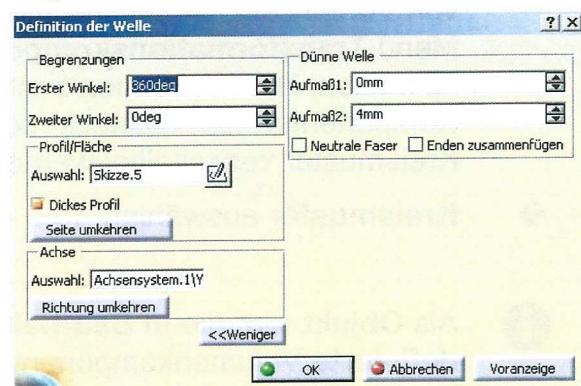
- Körper 'Ring' als **Objekt in Bearbeitung** definieren,  
Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der xy-Ebene:



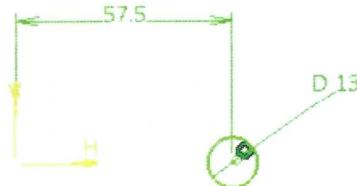
- i** Das Abstandsmaß 5 mm wird in Abhängigkeit der 3D-Geometrie aus dem Körper 'Wand' erzeugt. Da alle Körper noch unabhängig voneinander auf der ersten Ebene hängen, können die anderen Körper zur besseren Übersicht mit **verdecken/anzeigen** ausgeblendet werden.



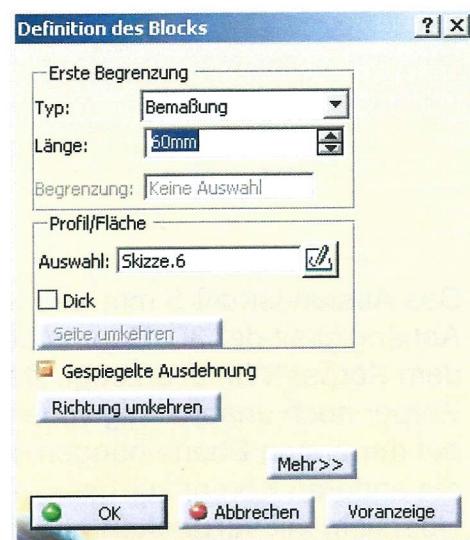
- **Welle** um die y-Achse erzeugen



- Körper 'Bohrung' als **Objekt in Bearbeitung** definieren,  
Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der zx-Ebene:



- **Block erzeugen**



**i** Durch Auswählen des Schalters **Gespiegelte Ausdehnung** wird der Block in beiden Richtungen der Skizze gezogen. Dies ist hier notwendig, damit der Körper 'Nabe' vom Körper 'Bohrung' vollständig durchdrungen ist.

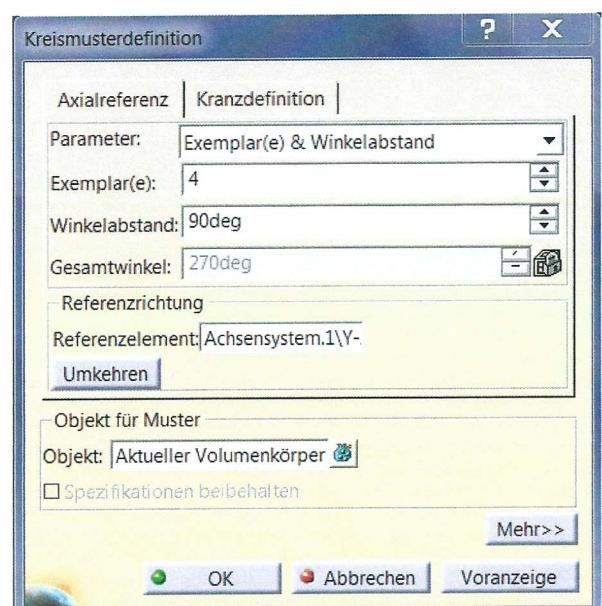
**i** Um die weiteren Bohrungen auf dem notwendigen Lochkreis nicht wieder per **Block** erzeugen zu müssen, kann es von Vorteil sein, ein Muster aus dem Menü **Transformationskomponenten** zu nutzen. Hiermit können bestehende Komponenten als Rechteck- oder Kreismuster vervielfältigt werden.

- **Kreismuster auswählen**

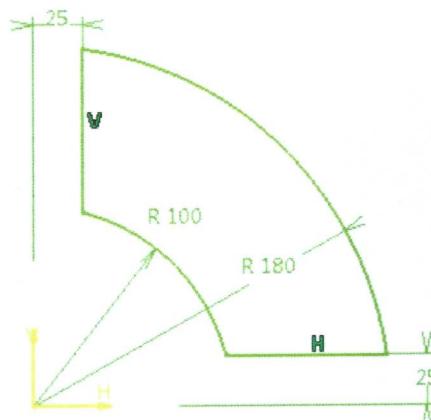


**i** Als **Objekt** wird die **in Bearbeitung definierte** Volumenkomponente innerhalb des aktiven Körpers gewählt. Durch Anklicken des Feldes mit der LMT und Auswahl von Komponenten kann hier editiert werden.

- Y-Achse als **Referenzelement** auswählen. Das Kreismuster wird um diese Achse gedreht.



- Körper 'Durchbruch' als **Objekt in Bearbeitung** definieren,  
Erstellen und Bemaßen der folgenden Skizze auf der zx-Ebene:



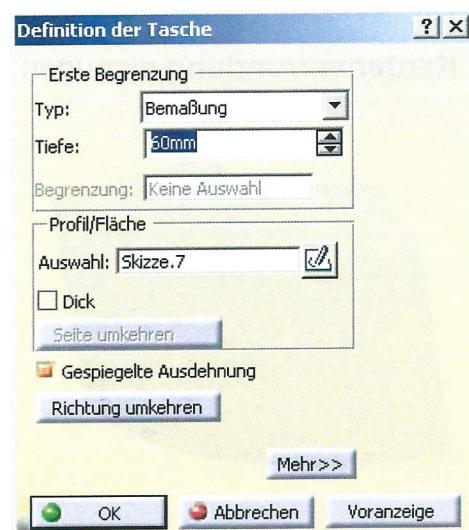
→ **Tasche** erzeugen

Dialogfenstereingabe:

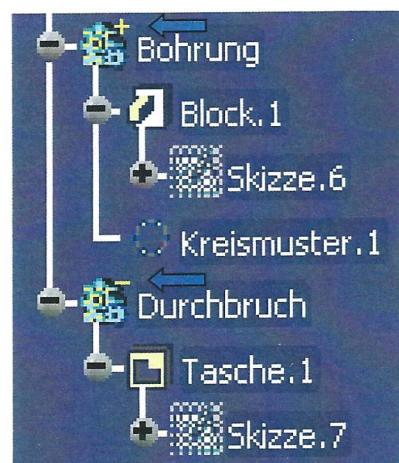
**Typ:** Bemaßung

**Tiefe:** 60mm

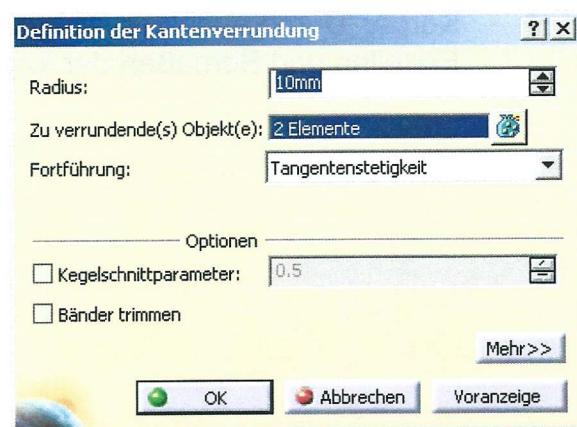
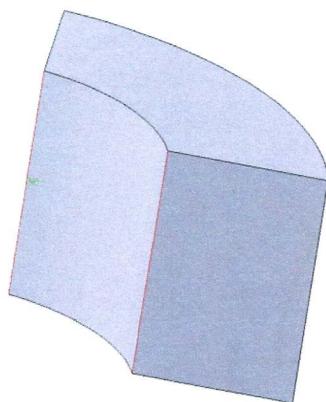
**Gespiegelte Ausdehnung**



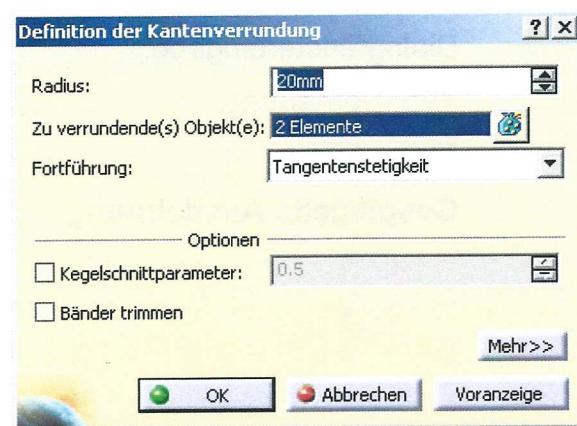
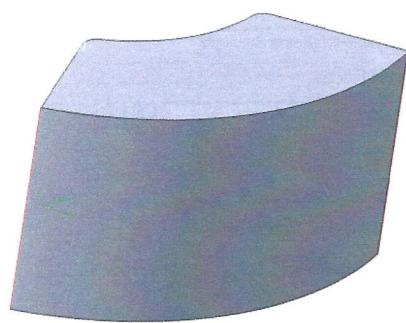
Eine Tasche ist laut Definition eine negative Komponente. Die erste verwendete Komponente legt das Vorzeichen eines Körpers fest. Bei z.B. Erzeugung eines **Blocks** ist der Körper positiv, bei z.B. einer **Tasche** ist er negativ. Das Vorzeichen eines Körpers wird im Baum als Symbol angezeigt.



→ Kantenverrundung erzeugen



→ Kantenverrundung erzeugen

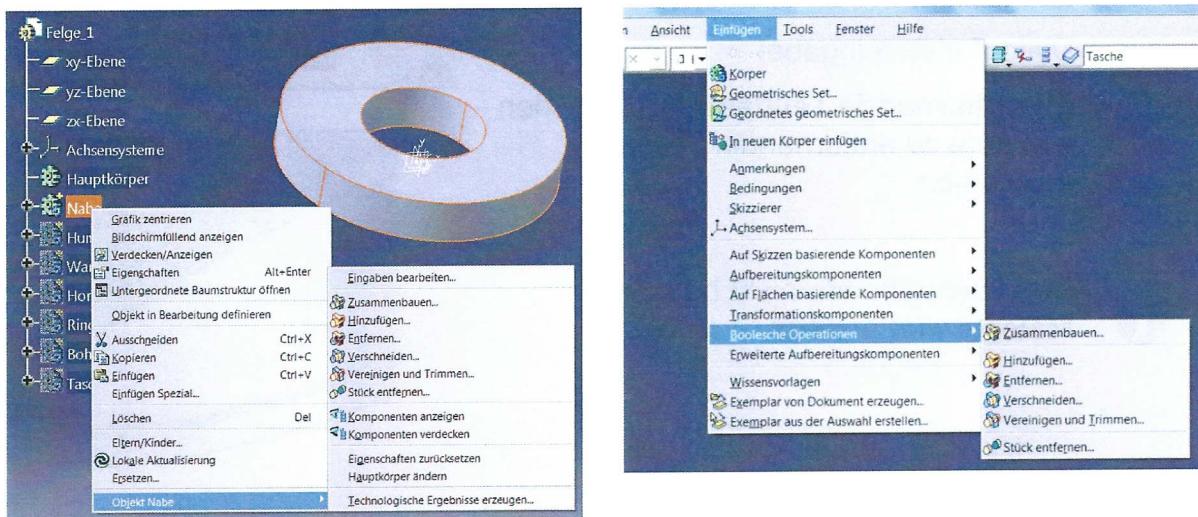


→ Kreismuster erzeugen





Alle Körper auf der ersten Ebene sind fertig gestellt. Sie sind noch voneinander unabhängig. Im Folgenden werden die einzelnen Körper mit den **Booleschen Operationen** vereinigt. Diese können über das RMT-Menü **Objekt** oder über das Pulldown-Menü **Einfügen - Boolesche Operationen** aufgerufen werden.



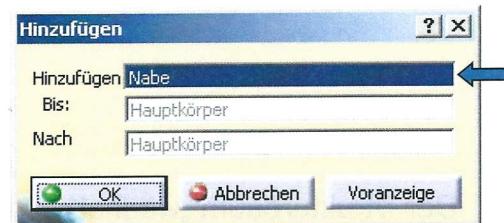
→ Körper 'Nabe' zu 'Hauptkörper' **Hinzufügen ...**

RMT-Menü auf Körper 'Nabe' aufrufen, **Objekt Nabe** mit LMT anwählen, **Hinzufügen...** auswählen.

Dialogfenstereingabe:

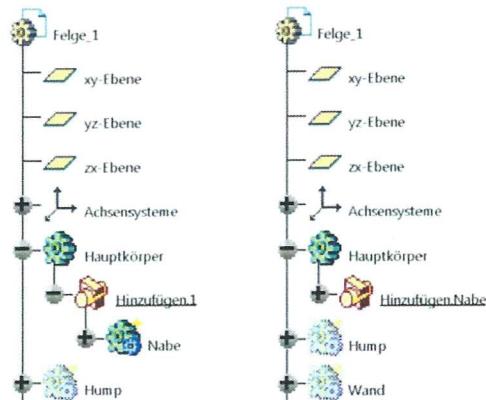
**Hinzufügen: 'Nabe'**

**Bis:** 'Hauptkörper'



→ Im Strukturbau ist die Vereinigung über das Symbol 'Hinzufügen.1' erkennbar. Der Körper 'Nabe' gehört nun zum Hauptkörper.

→ Sinnvoll: 'Hinzufügen.1' umbenennen in 'Hinzufügen.Nabe'. Beim Ausblenden der zweiten Ebene im Baum bleibt der Name 'Nabe' sichtbar.



→ Körper 'Hump' zu 'Hauptkörper' **Hinzufügen ...**

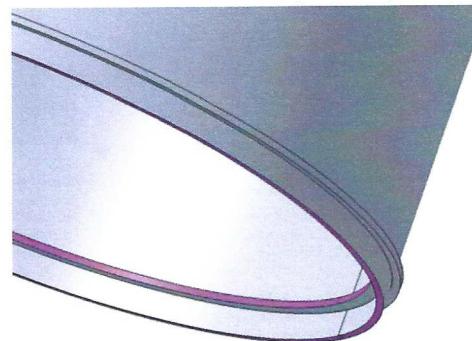
→ Körper 'Wand' zu 'Hauptkörper' **Hinzufügen ...**

→ Körper 'Horn' als **Objekt in Bearbeitung** definieren.

Körper 'Ring' mit der Booleschen Operation **Vereinigen und Trimmen...** auswählen.

Dialogfenstereingabe:

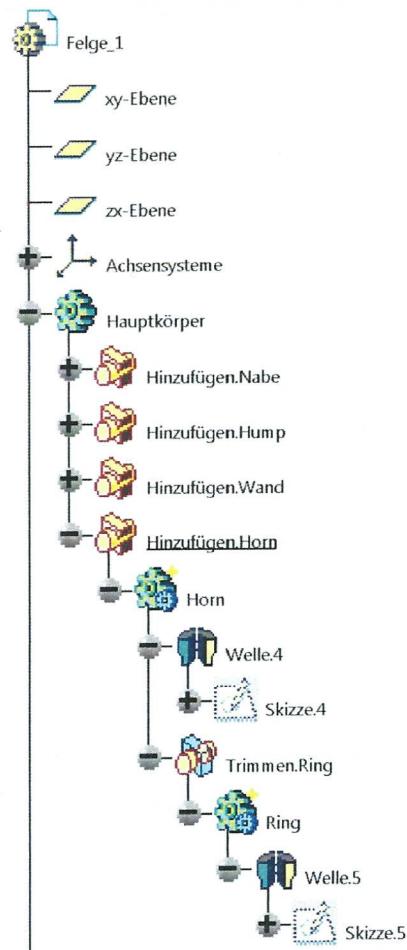
**Zu entfernende Teilflächen:** 2 Flächen aus dem zu entfernenden Bereich auswählen



**i** Das überstehende nicht benötigte Material wird entfernt.

→ Körper 'Horn' zu 'Hauptkörper' **Hinzufügen...**

**i** Der Strukturbau „wächst“ in die Breite. Es werden mehrere Ebenen erzeugt. Die Struktur des Modells wird flexibler.



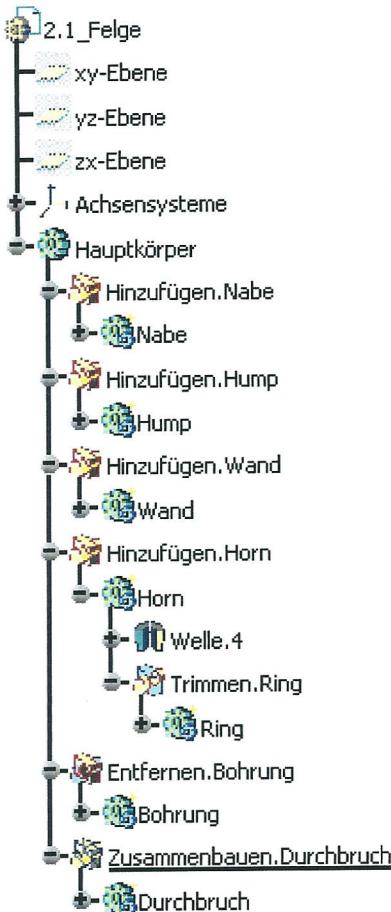
→ Körper 'Bohrung' vom 'Hauptkörper' **Entfernen...**

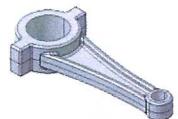
→ Körper 'Durchbruch' mit 'Hauptkörper' **Zusammenbauen...**

ⓘ Die Operation **Zusammenbauen...** berücksichtigt das Vorzeichen eines Körpers!

Bei den Operationen **Hinzufügen...** und **Entfernen...** wird dagegen das Vorzeichen des Körpers nicht berücksichtigt!

→ Ergebnis:





## 2.2 Pleuel

### Lernziel:

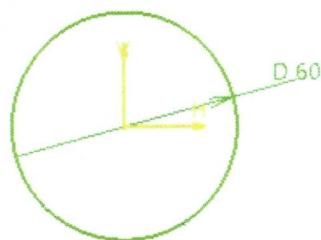
### Skizzierer:

Projektion/Schnitt  
Offset

### Part Design:

Auszugsschräge  
Spiegelung

- Neue Datei anlegen: '2.2.Pleuel.CATPart'
- 'Hauptkörper' umbenennen in 'Pleuel'
- Folgende Skizze auf der xy-Ebene erstellen:



- **Block** erzeugen:  
Dialogfenstereingabe:  
**Typ:** Bemaßung  
**Länge:** 15 mm
- 'Block.1' umbenennen in 'Welle'

→ **Auszugsschräge auswählen**

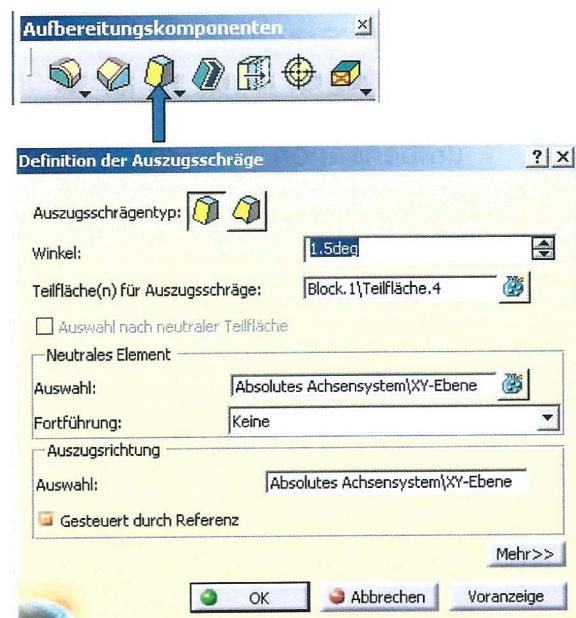
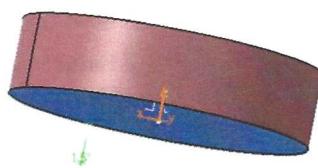
Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°

**Teilflächen:** Mantelfläche

**Neutrales Element:** xy-Grundfläche

**Auszugsrichtung:** z-Achse



**Das Neutrale Element** wird bei der Auswahl violett dargestellt. Diese Fläche behält die wahre Größe.

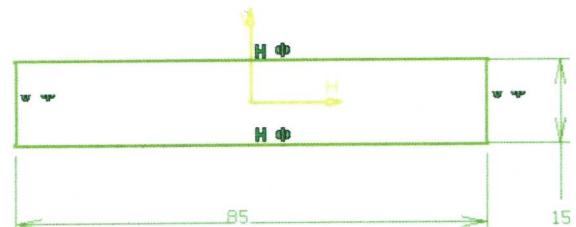
→ Neuen **Körper** 'Schraubenaufklage' einfügen.

→ **Block** auf xy-Ebene erzeugen:

**Typ:** Bemaßung

**Länge:** 15 mm

**Richtung:** Z-Achse



→ **Auszugsschräge auswählen**

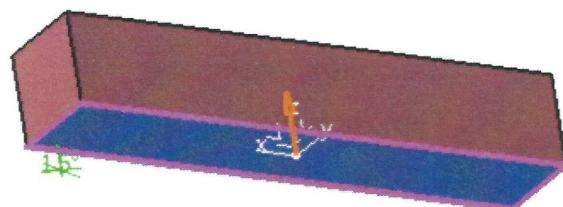
Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°

**Teilflächen:** 4 Mantelflächen

**Neutrales Element:** xy-Grundfläche

**Auszugsrichtung:** Z-Achse

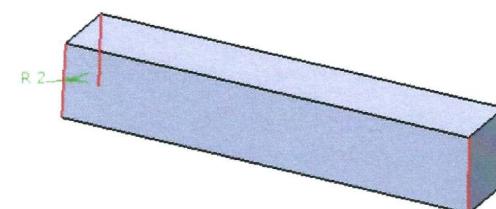


→ **Kantenverrundung auswählen**

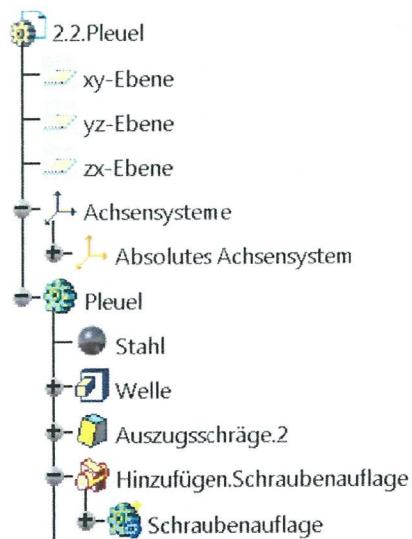
Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

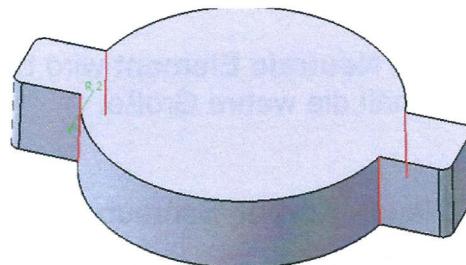
**Zu verrundende Objekte:** 4 Kanten



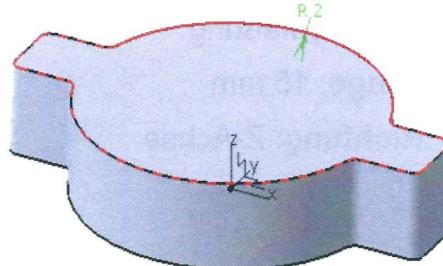
- Körper 'Schraubenaufklage' zu 'Pleuel'  
**Hinzufügen...** und in Operation in  
 'Hinzufügen.Schraubenaufklage'  
 umbenennen.



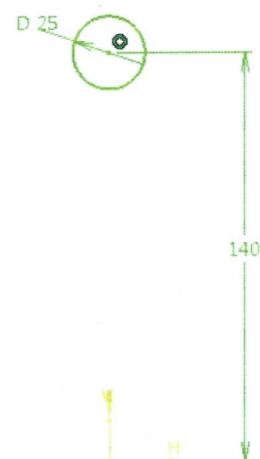
- Kantenverrundung auswählen  
 Dialogfenstereingabe:  
**Radius:** 2 mm  
**Zu verrundende Objekte:** 4 Kanten



- Kantenverrundung auswählen  
 Dialogfenstereingabe:  
**Radius:** 2 mm  
**Zu verrundende Objekte:** 1 Kante



- Neuen Körper 'Bolzen' einfügen  
 → Block auf xy-Ebene erstellen  
 Dialogfenstereingabe:  
**Typ:** Bemaßung  
**Länge:** 10 mm  
**Richtung:** Z-Achse



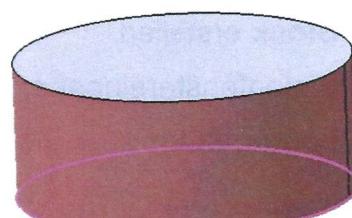
→ **Auszugsschräge auswählen:**

**Winkel:** 1,5°

**Teilflächen:** Mantelflächen

**Neutrales Element:** xy-Ebene

**Auszugsrichtung:** Z-Achse



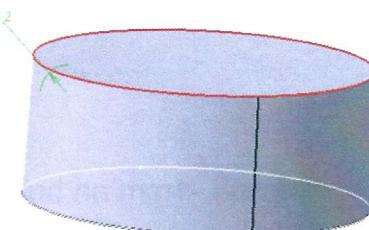
1,5°

→ **Kantenverrundung auswählen:**

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

**Zu verrundende Objekte:** 1 Kante



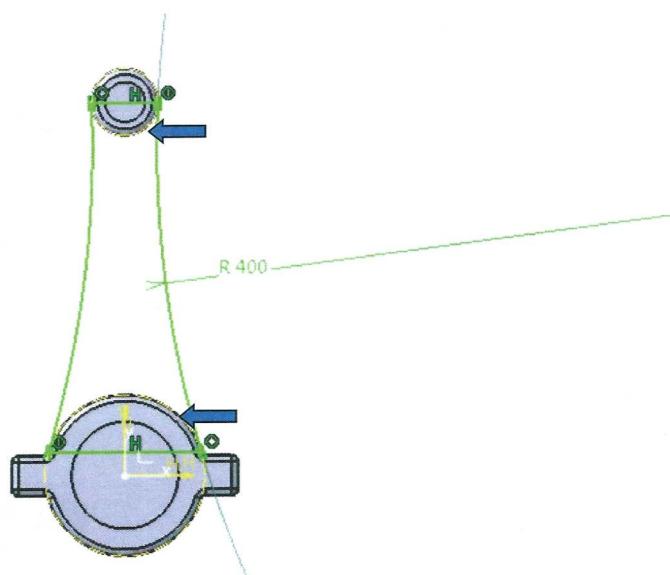
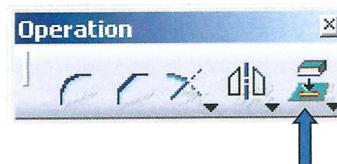
→ **Körper 'Bolzen' zu 'Pleuel' Hinzufügen...**

→ Neuen **Körper 'Arm'** einfügen.

→ Skizze auf xy-Ebene erstellen.

Randkante von **Block 'Welle'** und **Block 'Bolzen'** in Skizze projizieren.

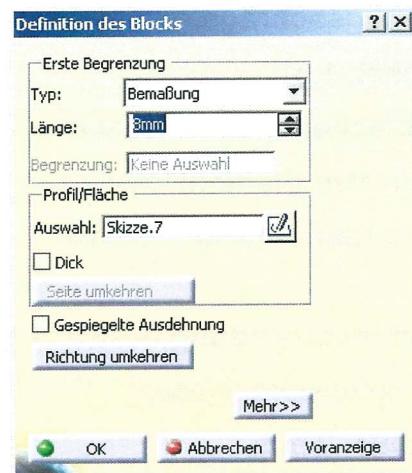
Projizierte Elemente als **Konstruktionselement** definieren.



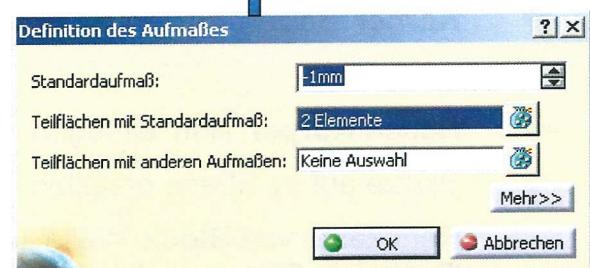
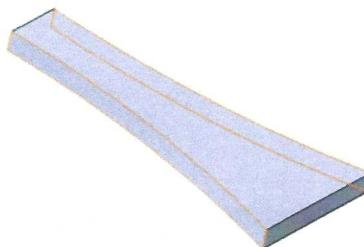
→ **Block erstellen**

Dialogfenstereingabe:

**Länge:** 8mm



→ **Aufmaß -1mm an beiden Bogenflächen anbringen.**



→ **Auszugsschräge auswählen**

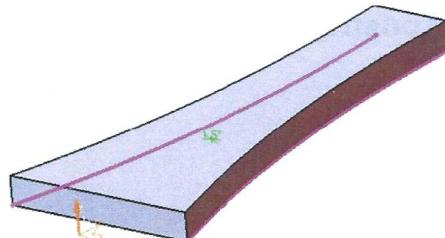
Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°

**Teilflächen:** 2 Bogenflächen

**Neutrales Element:** xy-Ebene

**Auszugsrichtung:** Z-Achse

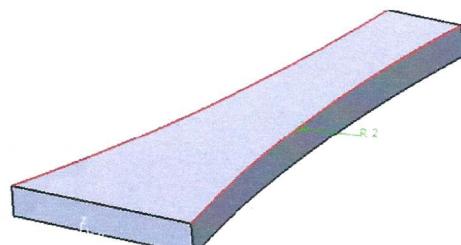


→ **Kantenverrundung auswählen**

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

**Zu verrundende Objekte:** 2 Kanten



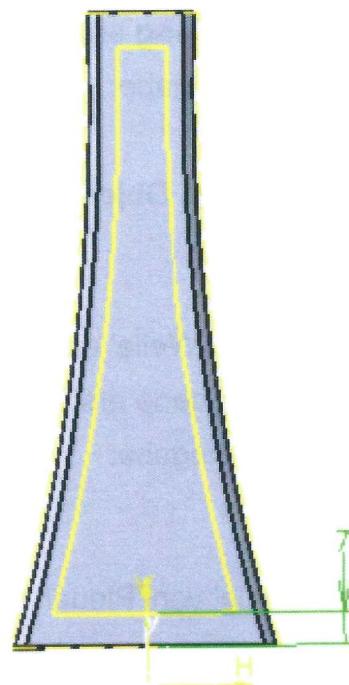
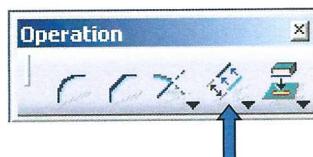
→ Neuen Körper 'Ausmagerung' einfügen.

→ **Block** auf xy-Ebene erstellen

Skizze von **Block** 'Arm' projizieren

Projiziertes Element (Kontur) als **Konstruktionselement** definieren

**Offset** 7mm erzeugen



Dialogfenstereingabe:

**Erste Begrenzung – Länge:** 10mm

**Zweite Begrenzung – Länge:** -2mm

→ **Auszugsschräge** auswählen

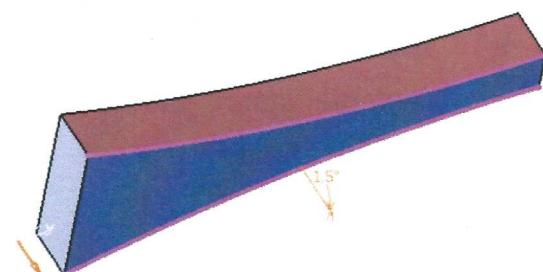
Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°

**Teilflächen:** 2 Bogenflächen

**Neutrales Element:** xy-Grundfläche

**Auszugsrichtung:** negative Z-Achse

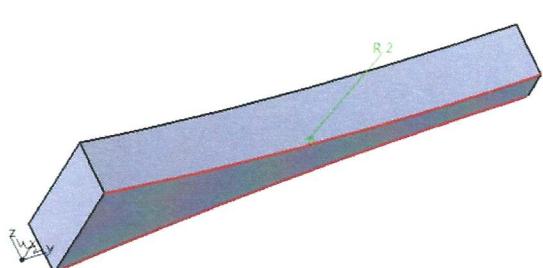


→ **Kantenverrundung** anbringen

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

**Zu verrundende Objekte:** 2 Kanten



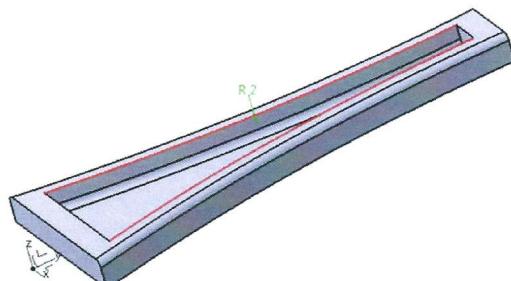
→ Körper 'Ausmagerung' von Körper 'Arm' **Entfernen....**

→ **Kantenverrundung** anbringen

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

**Zu verrundende Objekte:** 2 Kanten



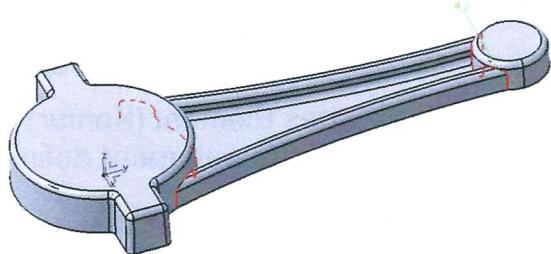
→ Körper 'Arm' zu 'Pleuel' **Hinzufügen...**

→ **Kantenverrundung** anbringen

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2 mm

**Zu verrundende Objekte:** 2 Kanten

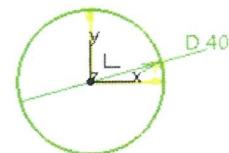


→ Neuen **Körper** 'Welle' einfügen.

→ **Block** auf xy-Ebene erstellen

Dialogfenstereingabe:

**Länge:** 30mm



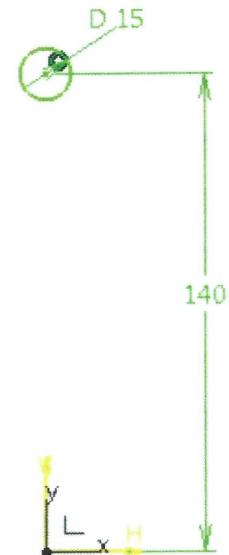
→ Körper 'Welle' von 'Pleuel' **Entfernen...**

□ Neuen **Körper** 'Bolzen' einfügen.

→ **Block** auf xy-Ebene erstellen

Dialogfenstereingabe:

**Länge:** 15mm



→ Körper 'Bolzen' von 'Pleuel' **Entfernen...**

- Spiegeln auswählen



- Dialogfenstereingabe:

**Spiegelungselement:** xy-Ebene

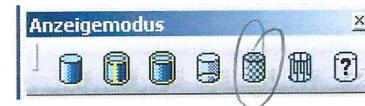
**Objekt für Spiegelung:**  
aktuellen Volumenkörper



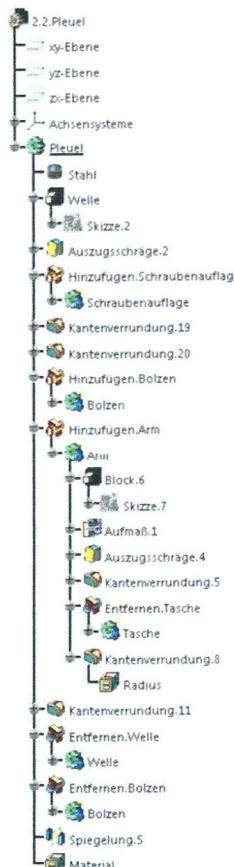
- Material zuordnen:

Stahl aus Dialogfenster mit LMT auf Hauptkörper 'Pleuel' ziehen.

- Anzeige des Materials nur im Modus  
**Schattierung mit Material**



- Ergebnis:





## 3.1 Kolben

### Lernziel:

### Part Design:

geometrisches Set  
Skizzen mehrfach verwenden  
Schalenelement  
Aufmaß

→ Neue Datei anlegen '3.1.Kolben.CATPart'

→ Auswahl Menü  
**Einfügen – Geometrisches Set**

Dialogfenstereingabe:

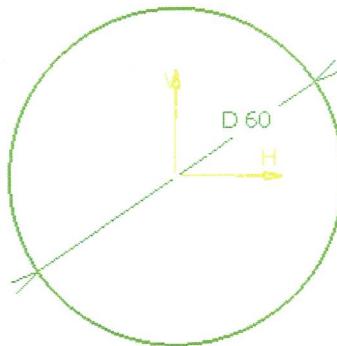
**Name:** Referenzgeometrie

Kinder zu ordnen



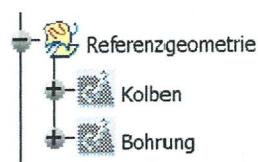
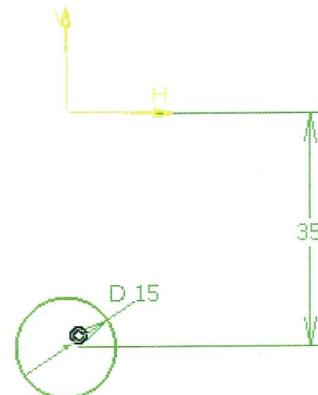
→ folgende Skizze auf der xy-Ebene im **geometrischen Set**

'Referenzgeometrie' erstellen und in 'Kolben' umbenennen



→ folgende Skizze auf der yz-Ebene im **geometrischen Set**

'Referenzgeometrie' erstellen und in 'Bohrung' umbenennen



→ 'Hauptkörper' als **Objekt in Bearbeitung** definieren

→ aus Skizze 'Kolben' **Block** erstellen

Dialogfenstereingabe:

**Richtung:** negative z-Richtung

**erste Begrenzung:** 60mm

**zweite Begrenzung:** 0,5mm



→ **Schalenelement** definieren:

Dialogfenstereingabe:

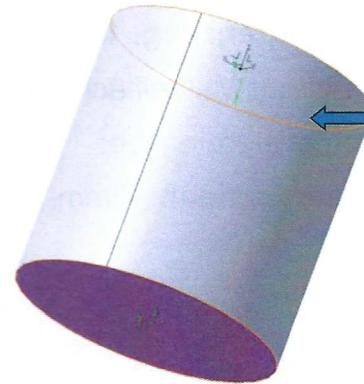
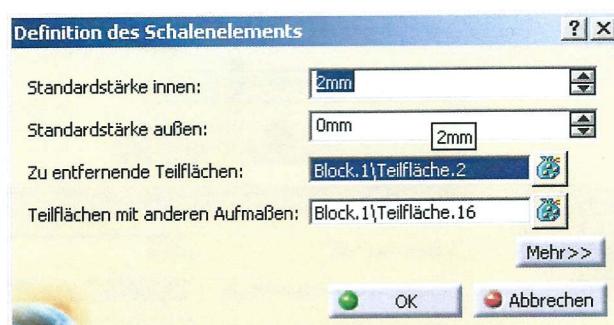
**Standardstärke innen:** 2mm

**zu entfernende Teilfläche:** Stirnseite unten



**Teilfläche mit anderen Aufmaßen:**

Stirnseite oben (6mm)



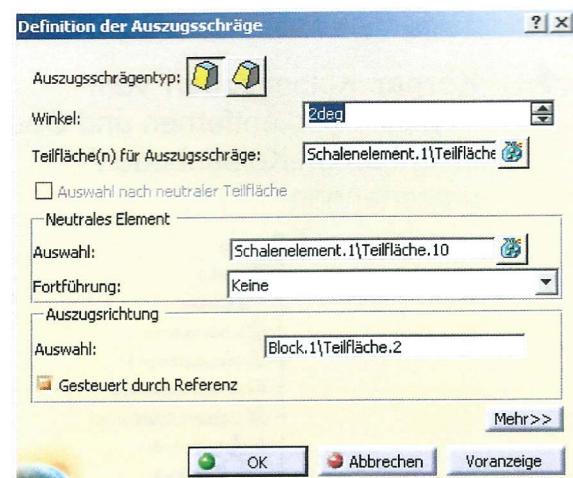
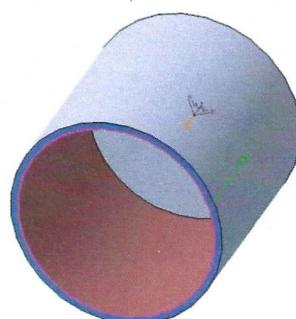
→ **Auszugsschräge** anbringen:

Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 2°

**neutrales Element:** Stirnseite unten

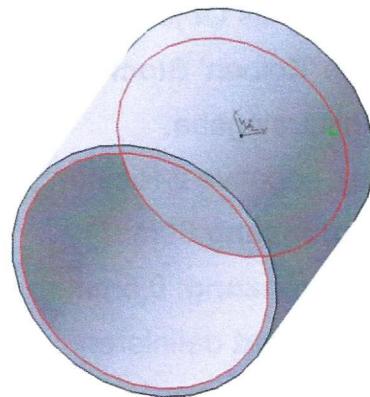
**Richtung:** negative z-Richtung



- **Kantenverrundung anbringen:**

Dialogfenstereingabe:

**Radius:** 2mm



- neuen **Körper 'Kolbenboden'** einfügen

- aus Skizze 'Kolben' **Block** erstellen:

Dialogfenstereingabe:

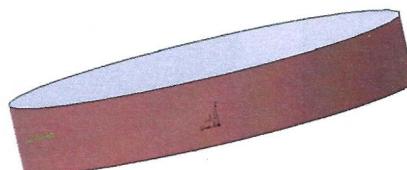
**Richtung:** positive z-Richtung

**erste Begrenzung:** 10mm

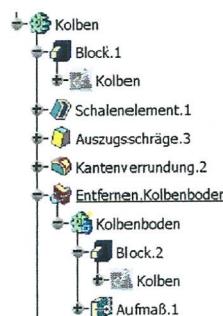
- **Aufmaß an Mantelfläche anbringen:**

Dialogfenstereingabe:

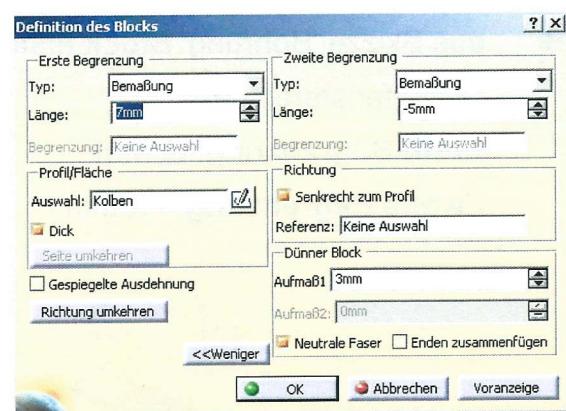
**Standardaufmaß:** -3mm



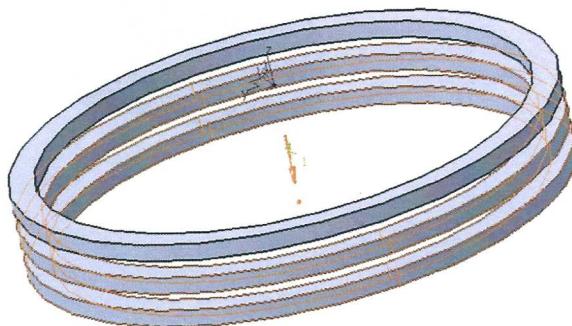
- **Körper 'Kolbenboden'** vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Kolbenboden' umbenennen



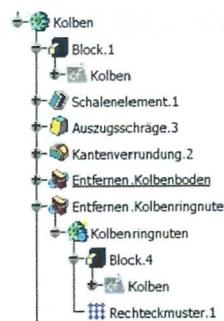
- neuen **Körper** 'Kolbenringnuten' einfügen
- aus Skizze 'Kolben' **Block** erstellen:
- Dialogfenstereingabe:  
**Richtung:** negative z-Richtung  
**erste Begrenzung:** 7mm  
**zweite Begrenzung:** -5mm  
**Auswahl dick**  
**Auswahl neutrale Faser**  
**Aufmaß1:** 3mm



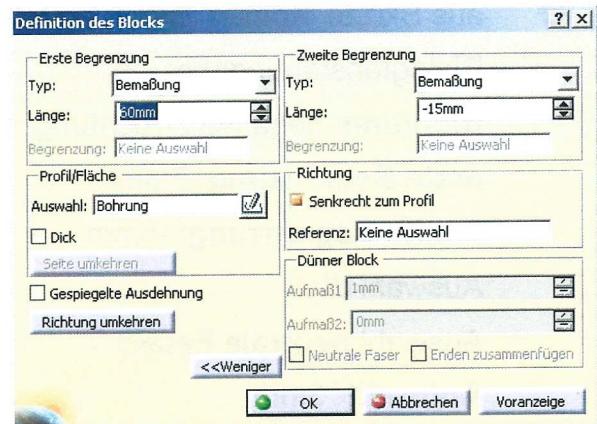
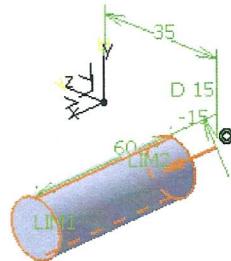
- **Rechteckmuster** anwenden:
- Dialogfenstereingabe:  
**Parameter:** Exemplare&Abstand  
**Exemplare:** 3  
**Abstand:** 4mm  
**Richtung:** negative z-Richtung



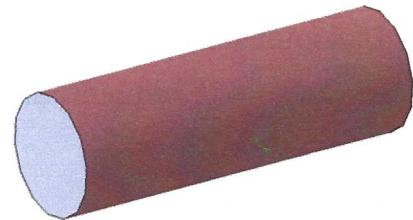
- **Körper** 'Kolbenringnuten' vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Kolbenringnuten' umbenennen



- neuen Körper 'Dom' einfügen
- aus Skizze 'Bohrung' Block erstellen:  
Dialogfenstereingabe:  
**Erste Begrenzung:** 60mm  
**Zweite Begrenzung:** -15mm



- auf der Mantelfläche Aufmaß 3mm erzeugen

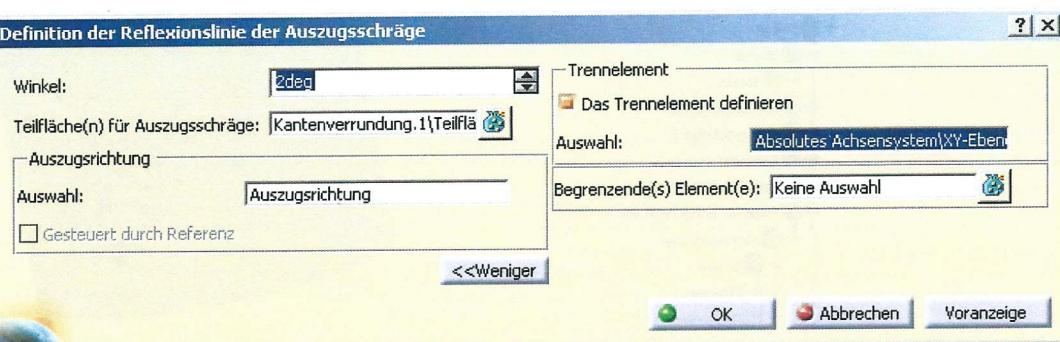
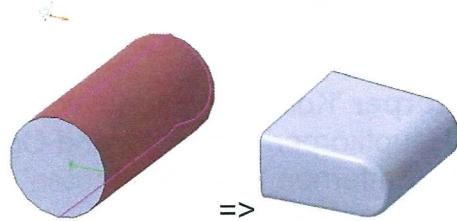


- Kantenverrundung R2mm anbringen

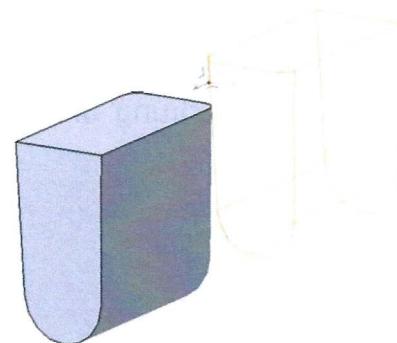


- mit Funktion **Reflexionslinie der Auszugsschräge** Schräge anbringen  
Dialogfenstereingabe:  
**Winkel:** 2°

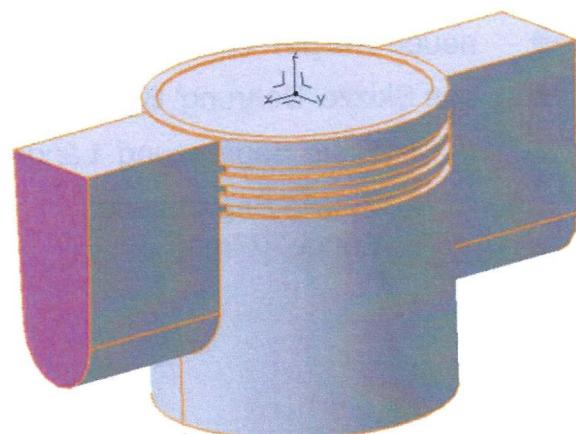
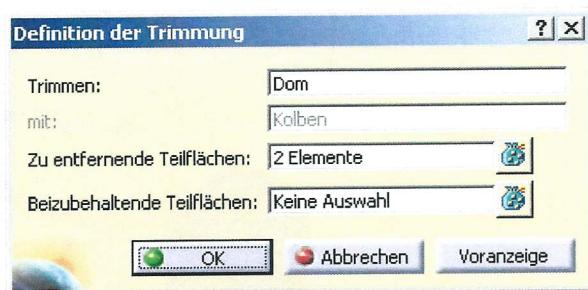
**Trennelement:** xy-Ebene



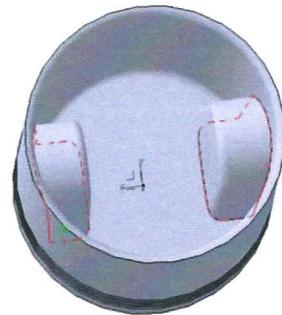
- Körper an der yz-Ebene spiegeln



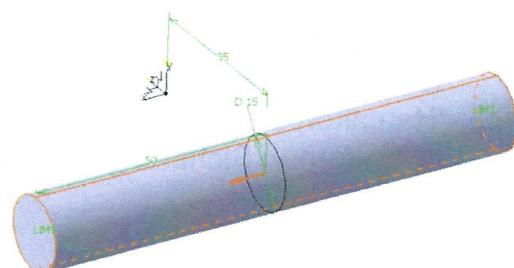
- Körper 'Dom' mit Hauptkörper vereinigen und trimmen und Operation in 'Trimmen.Dome' umbenennen



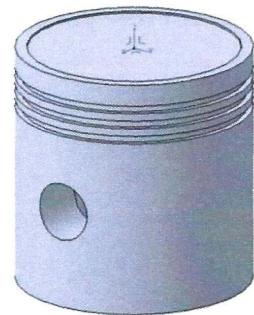
- Kantenverrundung 2mm anbringen



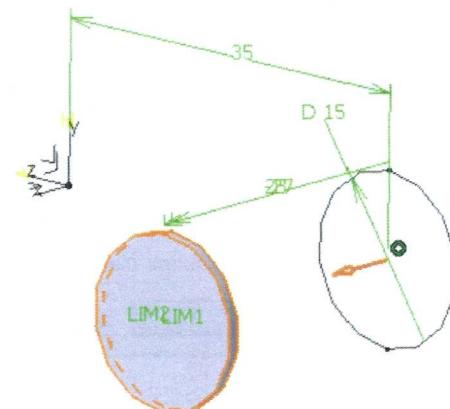
- neuen Körper 'Bohrung' einfügen  
→ aus Skizze 'Bohrung' Block erstellen:  
Dialogfenstereingabe:  
Länge: 50mm  
gespiegelte Ausdehnung



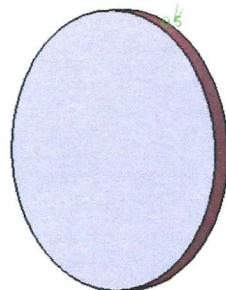
- **Körper** 'Bohrung' vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Bohrung' umbenennen



- neuen **Körper** 'Sicherungsringnuten' einfügen  
 → aus Skizze 'Bohrung' **Block** erstellen
- ▲ Erste Begrenzung: Länge 28mm
  - ▲ Zweite Begrenzung:  
Länge -27mm



- Aufmaß 0,5mm anbringen



- **Körper** an yz-Ebene spiegeln

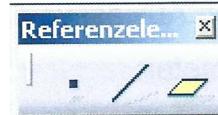


- **Körper** 'Sicherungsringnuten' vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Sicherungsringnuten' umbenennen



→ **geometrisches Set 'Ventilgeometrie' einfügen**

→ mit Symbolleiste **Referenzelemente**  
folgende Geometrie erzeugen:



→ **Punkt 'Punkt.Auslassventil':**

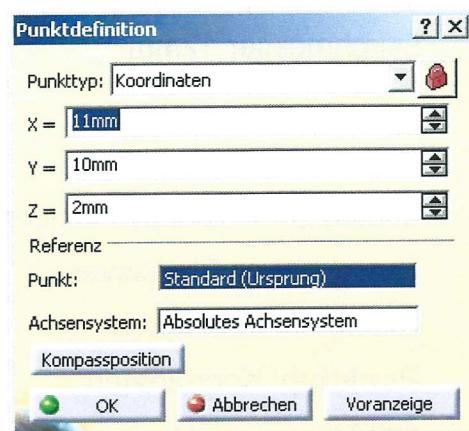
Dialogfenstereingabe:

**Punktyp:** Koordinaten

**x**=11m

**y**=10mm

**z**=2mm



→ **Linie 'Linie.Auslassventil':**

Dialogfenstereingabe:

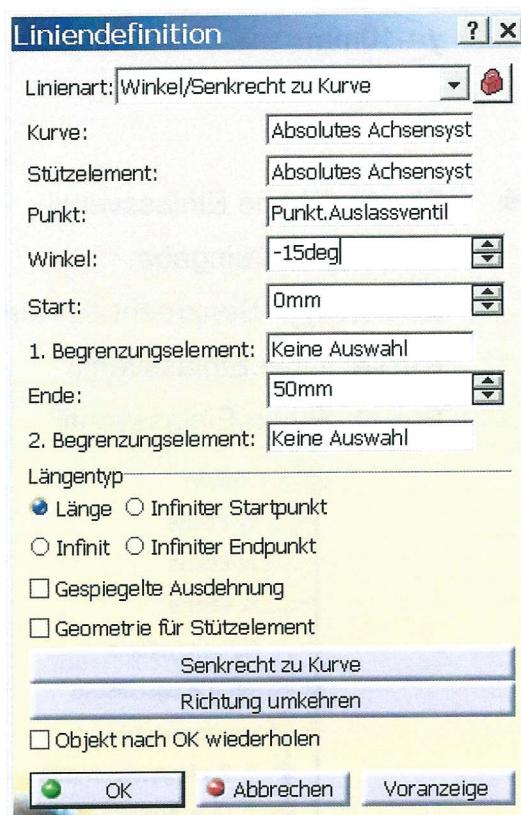
**Linienart:** Winkel/Senkrecht zu Kurve

**Kurve:** Z-Achse

**Stützelement:** yz-Ebene

**Winkel:** -15°

**Länge:** 50mm



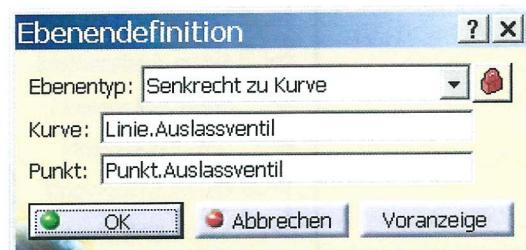
→ **Ebene 'Ebene.Auslassventil':**

Dialogfenstereingabe:

**Ebenentyp:** Senkrecht zu Kurve

**Kurve:** 'Linie.Auslassventil'

**Punkt:** 'Punkt.Auslassventil'

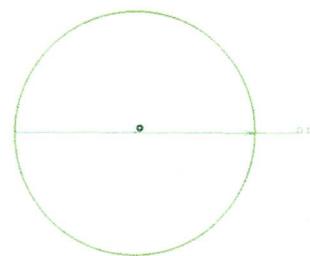


- Skizze 'Skizze.Auslassventil' auf 'Ebene.Auslassventil' erstellen

Parameter:

Kreis um 'Punkt.Auslassventil'

Durchmesser 12mm



- analog zur Auslassventilgeometrie Einlassventilgeometrie erstellen:

- **Punkt** 'Punkt.Einlassventil'

Dialogfenstereingabe:

**Punkttyp:** Koordinaten

**x=**11m

**y=**-10mm

**z=**2mm

**Linie** 'Linie.Einlassventil'

Dialogfenstereingabe:

**Linienart:** Winkel/Senkrecht zu Kurve

**Kurve:** Z-Achse

**Stützelement:** yz-Ebene

**Winkel:** 15°

**Länge:** 50mm

- **Ebene** 'Ebene.Einlassventil'

Dialogfenstereingabe:

**Ebenentyp:** Senkrecht zu Kurve

**Kurve:** 'Linie.Einlassventil'

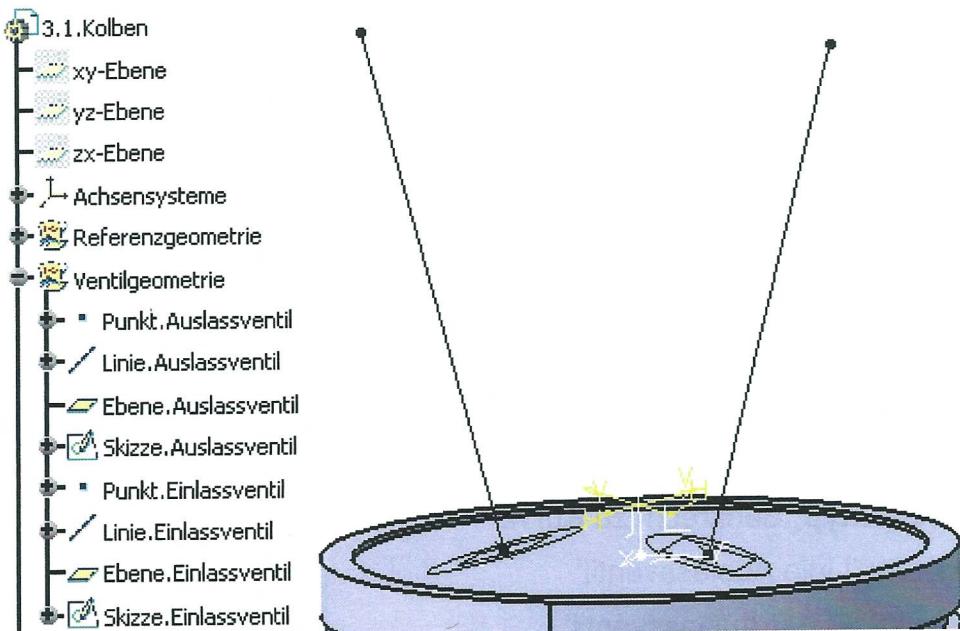
**Punkt:** 'Punkt.Einlassventil'

Skizze 'Skizze.Einlassventil' erstellen

Parameter:

Kreis um 'Punkt.Einlassventil'

Durchmesser 15mm



- Körper 'Auslassventil' einfügen
- aus 'Skizze.Auslassventil' Block erstellen:

Dialogfenstereingabe:

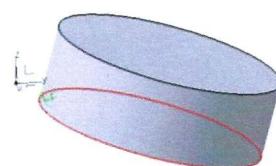
**Länge** 3mm

**gespiegelte Ausdehnung**

- Aufmaß 3mm anbringen



- Kantenverrundung R1mm anbringen



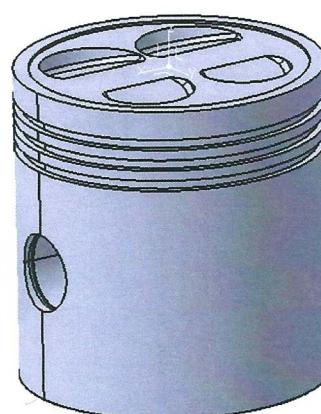
- Körper an yz-Ebene spiegeln



- Körper 'Auslassventil' vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Auslassventil' umbenennen

- Körper 'Einlassventil' einfügen, analog zu Körper 'Auslassventil' Geometrie erzeugen und Körper vom Hauptkörper abziehen
- Hauptkörper in 'Kolben' umbenennen
- Material 'Aluminium' zuweisen

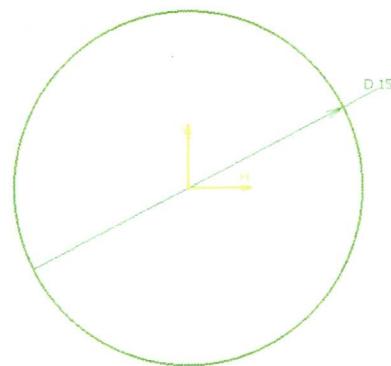
- Ergebnis:



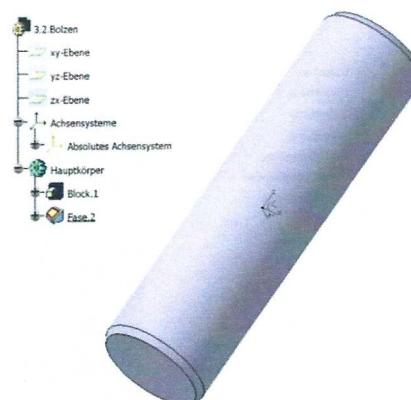
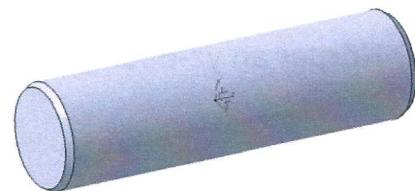
## 3.2 Bolzen



- Neue Datei anlegen '3.2.Bolzen.CATPart'
- Folgende Skizze auf der xy-Ebene erzeugen



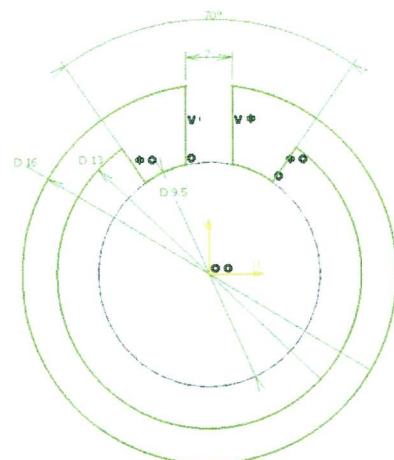
- **Block** erstellen:  
Dialogfenstereingabe:  
**Länge:** 27mm  
**gespiegelte Ausdehnung**
- **Fase** anbringen:  
Dialogfenstereingabe:  
**Typ:** Länge 1/Winkel  
**Länge 1:** 1mm  
**Winkel:** 30°
- Ergebnis:



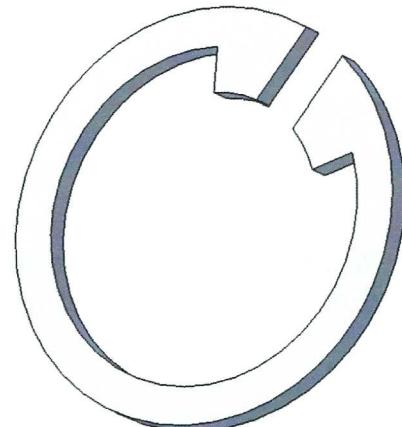
### 3.3 Sicherungsring



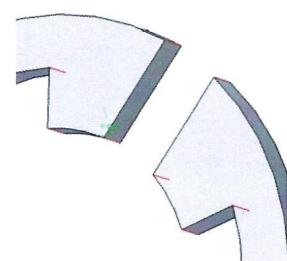
- Neue Datei anlegen '3.3.Sicherungsring.CATPart'
- Folgende Skizze auf der xy-Ebene erzeugen



- **Block** erstellen  
Dialogfenstereingabe:  
**Länge:** 1mm

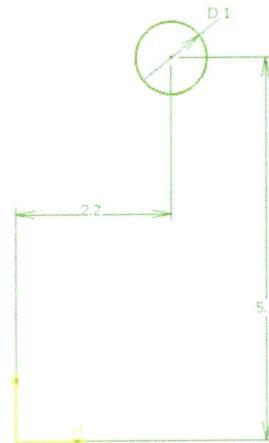


- **Kantenverrundung** anbringen  
Dialogfenstereingabe:  
**Radius:** 0,8mm  
**zu verrundende Objekte:** 8 Elemente



- **Körper 'Bohrungen'** einfügen

- folgende Skizze auf der xy-Ebene erstellen

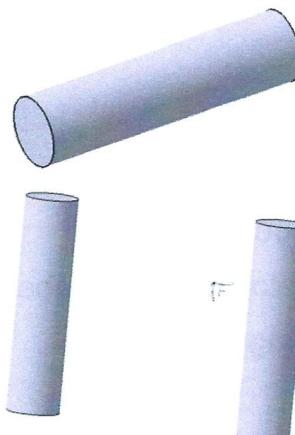


- **Block** erstellen

Dialogfenstereingabe:

**Länge:** 2mm

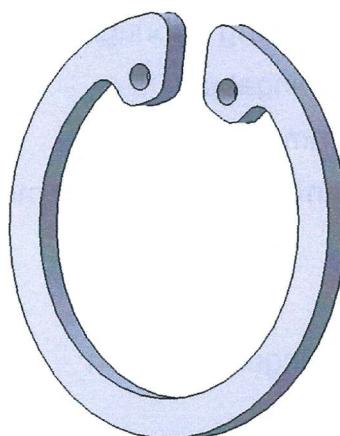
**gespiegelte Ausdehnung**



- **Körper** an der yz-Ebene spiegeln

- **Körper** 'Bohrungen' vom 'Hauptkörper' entfernen und Operation in 'Entfernen.Bohrungen' umbenennen

- Ergebnis:



## 3.4 Baugruppe Kolben



### Lernziel:

Assembly Design:  
 -vorhandene Komponente  
 -Fixieren  
 -Kongruenz, Kontakt, Offset

- Neue Datei anlegen  
 '3.4.Kolben.CATProduct'

**i** Ein **Product** (\*.CATProduct) enthält eine Baugruppe aus **Parts** (\*.CATPart).

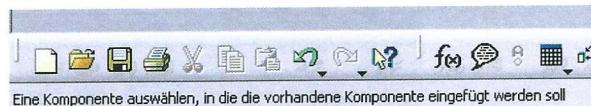


- 'Product1' umbenennen in 'Kolben'

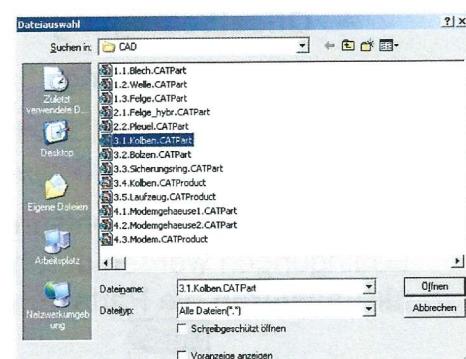


- Mit **vorhandene Komponente** kann das erste Einzelteil (\*.CATPart) eingefügt werden.

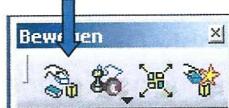
**i** Nach Auswahl der Funktion muß das Ziel-Produkt ausgewählt werden



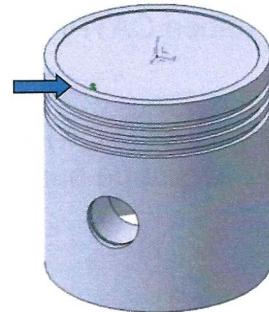
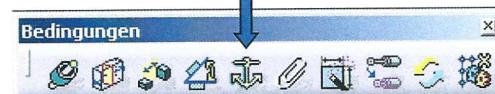
- Auswahl von 'Kolben.CATPart'



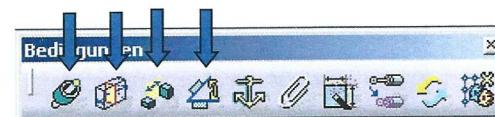
- i** Nach Einfügen des ersten **Parts** muß dieses von der Einfügestelle verschoben werden, da alle weiteren **Parts** später an der selben Stelle eingefügt werden.



- Jetzt sollte das erste Part **fixiert** werden.



- Mit **vorhandene Komponente** wird jetzt 'Bolzen.CATPart' eingefügt.



- Mit
- ▲ **Kongruenzbedingung** - Achse
  - ▲ **Kontaktbedingung** - Fläche
  - ▲ **Offsetbedingung** - drehen
  - ▲ **Winkelbedinung**

kann 'Bolzen.CATPart' jetzt zu 'Kolben.CATPart' positioniert werden

- Nach Anbringen der entsprechenden Bedingungen werden durch **Alles aktualisieren** die Parts korrekt



angeordnet.

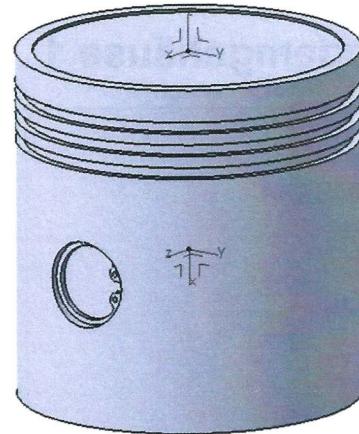


- Mit **vorhandene Komponente** wird nun 'Sicherungsring.CATPart' zweimal

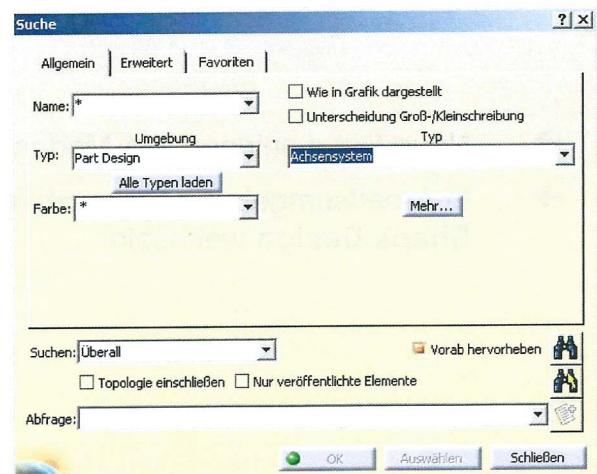
eingefügt und positioniert.

→ Ergebnis:

→



Mit dem Menü **Bearbeiten – Suchen** können abschließend z.B. alle Achsensysteme ausgewählt und anschließend verdeckt werden.



## 3.5 Baugruppe Laufzeug



### Übung:

→ analog zur Baugruppe 'Kolben.CATProduct' wird aus

- ↗ 'Pleuel.CATPart'
- ↗ 'Kolben.CATProduct'

die Baugruppe 'Laufzeug.CATProduct' erstellt



## 4.1 Modemgehäuse 1



### Lernziel:

### Generative Shape Design:

Fläche mit Mehrfachschnitten

Translation

Füllen

Verrunden

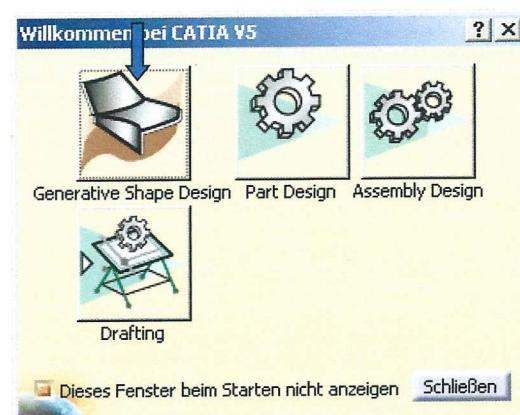
Verbindung

### Part Design:

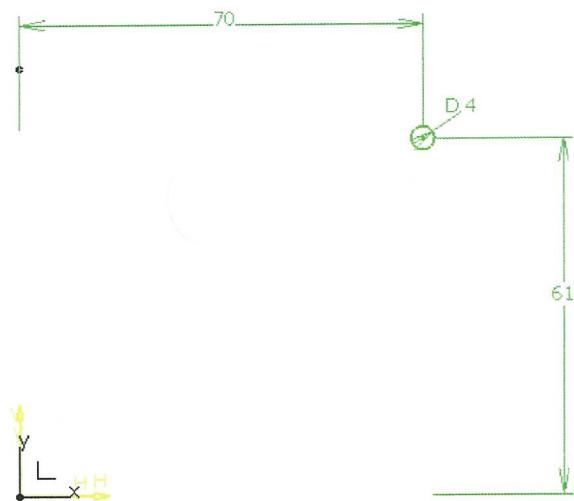
Fläche schliessen

Referenzelemente

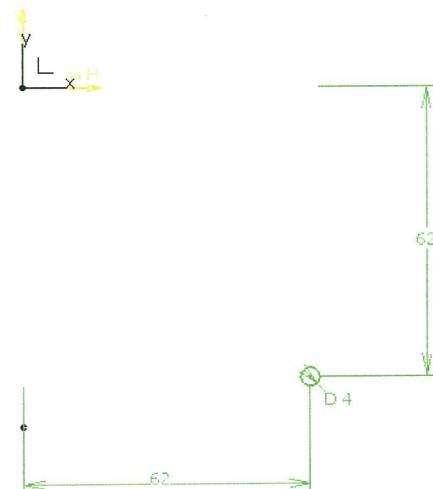
- Neue Datei anlegen '4.1.Modemgehaeuse1.CATPart'
- In Arbeitsumgebung **Generative Shape Design** wechseln.



- geometrisches Set 'Referenzgeometrie' einfügen
- Skizze 'Bohrung.1' auf xy-Ebene erzeugen



- Skizze 'Bohrung.2' auf xy-Ebene erzeugen



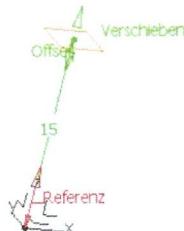
- Ebene 'Ebene.1' erzeugen

Dialogfenstereingabe:

**Typ:** Offset von Ebene

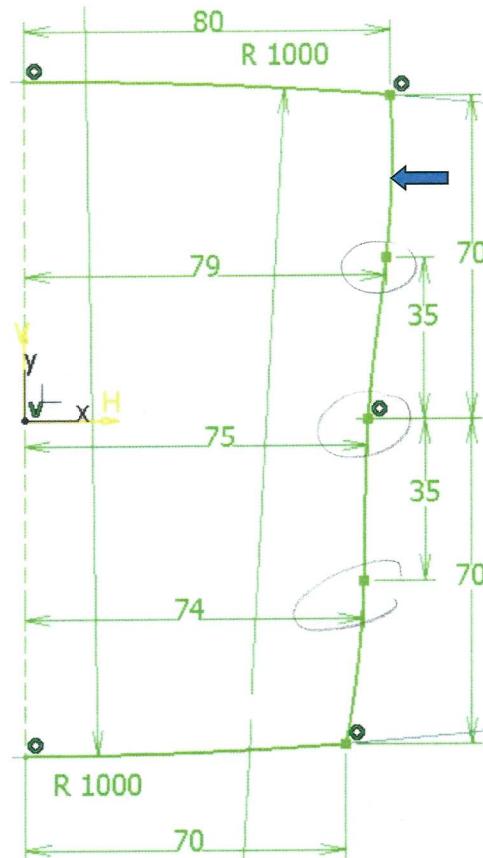
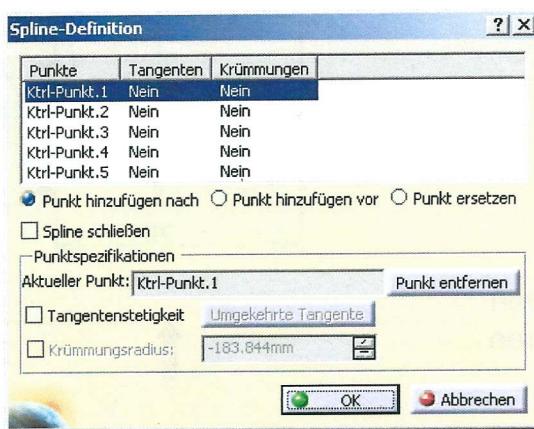
**Referenz:** xy-Ebene

**Offset:** 15mm



- Skizze 'Kontur' auf der xy-Ebene erzeugen (Mittelpunkt R1000 ist kongruent zur y-Achse)

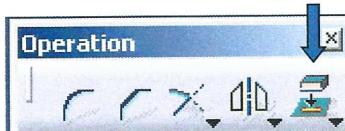
- i** rechte Seite der 'Kontur' mit der Funktion **Spline** erzeugen



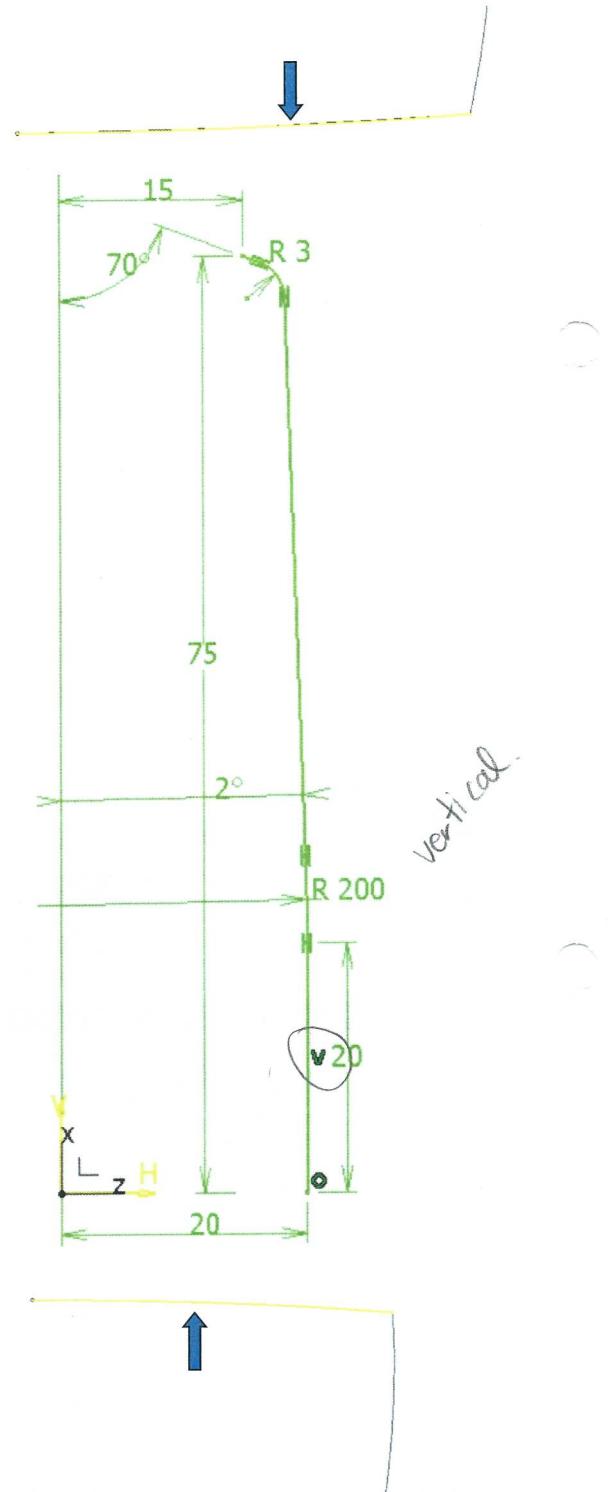
- i** zunächst Spline näherungsweise erstellen, dann Knotenpunkte bemaßen

- geometrisches Set 'Modemflaechen' einfügen
- Skizze 'Schnitt.1' auf 'Ebene.1' erstellen

- i** mit 3D-Elemente projizieren Linie aus Skizze 'Kontur' projizieren



- Skizze 'Schnitt.2' auf der xz-Ebene erstellen

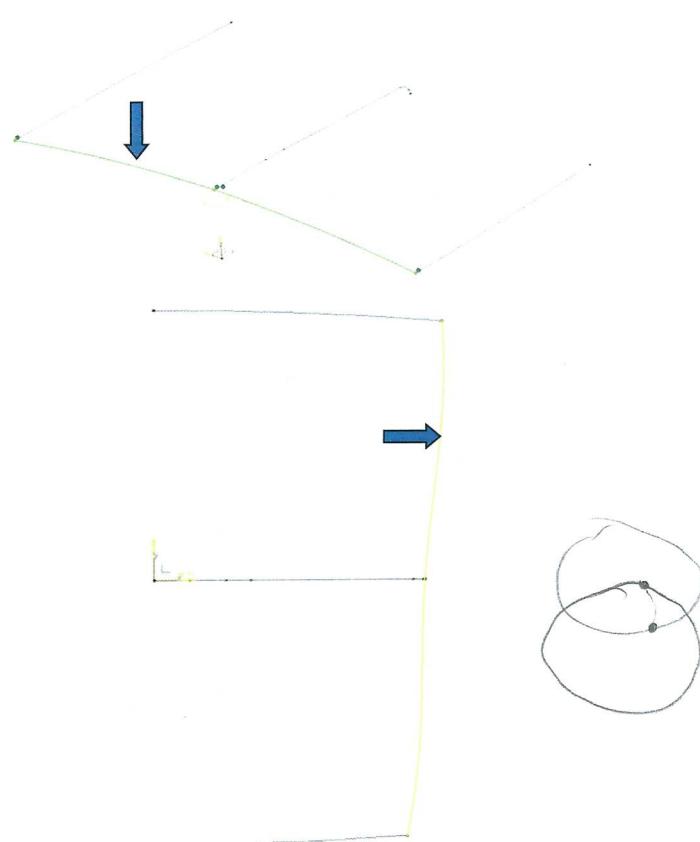


- Skizze 'Schnitt.3' auf 'Ebene.1' erstellen und Linie aus Skizze 'Kontur' projizieren

- Skizze 'Fuehrungselement.1' auf yz-Ebene erstellen und Spline durch Endpunkte von 'Schnitt.1', 'Schnitt.2' und 'Schnitt.3' legen

**i** zunächst Spline näherungsweise erstellen, dann Knotenpunkte mit Kongruenzbedingung auf Endpunkte legen

- Skizze 'Fuehrungselement.2' auf 'Ebene.1' erstellen und Linie aus Skizze 'Kontur' projizieren



- mit **Fläche mit Mehrfachschnitten** Deckfläche des Modems erzeugen

Dialogfenstereingabe:

#### Schnitte:

'Schnitt.1'

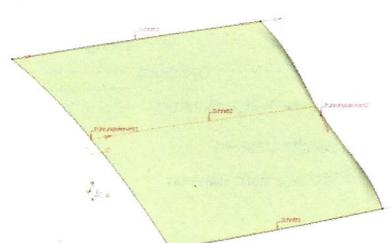
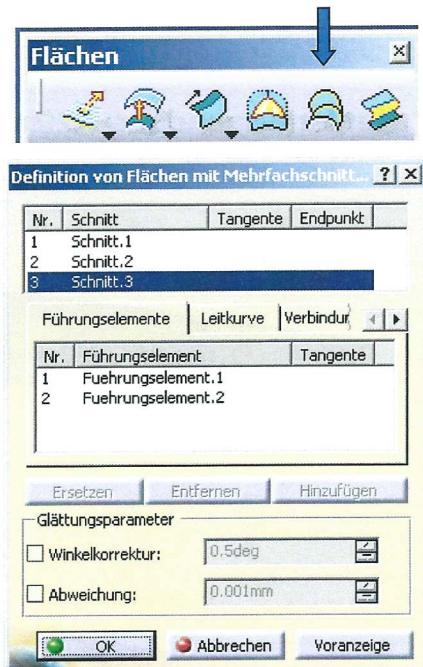
'Schnitt.2'

'Schnitt.3'

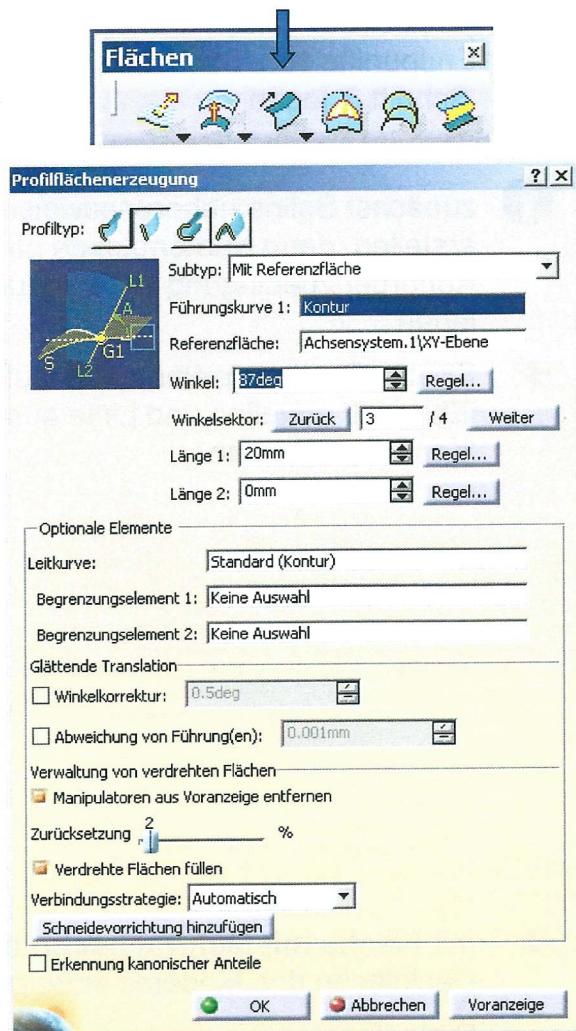
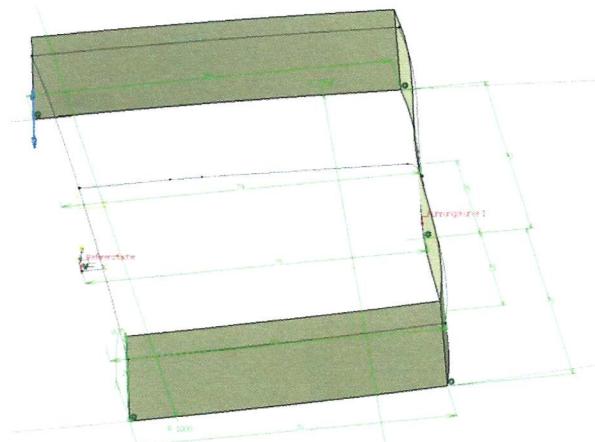
#### Führungselemente:

'Fuehrungselement.1'

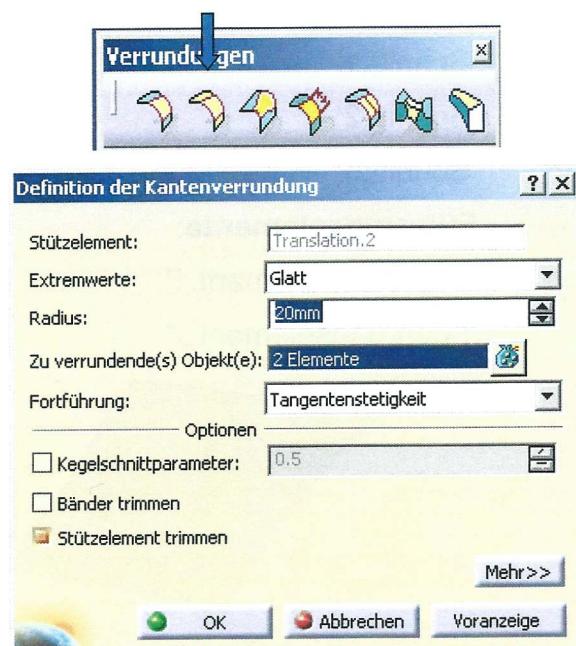
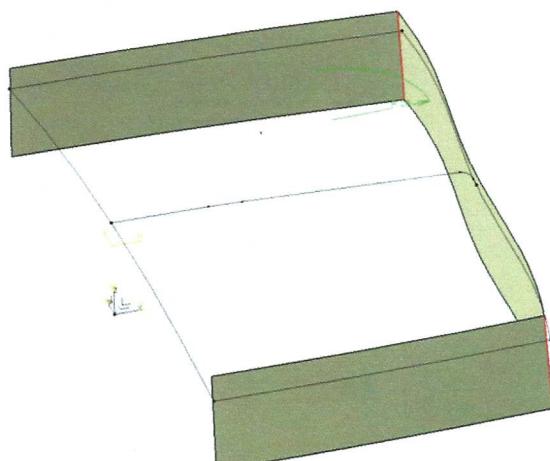
'Fuehrungselement.2'



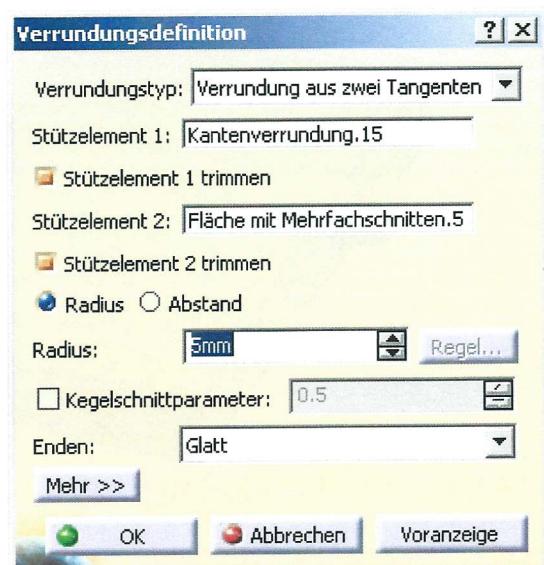
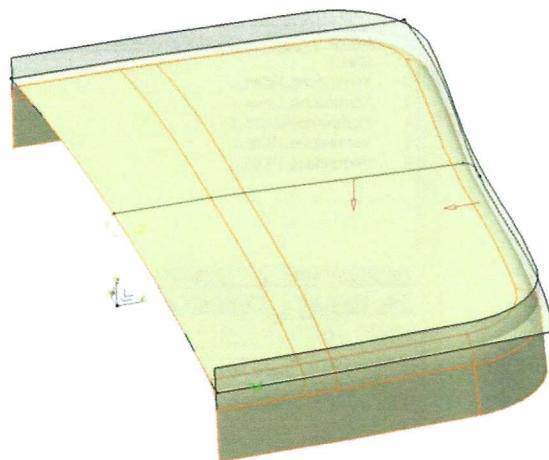
- mit **Translation** Wandfläche des Modems erzeugen  
 Dialogfenstereingabe:  
**Führungskurve 1:** 'Kontur'  
**Referenzfläche:** xy-Ebene  
**Winkel:** 87°  
**Länge:** 20mm



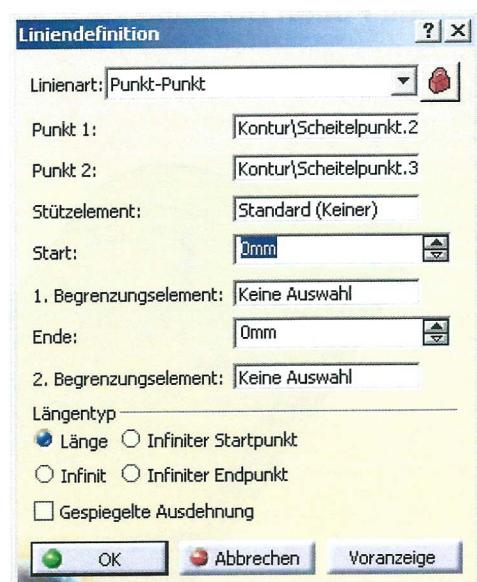
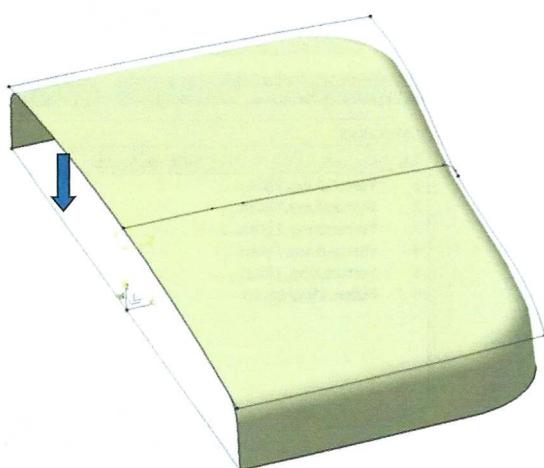
- **Kantenverrundung R20mm anbringen**



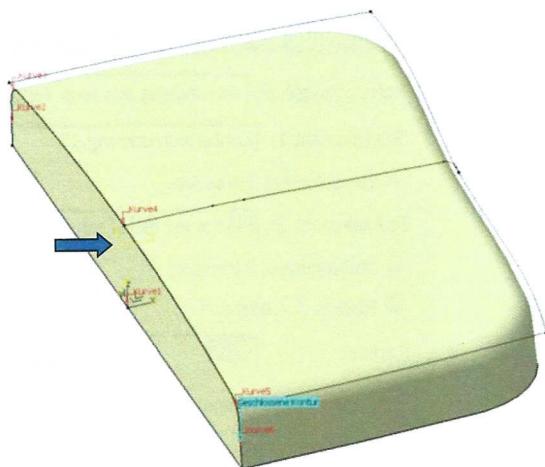
→ Formverrundung R5 anbringen



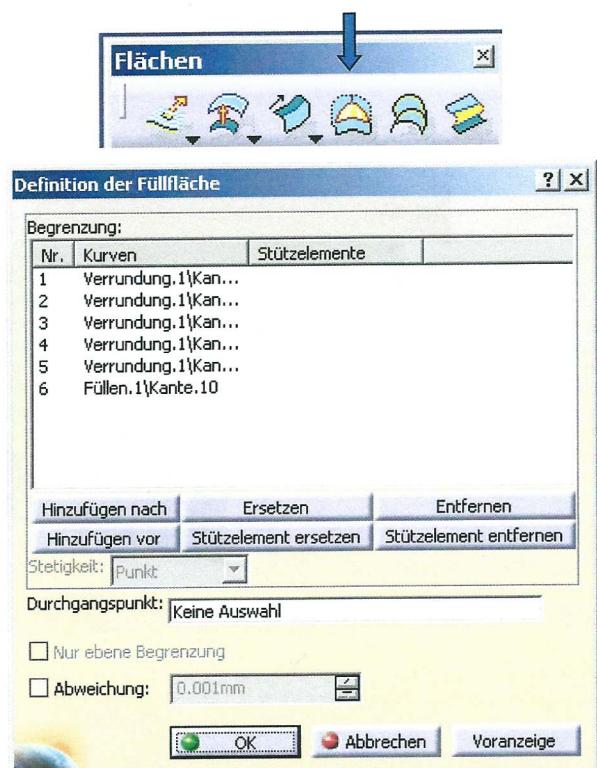
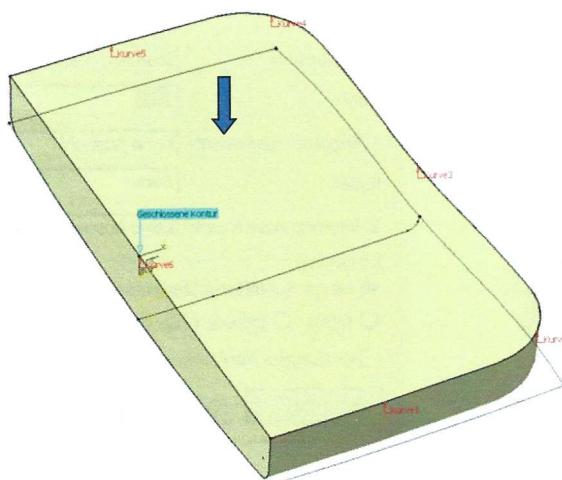
→ Linie erzeugen



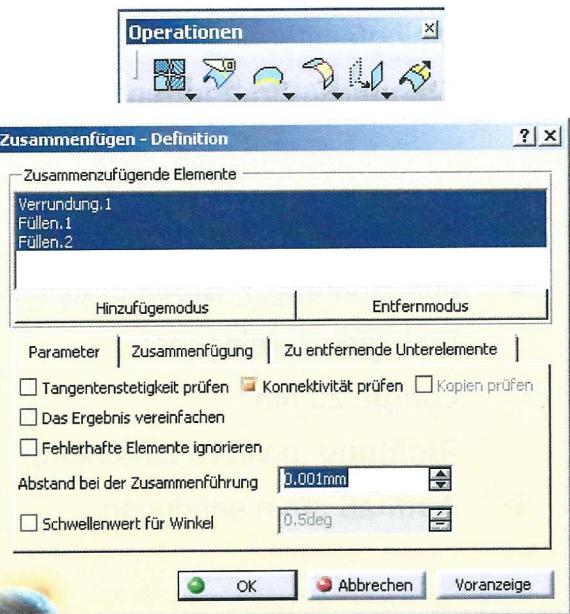
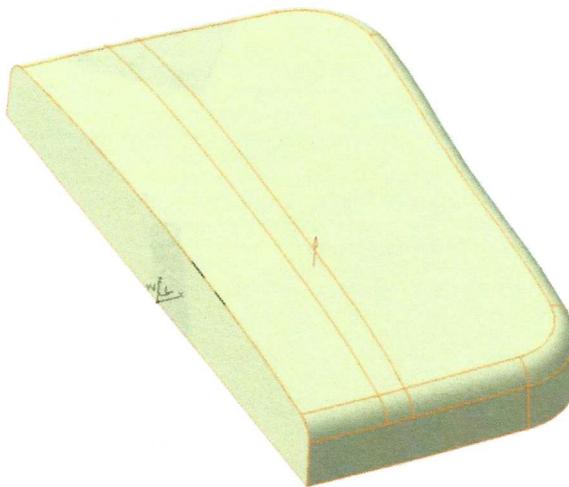
→ mit **Füllen** Seitenfläche erstellen



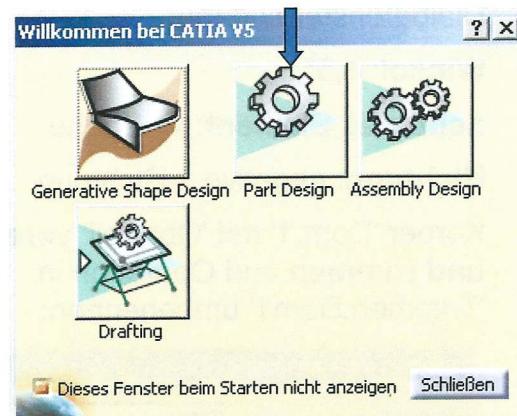
→ mit **Füllen** Bodenfläche erstellen



- mit **Zusammenfügen** alle erstellten Flächen in 'Verbindung.1' vereinigen



- i** durch **Zusammenfügen** entsteht lediglich ein Flächenverbund, KEIN geschlossenes Volumen
- in Workbench **Part Design** wechseln



- 'Hauptkörper' in 'Oberteil' umbenennen und als **Objekt in Bearbeitung** definieren
- **Fläche schliessen** erzeugt aus 'Verbindung1' einen geschlossenen Körper

- i** 'Verbindung.1' darf keine Lücken aufweisen!



→ **Schalenelement erzeugen**

Dialogfenstereingabe:

**Standardstärke innen:** 1,5mm



→ **Körper 'Dom.1' einfügen**

→ aus 'Bohrung.1' **Block** erstellen:

Dialogfenstereingabe:

**Länge:** 20mm

**Richtung:** positive z-Richtung

→ **Aufmaß 3mm anbringen**



→ **Auszugsschräge anbringen**

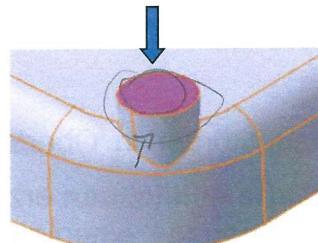
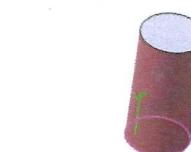
Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°

**neutrales Element:** xy-Ebene

**Richtung:** negative z-Richtung

→ Körper 'Dom.1' mit 'Oberteil' **vereinigen** und **trimmen** und Operation in 'Trimmen.Dom1' umbenennen:



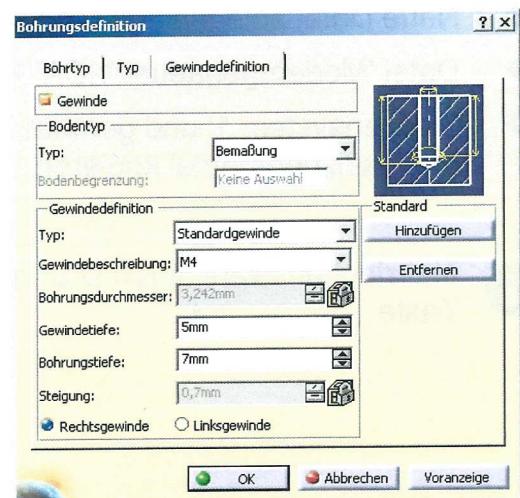
→ analog mit Körper 'Dom.2' aus Skizze 'Bohrung.2' vorgehen



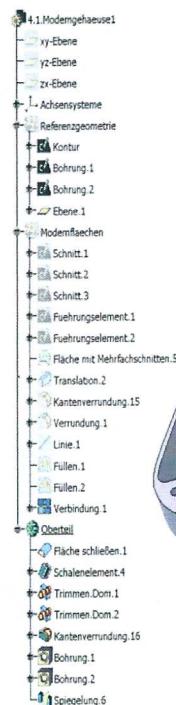
- Kantenverrundung R3mm anbringen



- 'Bohrung.1' und 'Bohrung.2' konzentrisch zu Skizzen 'Bohrung.1' und 'Bohrung.2' auf 'Dom1' und 'Dom.2' anbringen



- Körper an yz-Ebene spiegeln  
→ Ergebnis:





## 4.2 Modemgehäuse 2

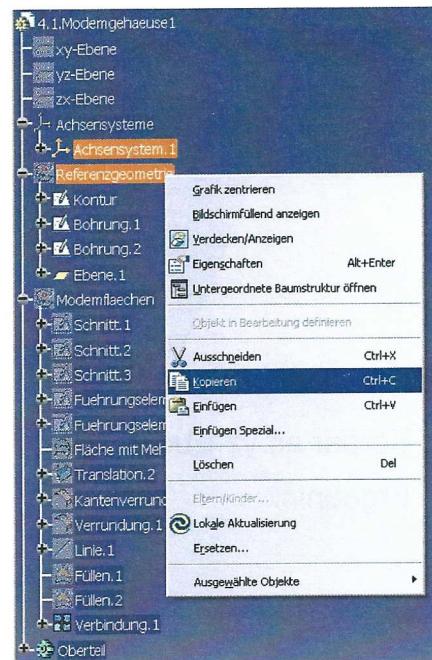
### Lernziel:

### Part Design:

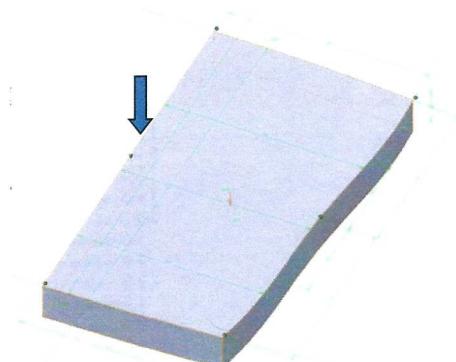
Dateiübergreifendes Kopieren

- Neue Datei anlegen '4.2.Modemgehaeuse2.CATPart'
- Datei 'Modemgehaeuse1.CATPart' öffnen
- 'Achsensystem.1' und geometrisches Set 'Referenzgeometrie' kopieren

**i** Mehrfachauswahl durch Drücken der Strg-Taste

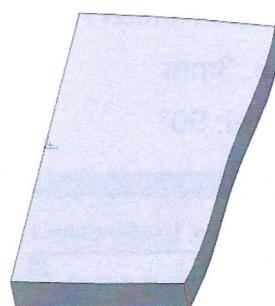
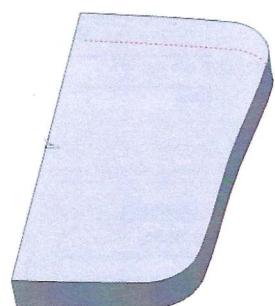


- Auswahl in 'Modemgehaeuse2.CATPart' einfügen
- 'Hauptkörper' in 'Unterteil' umbenennen und als **Objekt in Bearbeitung** definieren
- in Skizze 'Kontur' offene Seite mit einer Linie schliessen
- aus Skizze 'Kontur' **Block** in negativer z-Richtung erstellen  
Dialogfenstereingabe:  
**Länge:** 15mm



→ **Auszugsschräge** anbringen

Dialogfenstereingabe:

**Winkel:** 1,5°**neutrales Element:** xy-Ebene**Richtung:** negative z-Richtung→ **Kantenverrundung R20mm** anbringen→ **Kantenverrundung R3mm** anbringen→ **Schalenelement erstellen**

Dialogfenstereingabe:

**Standardstärke innen:** 1,5mm→ analog zu 'Modemgehaeuse1.CATPart' aus Skizzen 'Dom1.' und 'Dom.2' Körper aus **Block**, **Aufmaß** und **Auszugschräge** erstellen und in 'Dom.1' und 'Dom.2' umbennnen

→ Körper 'Dom.1' und 'Dom.2' mit Unterteil **vereinigen und trimmen**

→ **Kantenverrundung R3mm anbringen**

→ **Bohrungen anbringen**

Dialogfenstereingabe:

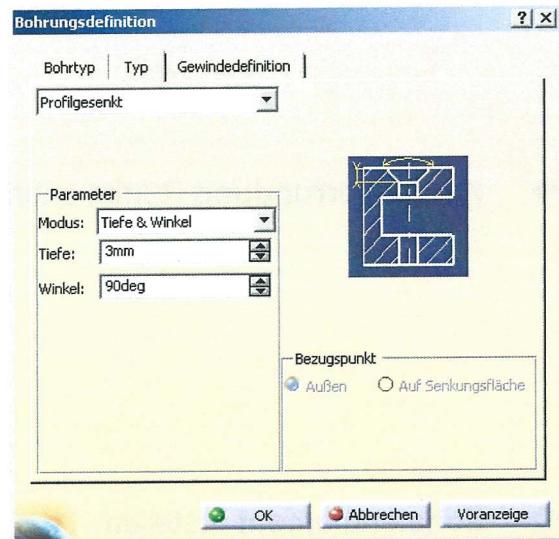
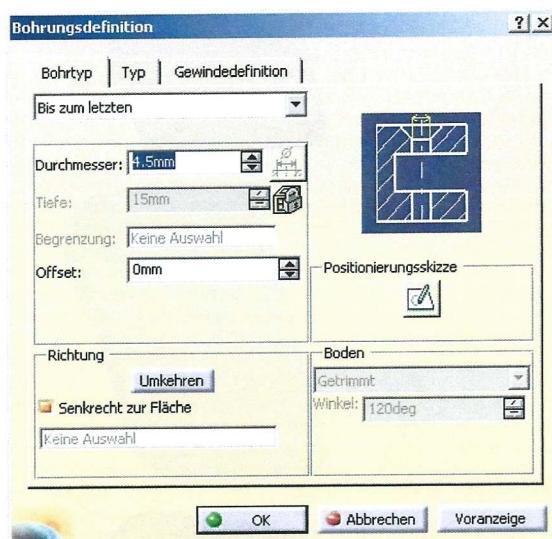
**Durchmesser:** 4,5mm

**Typ:** Profilgesenk

**Modus:** Tiefe&Winkel

**Tiefe:** 3mm

**Winkel:** 90°



→ Körper an yz-Ebene spiegeln

→ Ergebnis:





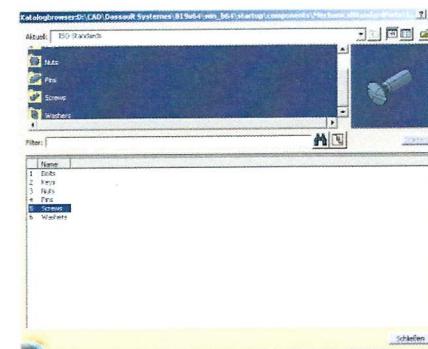
## 4.3 Baugruppe Modem

**Lernziel:**

**Assembly Design:**

Katalog

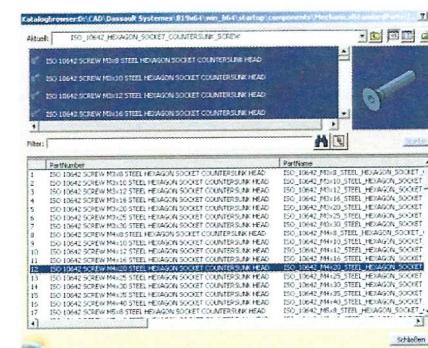
- Neue Datei anlegen '4.3.Modem.CATProduct'
- mit **vorhandene Komponente** 'Modemgehäuse2.CATPart' einfügen, von Einfügestelle verschieben und fixieren
- anschließend 'Modemgehäuse1.CATPart' einfügen und mit Symbolleiste **Bedingungen** zu 'Modemgehäuse2.CATPart' positionieren
- **Katalogbrowser** öffnen und Katalog 'Screws' öffnen (durch Doppelklick)



- Schraubenart 'ISO\_10642\_HEXAGON\_SOCKET\_COUNTERSUNK\_SCREW' auswählen (durch Doppelklick)
- Schraubengröße M4x20 auswählen

**i** durch Doppelklick wird die Schraube in die Baugruppe eingefügt

mit **OK** bestätigen und  
**Katalogbrowser** schliessen



- mit Symbolleiste **Bedingungen** Schraube positionieren
- mit **Schnelle Erstellung mehrerer Exemplare** durch Auswahl der ersten Schraube weitere Exemplare erzeugen
- mit Symbolleiste **Bedingungen** weitere Schrauben positionieren



## → Ergebnis:



## 5.1 Zeichnung Pleuel

### Lernziel:

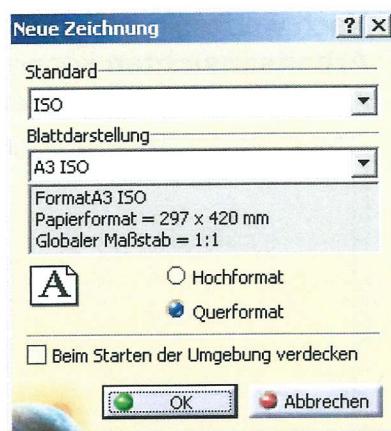
### Drafting

Zeichnungsrahmen  
Vorderansicht  
abgeleitete Ansicht  
Schnitt  
Bemaßung

- Neue Datei anlegen  
'Pleuel.CATDrawing'

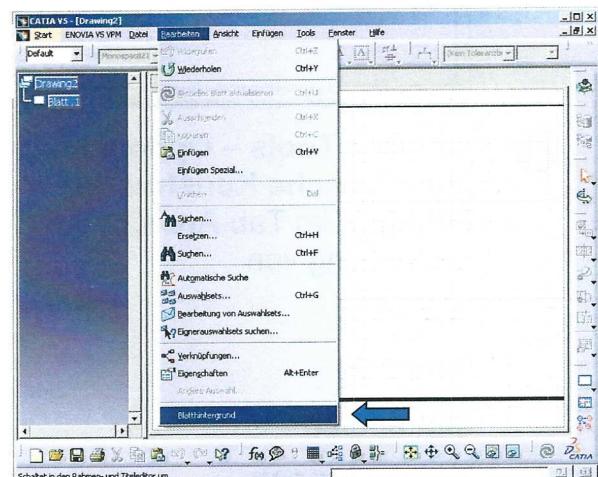


- Blattformat 'A3' 'Querformat' auswählen

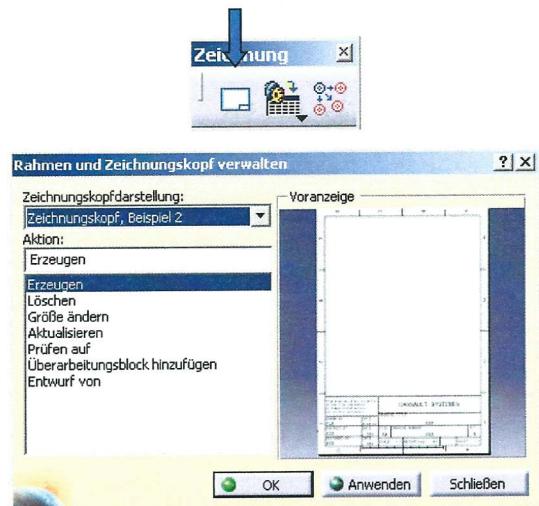
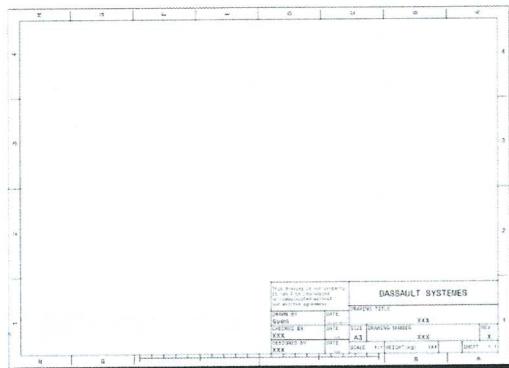


- Um einen Zeichnungsrahmen einzufügen, muß in den **Blatthintergrund** gewechselt werden.

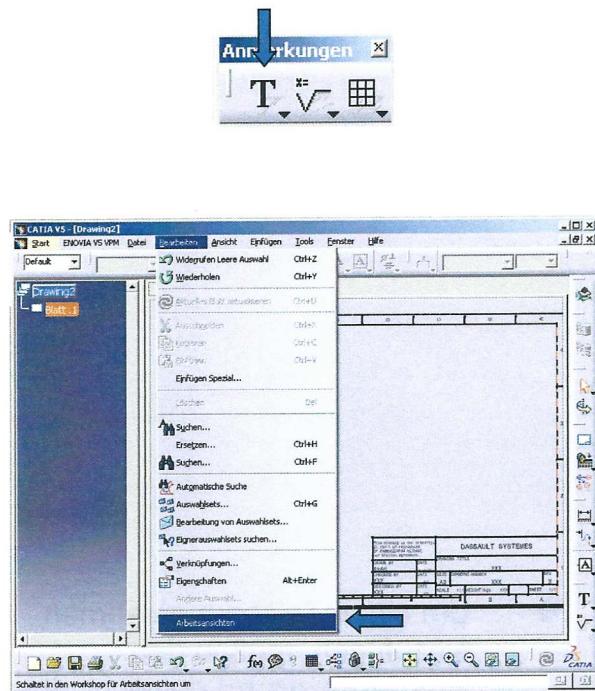
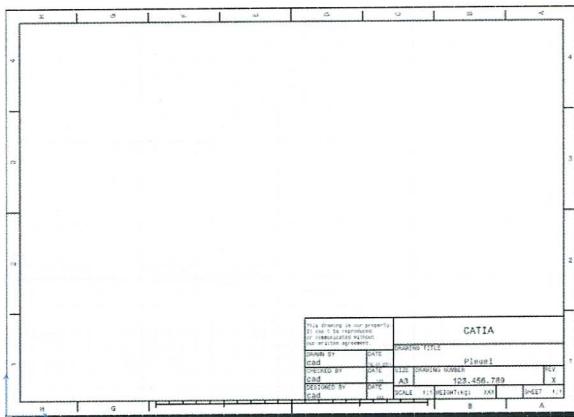
- i** Elemente im **Blatthintergrund** wie z.B. Rahmen, Schriftfeld oder allg. Angaben können aus den **Arbeitsansichten** nicht ausgewählt werden.  
Im **Blatthintergrund** ändert sich die Hintergrundfarbe von weiß auf grau.



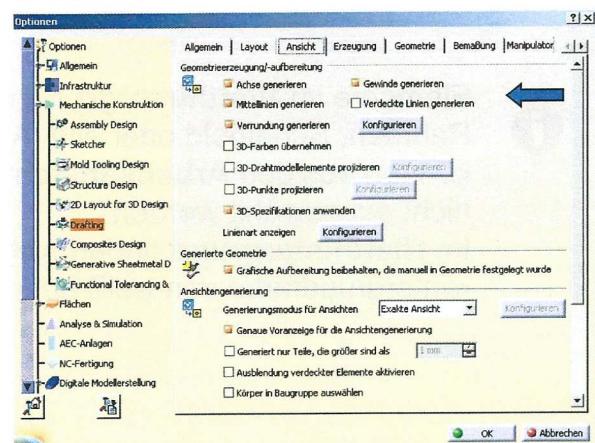
- mit **Rahmen und Zeichnungskopf**  
wird ein Zeichnungsrahmen eingefügt



- Durch Doppelklick auf vorhandene  
Texte können diese bearbeitet werden.  
Mit **Text** können neue Texte eingefügt  
werden.  
→ Nach wechseln in die  
**Arbeitsansichten** können jetzt  
Ansichten und Schnitte erstellt werden.



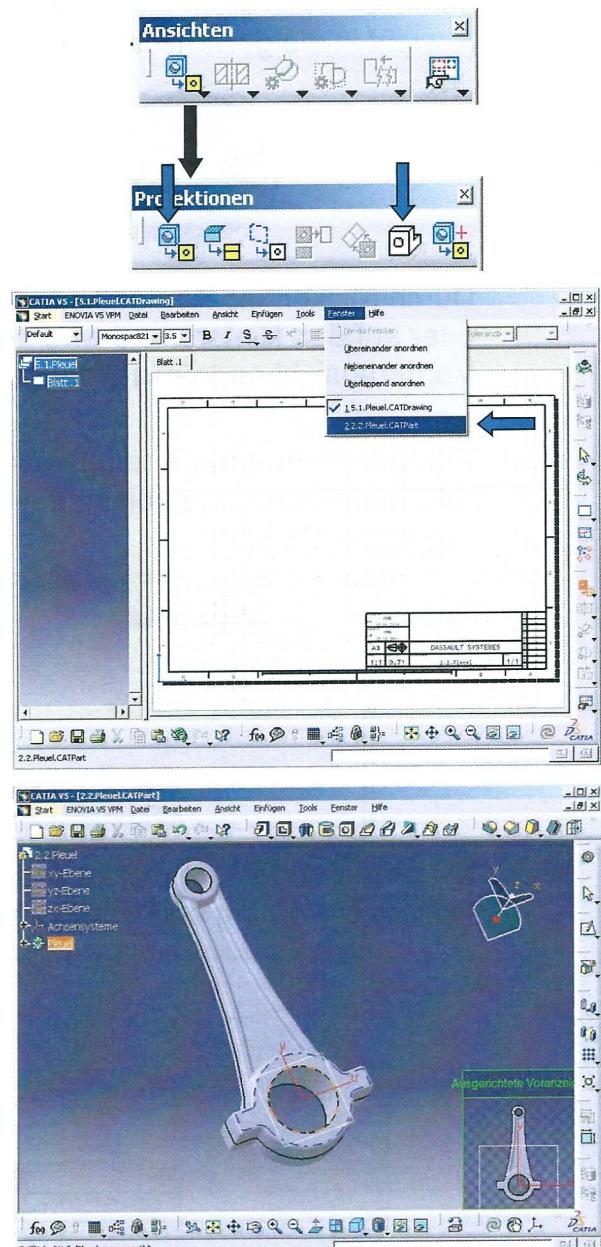
- i** Im Menü Tools – Optionen kann unter  
**Mechanische Konstruktion –**  
**Drafting** im Tab **Ansicht** die  
Darstellung von  
**Achsen**  
**Gewinde**  
**Mittellinien**  
**Verrundungen**  
voreingestellt werden



- Als erste Ansicht MUSS eine **Vorderansicht** oder eine **Isometrische Ansicht** erstellt werden.

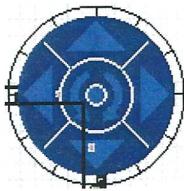
**i** Um die Funktionen auswählen zu können, muß zusätzlich zur Zeichnung \*.CATDrawing eine 3D-Geometrie \*.CATPart/\*.CATProduct geladen sein

- Nach Auswahl von **Vorderansicht** muß über das Menü **Fenster** zu der geladenen 3D-Geometrie gewechselt werden.

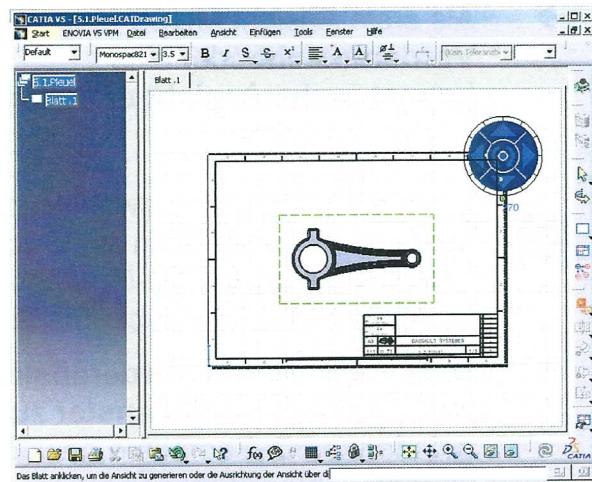


- Durch Bewegen der Maus über die Geometrie wird rechts unten die **ausgerichtet Voranzeige** angezeigt.  
Nach Auswählen der Geometrie wird die entsprechende Vorderansicht in der Zeichnung vordefiniert.

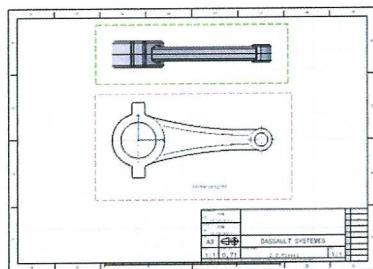
- Klicken der entsprechenden Pfeile auf dem Kompass dreht die vordefinierte Ansicht in die gewünschte Lage.



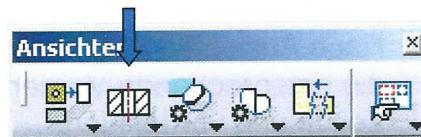
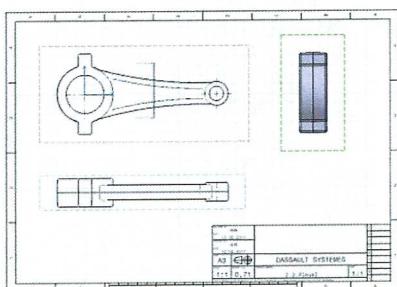
Durch Klicken ins Kompass-Zentrum oder auf den Hintergrund wird die Vorderansicht endgültig erzeugt.



- **Projizierte Ansicht** erzeugt eine von der Vorderansicht abgeleitete und abhängige Ansicht.



- Mit **abgesetzter Schnitt** kann eine Schnittdarstellung erstellt werden.

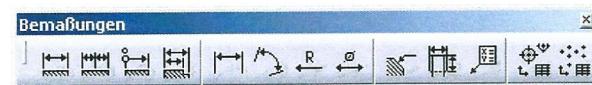


- i** Für die Erstellung eines Schnittes muß die definierende Ansicht **aktiviert** (erkennbar am roten Ansichtsrahmen) sein. Eine Ansicht wird aktiviert durch Doppelklick auf den Ansichtsrahmen oder mit **RMT – Ansicht aktivieren** auf dem Ansichtsnamen im Baum.

- Nach Erstellung von Ansichten kann die Geometrie bemaßt werden.

Die Symbolleiste **Bemaßungen** stellt verschiedene Bemaßungsfunktionen zur Verfügung

- i** Die zu bemaßende Ansicht muß vor



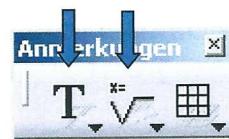
Erstellung der Bemßung aktiviert werden.



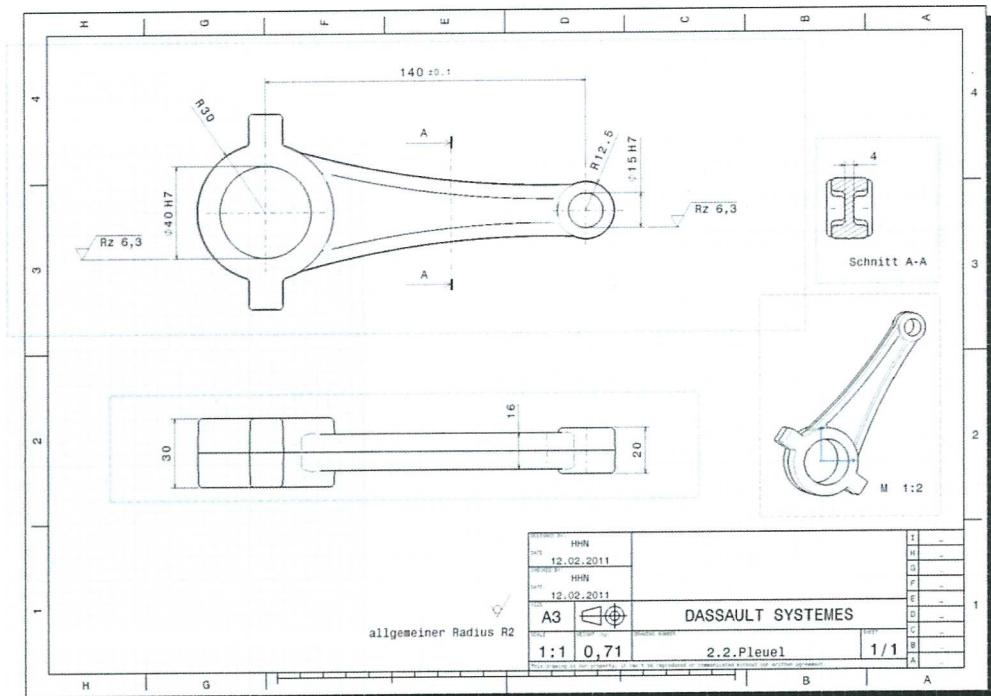
Die Symbolleisten **Bemaßungseigenschaften** und **Numerische Eigenschaften** ermöglichen die Einstellung von Toleranz und Genauigkeit der momentan erzeugten oder ausgewählten Bemaßung.



Die Funktionen **Text** und **Rauigkeitssymbol** ermöglichen das Erstellen von Texten und Rauigkeitsangaben.



Ergebnis:

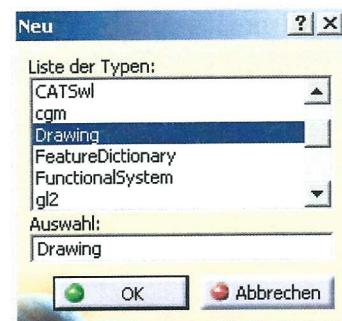


## 5.2 Explosionsdarstellung Laufzeug

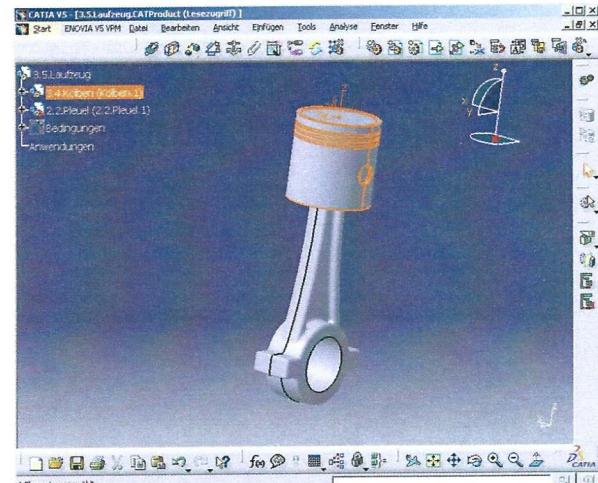
### Lernziel:

**Assembly Design**  
 zerlegen  
 Manipulation/Kompass  
**Drafting**  
 isometrische Ansicht  
 Ansicht sperren

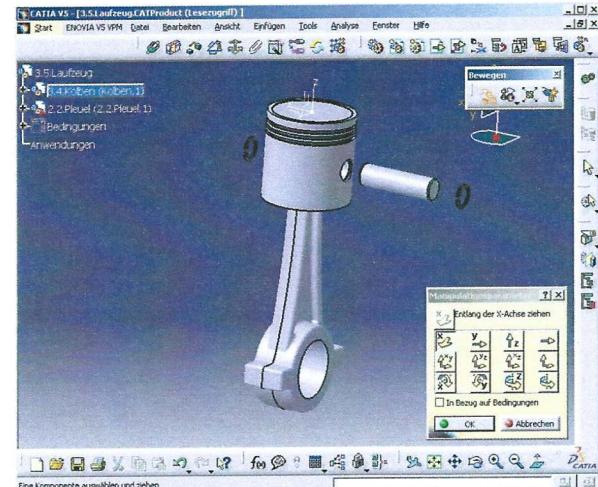
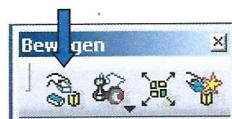
- Neue Datei anlegen  
 'Laufzeug.CATDrawing'



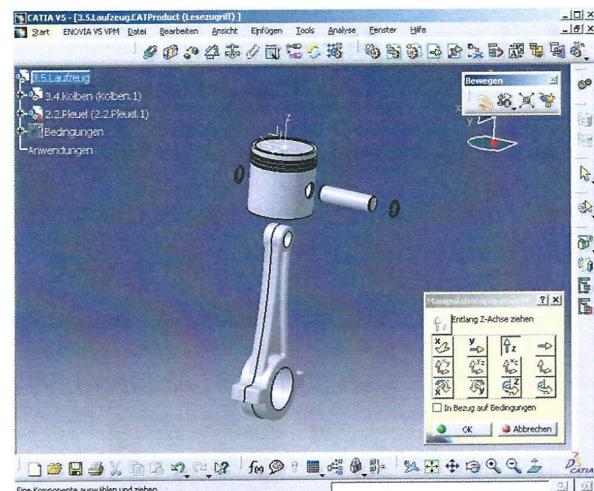
- Baugruppe 'Laufzeug.CATProduct' öffnen und Unterbaugruppe 'Kolben' durch Doppelklick aktivieren



- Mit der Funktion **Manipulation** Einzelteile des Kolbens wie gewünscht platzieren.



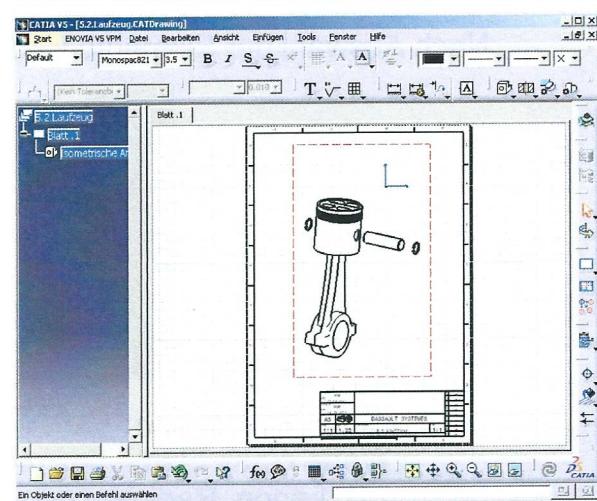
- Abschliessend wieder Baugruppe 'Laufzeug' durch Doppelklick aktivieren und mit **Manipulation** das Pleuel positionieren.



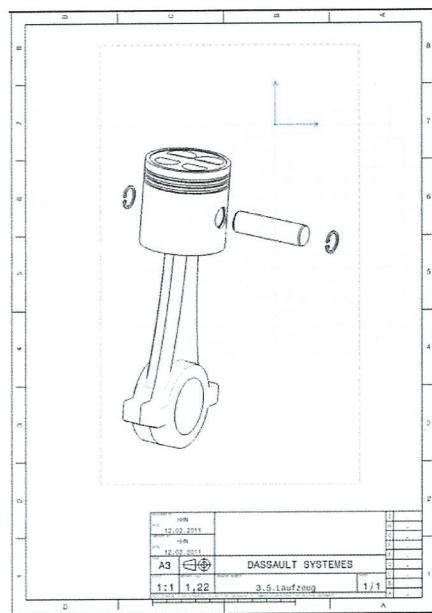
- Nach Wechsel in 'Laufzeug.CATDrawing' kann die **Isometrische Ansicht** erstellt werden.



**i** Nach Erstellen der Ansicht sollte diese mit **RMT – Eigenschaften – Ansicht Sperren** gesperrt werden, damit die Darstellung auch nach Aktualisierung der Baugruppenbedingungen erhalten bleibt.



- Ergebnis:



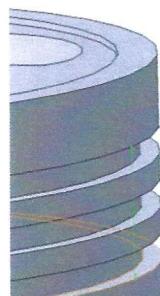
## Anhang: Messen

- Datei 'Kolben.CATPart' öffnen
- Die Symbolleiste **Messung** beinhaltet verschiedene Funktionen:

- △ **Messen zwischen:**  
zwischen zwei Elementen messen, z.B. Abstand, Winkel

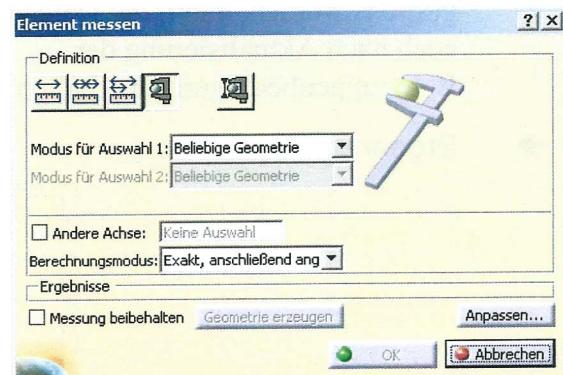
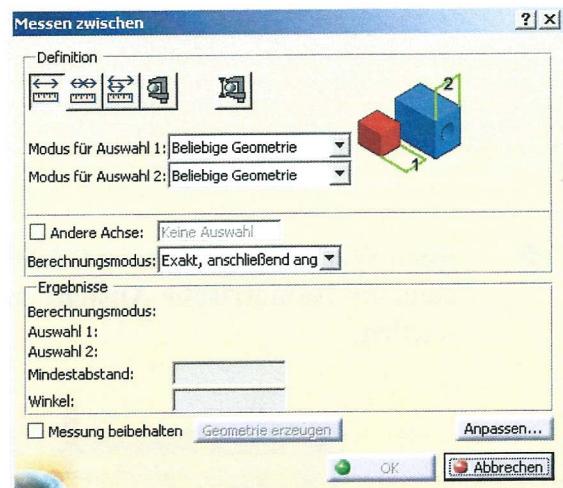
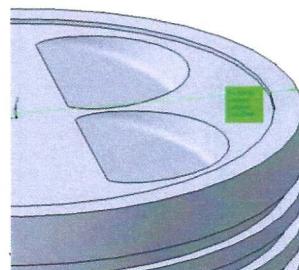
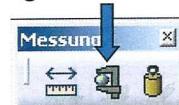


Nach Auswahl der Elemente wird das

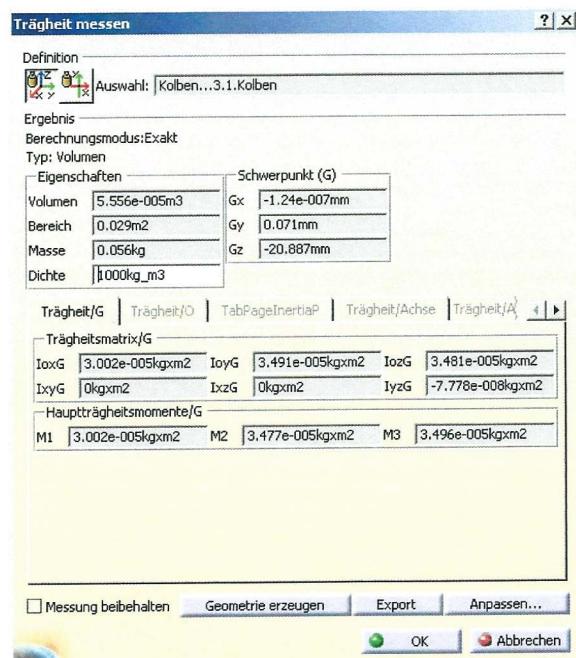


Ergebnis angezeigt:

- △ **Element messen:**  
Werte eines Elementes messen, z.B. Länge, Radius



- ↗ **Trägheit messen:**  
Gewicht/Trägheit/  
Trägheitsachsen eines  
Elementes ermitteln



Mit der Symbolleiste **Analyse** können folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- ↗ **Auszugsschrägenanalyse**
  - ↗ **Krümmungsanalyse**
  - ↗ **Analyse der Innen- und Außengewinde**
  - ↗ **Analyse der Wandstärke**
- ➔ Datei 'Kolben.CATProduct' öffnen
- ➔ Weitere Analysemöglichkeiten bietet die Symbolleiste **3D-Analyse** in der Arbeitsumgebung **Assembly Design**:
- ↗ **Überschneidung**
  - ↗ **Schnitte**
  - ↗ **Abstands- und Bandanalyse**

