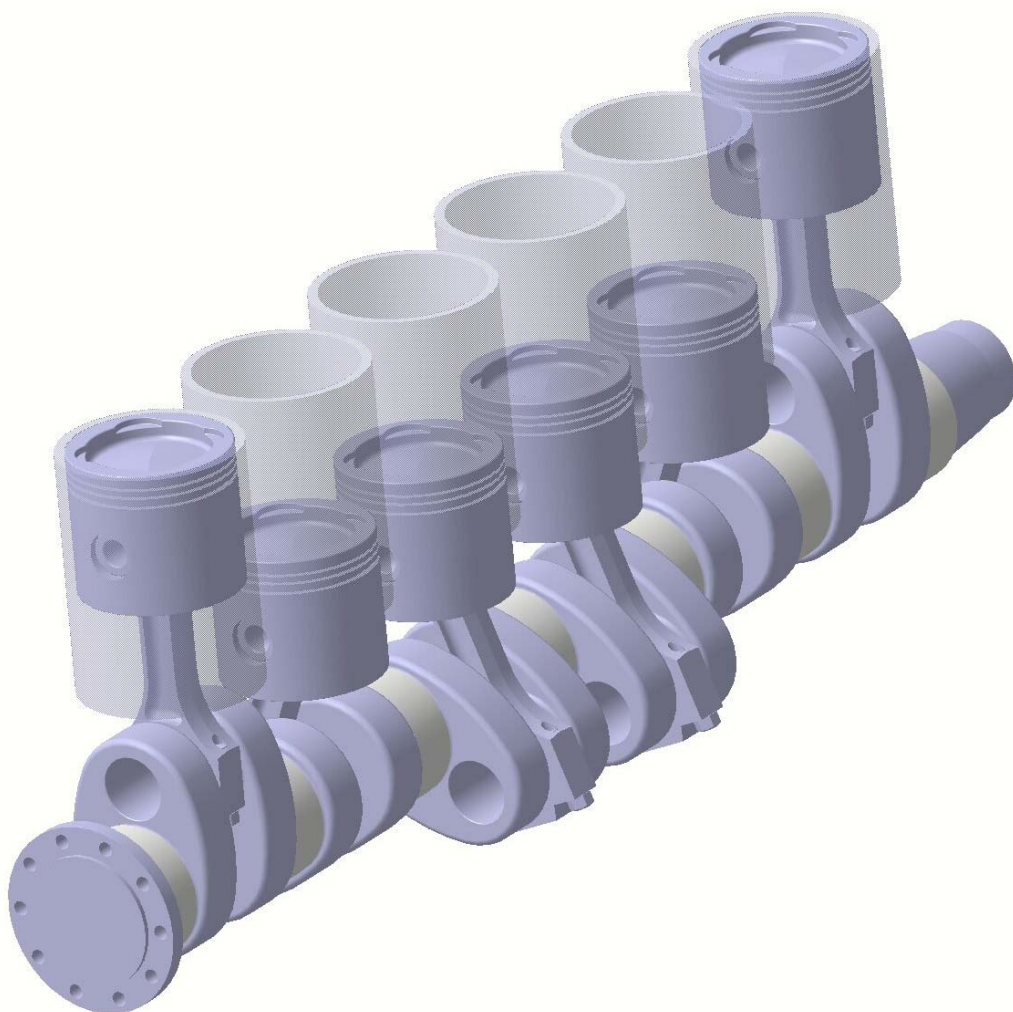


**Prof. Dr. -Ing. A. Belei**

**CAD Catia Kinematics**

# **Kinematiksimulation eines R6-Zylinder-Kurbeltriebes**

**Verfasser: Frank Werschmöller**



## 1. Aufgabenstellung

- Unter Catia V5 lassen sich mittels der DMU-Kinematik-Simulation mechanische Bewegungen erstellen, simulieren und analysieren. Durch die Analyse können eventuelle Engstellen oder Bauteildurchdringungen ermittelt und noch während der Konstruktion berücksichtigt werden. In der nun folgenden Dokumentation soll die kinematische Bewegung eines Reihen-6-Zylinder-Kurbeltriebes erstellt werden.

## 2. DMU-Kinematik

- *Das Erstellen einer Kinematik innerhalb von Catia beruht auf den Schritten:*
  - 2.1 Geometrien in den Arbeitsbereich laden und platzieren
  - 2.2 Fixiertes Teil definieren
  - 2.3 Antrieb(e) definieren
  - 2.4 Gelenke definieren / Mechanismus erzeugen
  - 2.5 Analyse des Mechanismus
  - 2.6 Simulation des Mechanismus

### **2.1. Geometrien in den Arbeitsbereich laden und platzieren**

- **Öffnen eines neuen Produktes über die Menüleiste**

- Datei – Neu – Product

oder durch

- Start – Digitale Modellerstellung – DMU-Kinematics

- **Umbenennen des Produktes**

- Produkt mit rechter Maustaste anklicken – Eigenschaften – Produkt

- **Laden von Geometrien**

- Einfügen – Vorhandene Komponenten – „Produkt“ im Strukturbaum anklicken – Part(s) wählen


(Shift + linke Maus

→ Mehrfachselektion

Control + linke Maustaste

→ Mehrfachdirektselektion)

oder durch

-  anklicken - „Produkt“ im Strukturbaum anklicken – Part(s)


=Vorhandene Komponente

wählen:

- Kurbelwelle
- Pleuel
- Kolben
- Kurbellager (siehe Anhang)
- Kolbenbolzen (siehe Anhang)
- Laufbuchse (siehe Anhang)


*Tip: Die einzelnen Bauteile/Geometrien sollten mit genauen Bezeichnungen versehen (rechte Maustaste – Eigenschaften – Produkt - ... ) und die Ebenendarstellungen möglichst nur eines Bauteiles angezeigt werden*

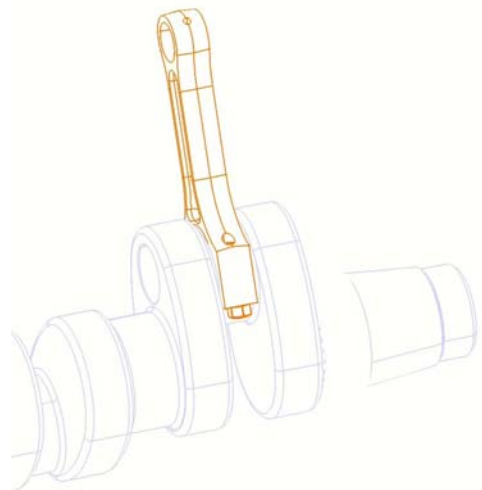
• **Platzierung/Drehung von Geometrien**


- **Kurbelwelle** anklicken
-  anklicken  
=Translation und Rotation  
→ Drehung der Kurbelwelle

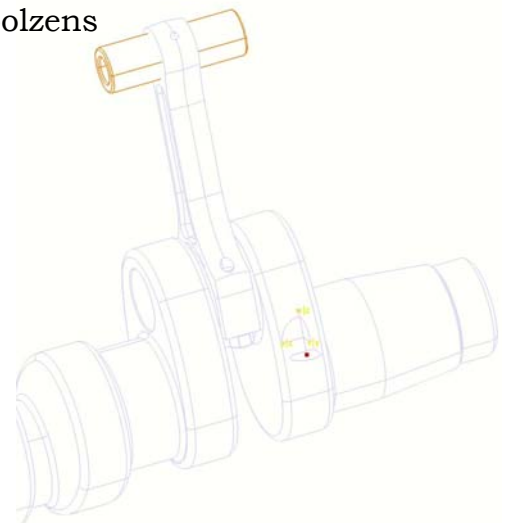


*Tipp: Aufruf des Icons durch: Ansicht - Symbolleiste - Anpassen - Symbolleiste - DMU-Kinematik - Neu - Foundation Design - Assembly*

- **Pleuel** anklicken
-  anklicken → Platzierung + Drehung des Pleuels  
=Translation und Rotation

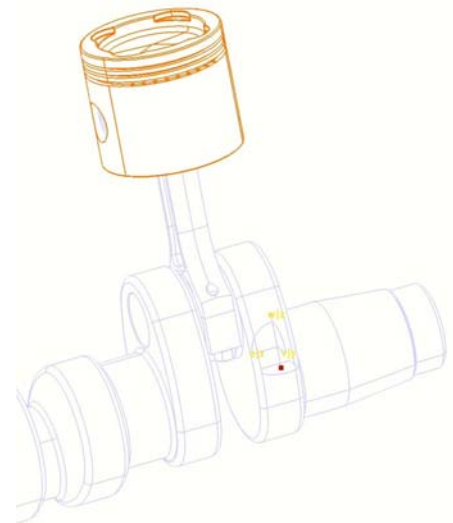


- **Kolbenbolzen** anklicken (Kolbenbolzenaufbau siehe Anhang)
-  anklicken → Platzierung des Kolbenbolzens  
=Translation und Rotation



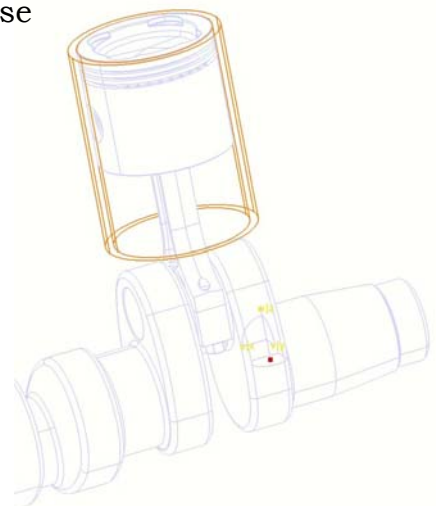
- **Kolben** anklicken

-  anklicken → Platzierung + Drehung des Kolbens  
=Translation und Rotation



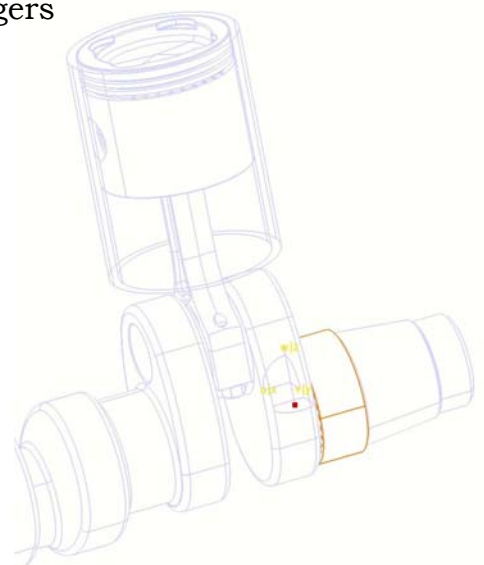
- **Laufbuchse** anklicken (Laufbuchsenaufbau siehe Anhang)

-  anklicken → Platzierung der Laufbuchse  
=Translation und Rotation



- **Kurbellager** anklicken ( Kurbellageraufbau siehe Anhang)

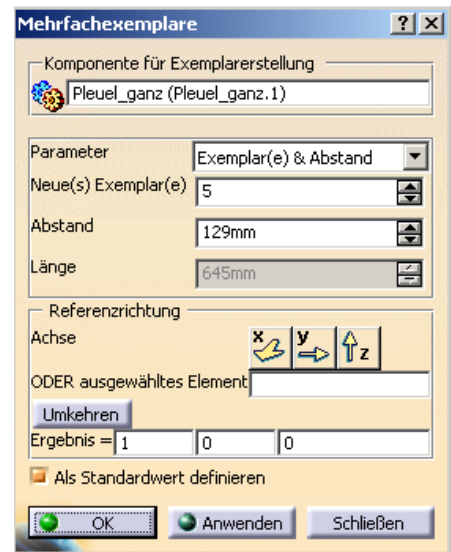
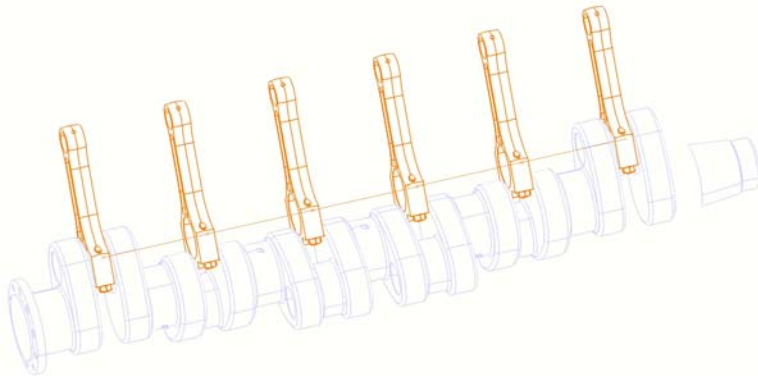
-  anklicken → Platzierung des Kurbellagers  
=Translation und Rotation



- **Duplizieren der Bauteile**

- **Pleuel** anklicken

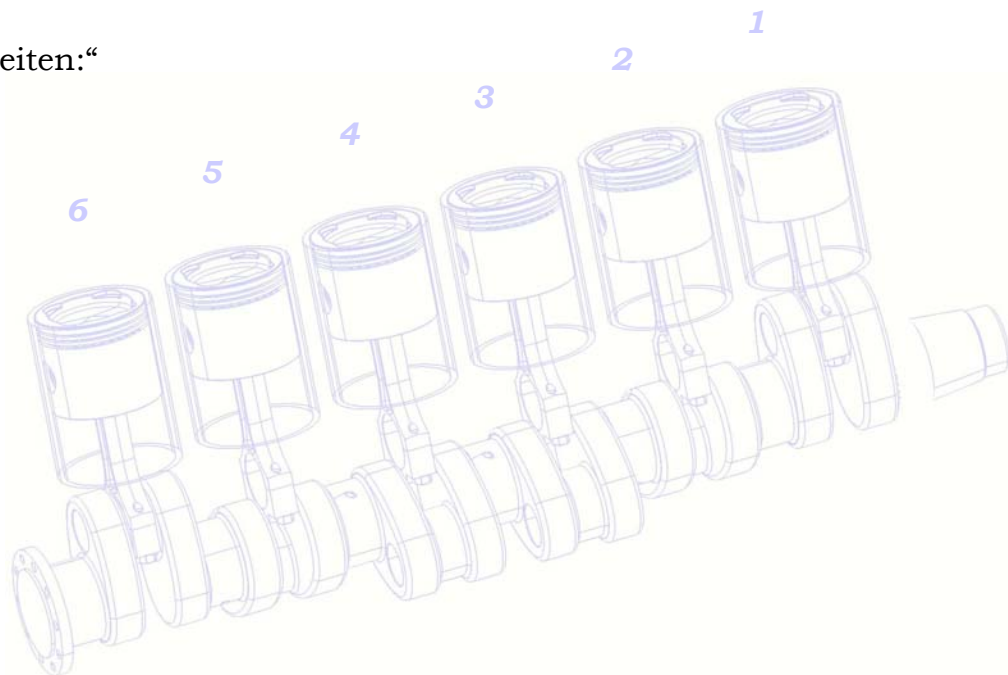
-  anklicken → Duplizieren + Verschieben des oberen Pleuelteils  
=Erzeugung von Mehrfachexemplaren erzeugen



- folgende Bauteile nach dem selben Verfahren Vervielfachen und Verschieben:

- Kolbenbolzen
- Kolben
- Laufbuchse

„Zylindereinheiten:“




*Hinweis: eigentliche Zählrichtung der Zylindereinheiten andersherum, jedoch für dieses Beispiel sinnvoller!!!*

## 2.2. Fixiertes Teil definieren

In einem Mechanismus muss mindestens ein Teil im Raum fest verankert werden.

### Vorgehensweise:


-  anklicken  
=fixiertes Teil
- Erzeugung eines „neuen Mechanismus“ anpicken
- zu „fixierende“ Teil (Kurbellager) selektieren

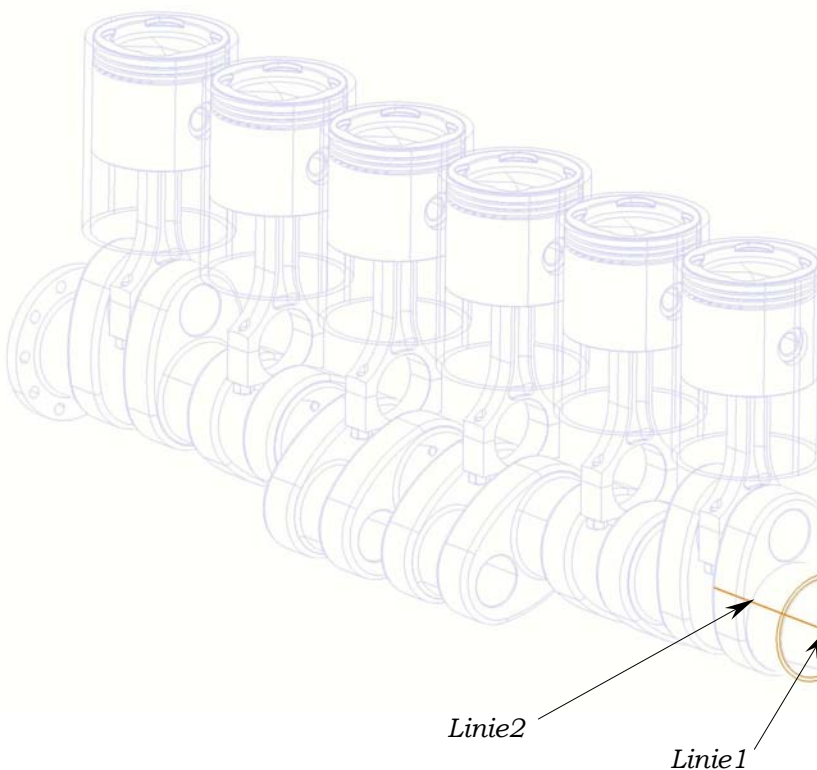
*Tip: Es ist sinnvoll, nur ein Bauteil als fixiertes Teil zu definieren und alle anderen feststehenden Bauteile über eine starre Verbindung mit dem „fixierten Teil“ zu verknüpfen!!!*

## 2.3. Antrieb(e) definieren

Die Festlegung eines Antriebes geschieht grundsätzlich bei der Gelenkdefinition, mittels Anklicken auf „abhängiger Winkel“ oder „abhängige Länge“

### Vorgehensweise:

-  anklicken  
=Drehverbindung
- Linie1 selektieren  
(Kurbelwellenzapfenachse)



- Linie2 selektieren  
(Kurbellagerachse)
- Ebene1 selektieren  
(Kurbelwellenzapfen-Stirnfläche)
- Ebene2 selektieren  
(Kurbellager-Stirnfläche)
- „Offset“ + „Abhängiger Winkel“ anklicken!!!

*Tip: teilweise muss man sehr langsam und behutsam über entsprechende Flächen/Linien mit der Maus fahren, um sie selektieren zu können!!!*

*Tip: sofern jetzt eine Ansicht der erstellten Simulation erwünscht ist, kann diese durch Anklicken von  eingesehen werden. Bei Beendigung sollte die Kurbelwelle jedoch wieder in der Ausgangsposition sein (0°)!!! (siehe 2.6.2)*

## 2.4. Gelenke + Mechanismus definieren

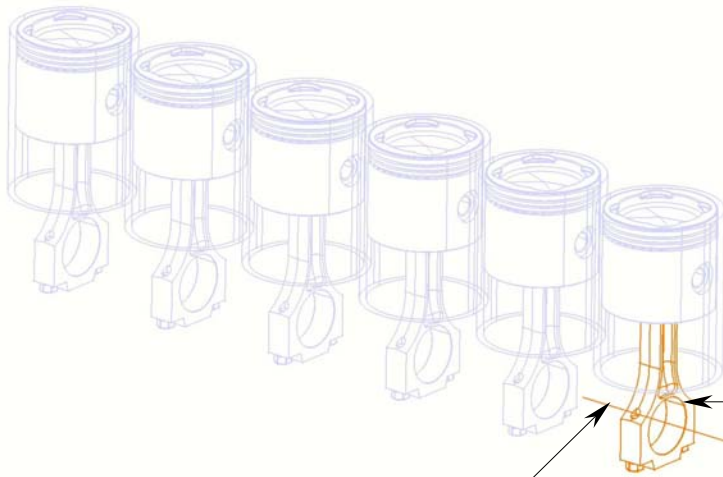
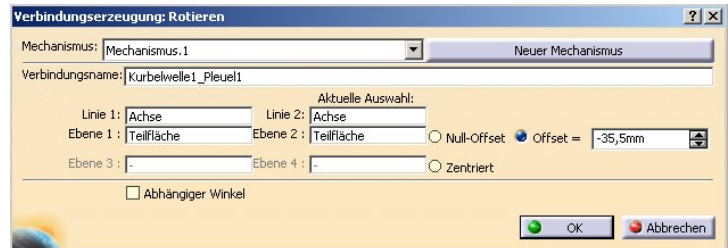
### 2.4.1. Gelenke + Mechanismus definieren für die 1. „Zylindereinheit“

*Tipp: Um bestimmte Linien/Flächen selektieren zu können, sollte man entsprechend mit NoShow/Show arbeiten!!!*

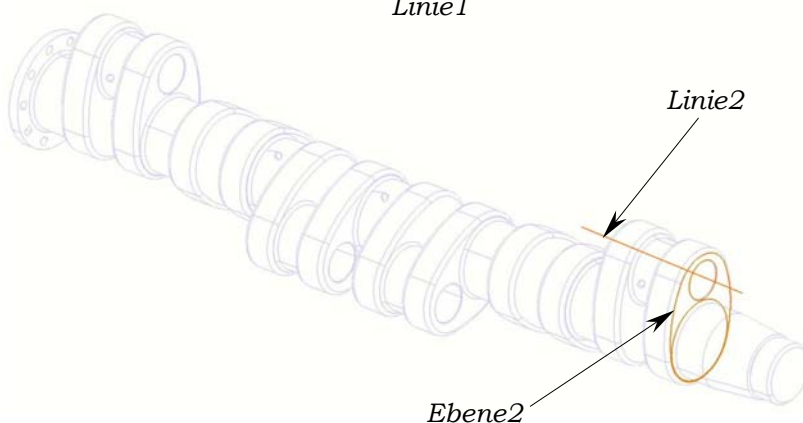
#### Drehverbindung zwischen Kurbelzapfen und Pleuel der 1. „Zylindereinheit“

##### Vorgehensweise:

-  anklicken  
 =Drehverbindung
- Linie1 selektieren  
 (Pleuelkopfachse)



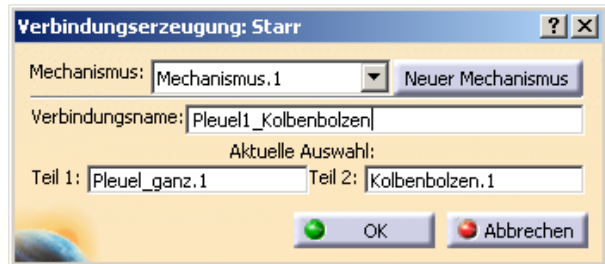
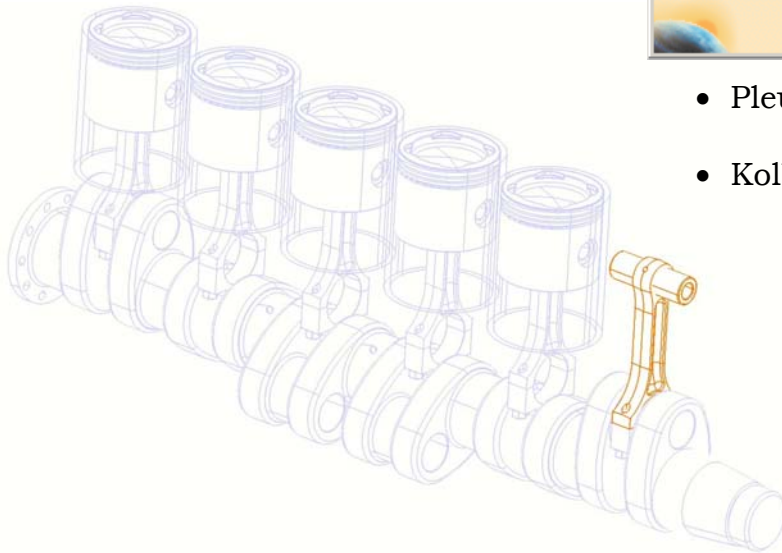
- Linie2 selektieren  
 (Kurbelzapfenachse)
- Ebene1 selektieren  
 (Pleuelkopf-Stirnfläche)
- Ebene2 selektieren  
 (Kurbelwangen-Stirnfläche)
- „Offset“ anklicken !!!



## Starre Verbindung zwischen Pleuelauge und Kolbenbolzen der 1. „Zylinder-einheit“

### Vorgehensweise:

-  anklicken  
=Starre Verbindung




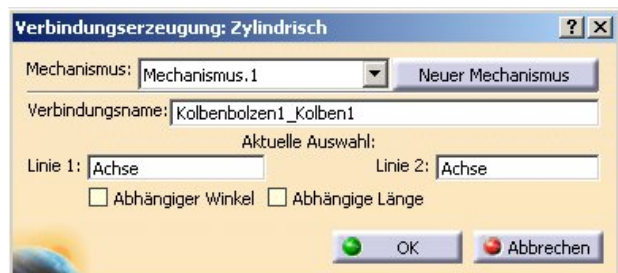
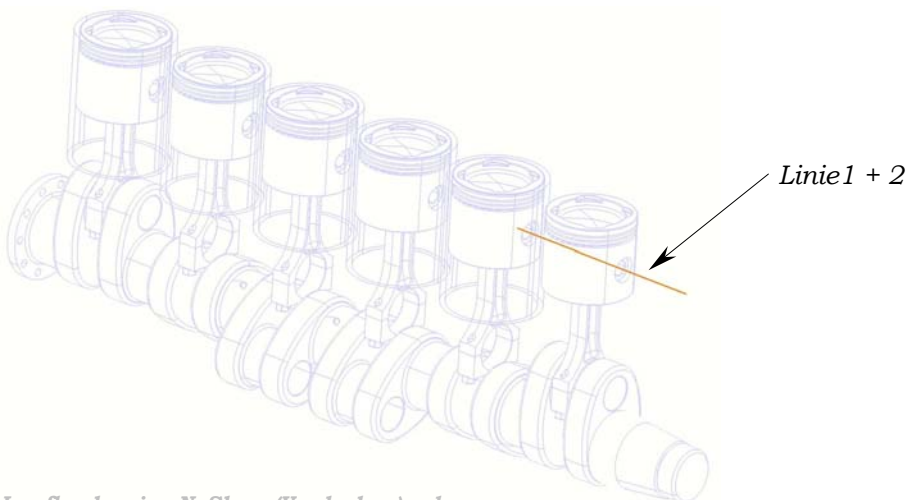
- Pleuel selektieren
- Kolbenbolzen selektieren

*Tipp: Laufbuchse und Kolben ins NoShow (Verdecken) geben*

## Zylindrische Verbindung zwischen Kolbenbolzen und Kolben der 1.„Zylinder-einheit“

### Vorgehensweise:


-  anklicken  
=Zylindrische Verbindung
- Linie 1 (Kolbenbolzenachse) selektieren
- Linie 2 (Kolbenachse) selektieren

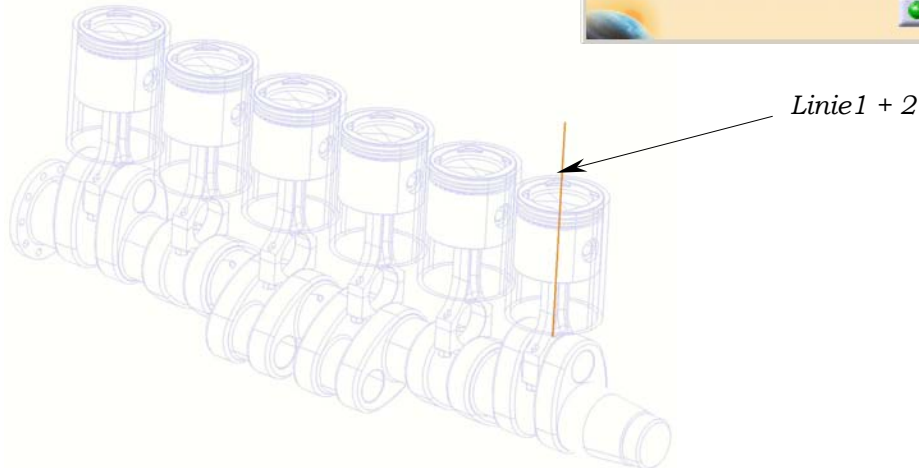


*Tipp: Laufbuchse ins NoShow (Verdecken) geben*

## Zylindrische Verbindung zwischen Kolben und Laufbuchse der 1. „Zylindereinheit“


### Vorgehensweise:

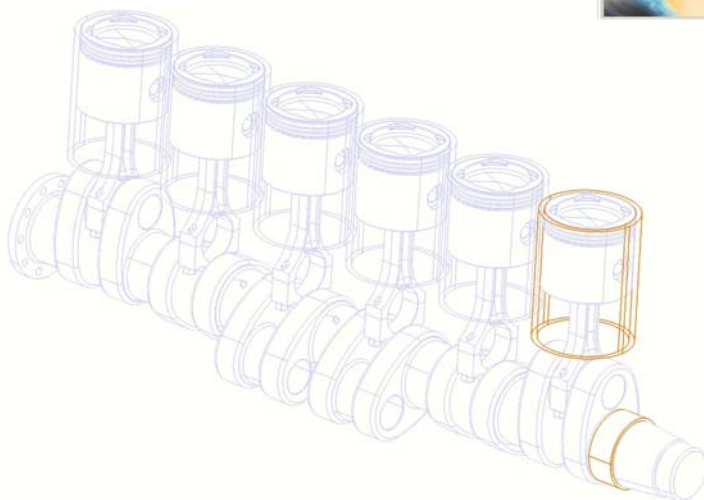
-  anklicken  
=Zylindrische Verbindung
- Linie1 (Kolben) selektieren
- Linie2 (Laufbuchse) selektieren



## Starre Verbindung zwischen Laufbuchse und Kurbellager der 1. „Zylindereinheit“

### Vorgehensweise:

-  anklicken  
=Starre Verbindung
- Laufbuchse selektieren
- Kurbellager (fixiertes Teil) selektieren



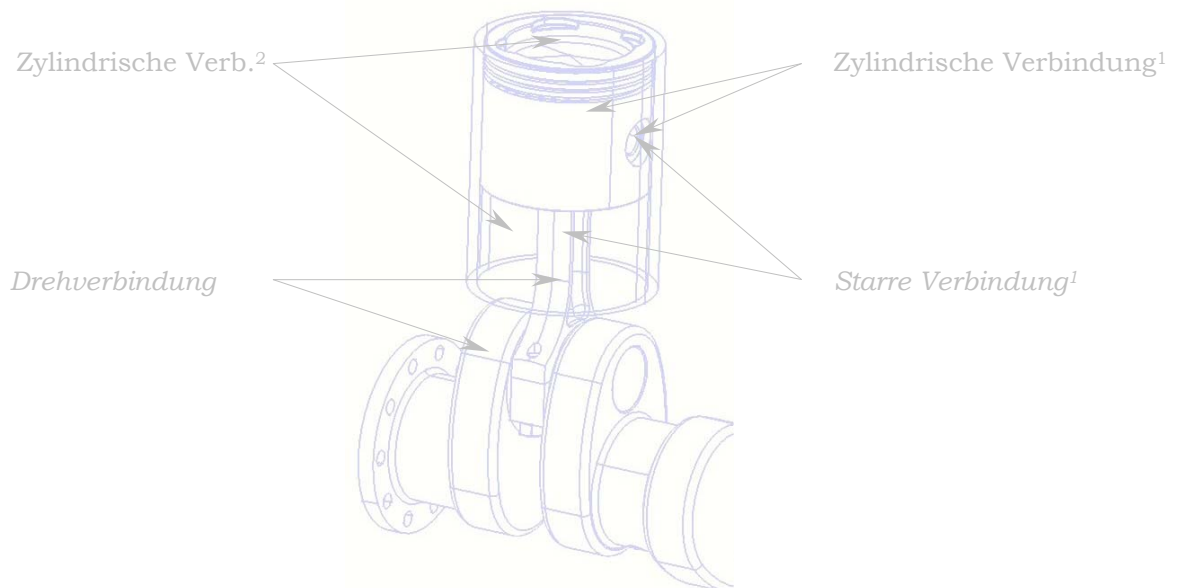
→der kinematische Mechanismus für die 1. „Zylindereinheit“ ist komplett

*Tipp: sofern jetzt eine Ansicht der erstellten Simulation erwünscht wird, kann diese durch Anklicken von  eingesehen werden. Bei Beendigung sollte die Kurbelwelle jedoch wieder in der Ausgangsposition sein (0°)!!! (siehe 2.6.2.)*

## 2.4.2. Gelenke + Mechanismus definieren für die 6. „Zylindereinheit“


### Vorgehensweise:

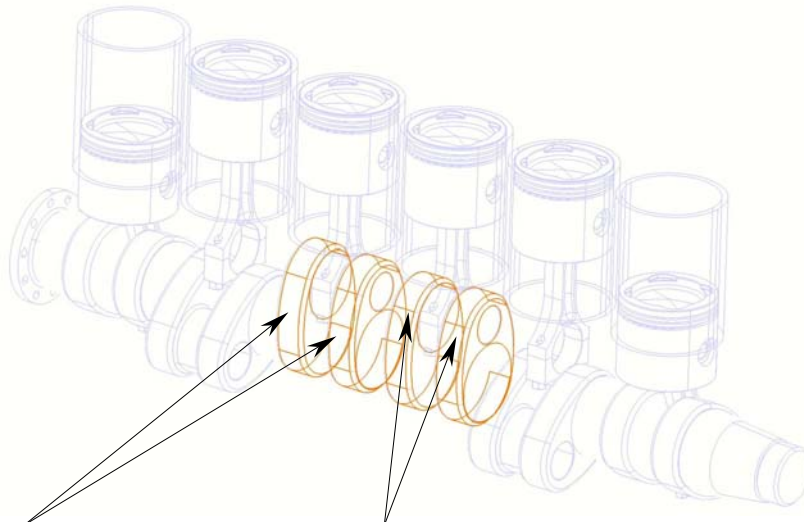
- wie zuvor unter 2.4.1., jedoch nun für die 6. „Zylindereinheit“:
  - Drehverbindung : Kurbelwelle ⇔ Pleuel
  - Starre Verbindung<sup>1</sup> : Pleuel ⇔ Kolbenbolzen
  - Zylindrische Verb.<sup>1</sup> : Kolbenbolzen ⇔ Kolben
  - Zylindrische Verb.<sup>2</sup> : Kolben ⇔ Laufbuchse
  - Starre Verbindung : Laufbuchse ⇔ Kurbellager



### 2.4.3. Gelenke + Mechanismus definieren für die 3. + 4. „Zylindereinheit“

#### Vorgehensweise:

- Verdrehung der Kurbelwelle über  um  $120^\circ$   
=Simulation mit Befehlen  
= (Kurbelwangen der 3. und 4. Zylindereinheit senkrecht zur X- und Y-Achse)
- wie zuvor unter 2.4.2., jedoch nun für die 3. + 4. „Zylindereinheit“



Kurbelwange  
der 4. „Zylindereinheit“


Kurbelwange  
der 3. „Zylindereinheit“

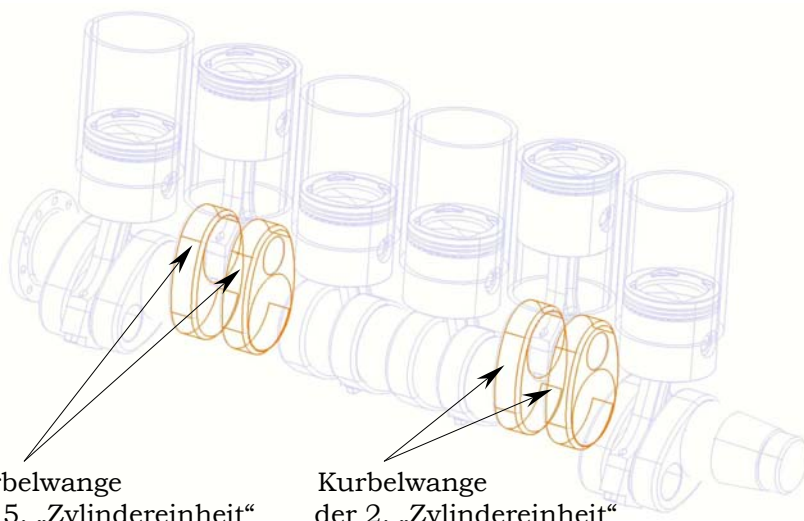
Verdrehung



### 2.4.4. Gelenke + Mechanismus definieren für die 2. + 5. „Zylindereinheit“

#### Vorgehensweise:

- Verdrehung der Kurbelwelle über  um  $120^\circ$   
=Simulation mit Befehlen  
= (Kurbelwangen der 2. und 5. Zylindereinheit senkrecht zur X- und Y-Achse)
- wie zuvor unter 2.4.2., jedoch nun für die 2. + 5. „Zylindereinheit“



Kurbelwange  
der 5. „Zylindereinheit“

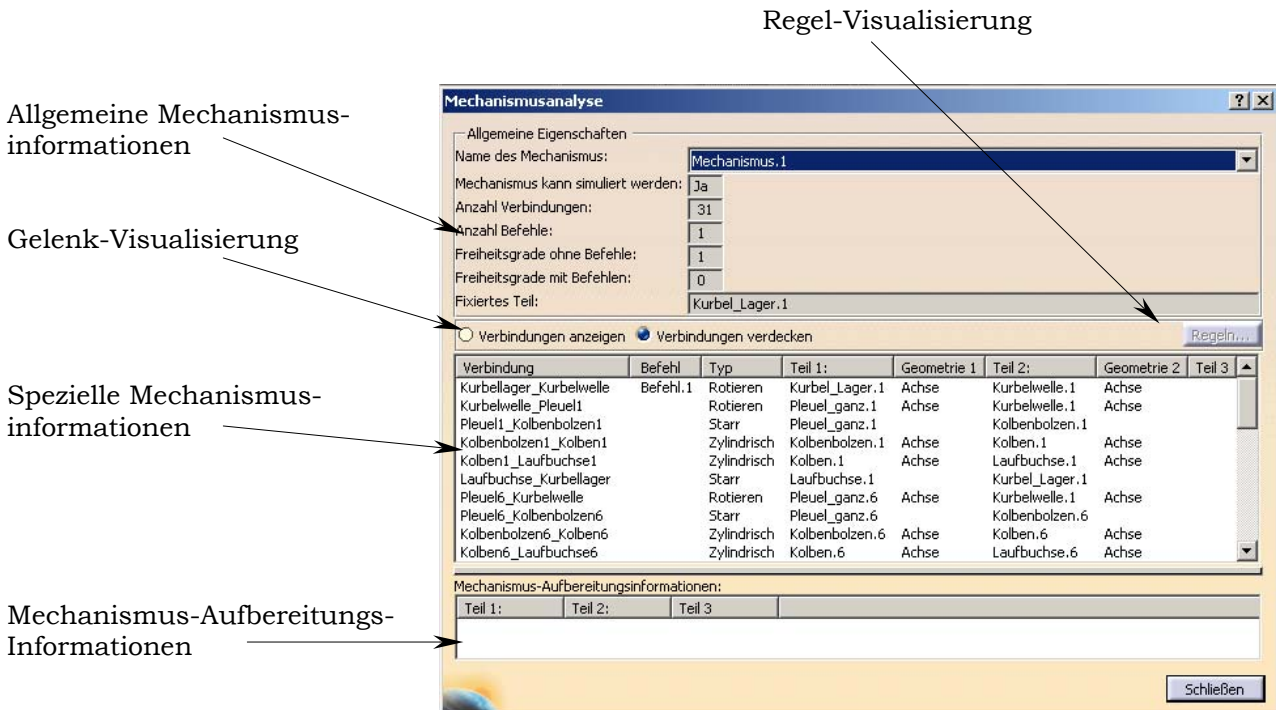
Kurbelwange  
der 2. „Zylindereinheit“

Verdrehung



## 2.5. Analyse des Mechanismus

Die Mechanismus-Analyse zeigt Ergebnisse und Informationen für die Funktionsfähigkeit eines kinematischen Mechanismus an.






Die **Gelenk-Visualisierung** ermöglicht die Darstellung der Gelenksymbole im CATProduct. Dies ist jedoch nur möglich, solange das Dialogfenster geöffnet ist; wird es geschlossen, springen die Gelenk-Symbole wieder in den NoShow (Verdecken)-Modus.

Die **Speziellen Mechanismus-Informationen** sind (von links nach rechts):

- enthaltenen Gelenke
- verwendeten Antriebsbefehle
- Gelenktyp
- Teil, welches bei der Gelenkdefinition als erstes (Part1) selektiert wurde
- Geometrie-Element, welches in Part1 selektiert wurde
- Teil, welches bei der Gelenkdefinition als zweites (Part2) selektiert wurde
- Geometrie-Element, welches in Part2 selektiert wurde
- Teil, welches bei der Gelenkdefinition als drittes (Part3) selektiert wurde
- Ergänzende Informationen

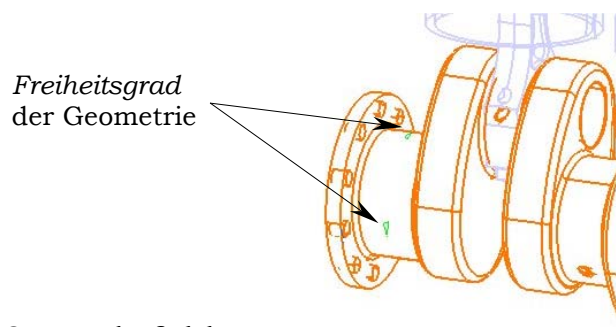
## 2.6. Simulation des Mechanismus

Um einen Mechanismus zu simulieren stehen in CATIA V5 drei Möglichkeiten zur Verfügung:

-  Direkte Manipulation  
=Simulation mit Befehlen
-  Simulation mit Steuerbefehlen  
=Simulation mit Befehlen
-  Simulation mit Bewegungsgesetzen  
=Simulation mit Regeln

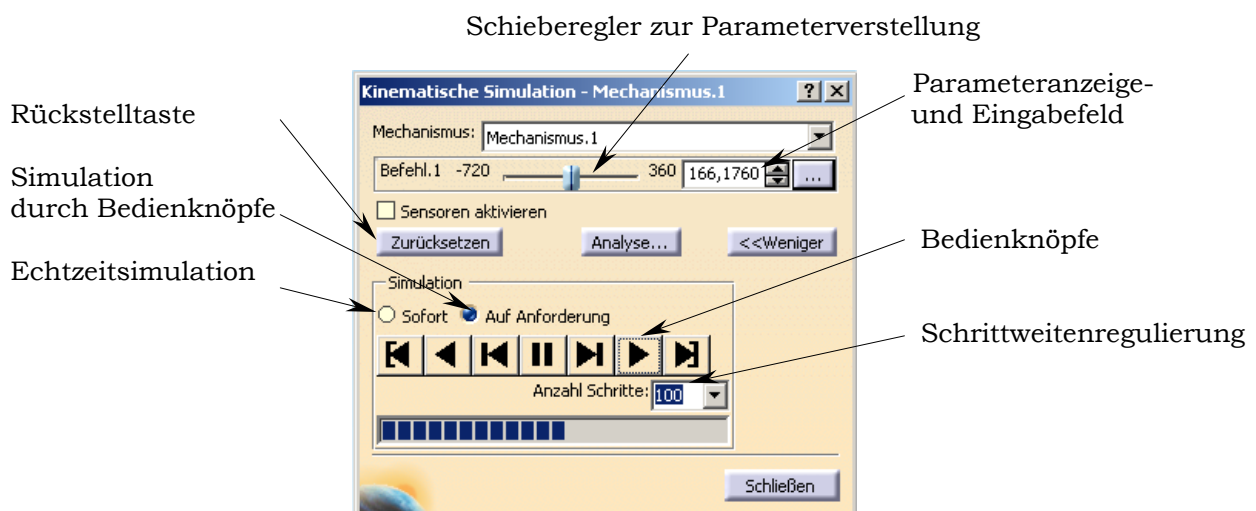
### 2.6.1. Direkte Manipulation

Die Gelenke können, sofern sie als Antrieb genutzt werden, direkt manipuliert werden. Dabei fährt man mit der Maus über die bewegliche Geometrie und es erscheint ein Pfeil, der die möglichen Freiheitsgrade zeigt. Klickt man nun mit der linken Maustaste und zieht dabei die Maus in die entsprechende Richtung, wird eine Bewegung erzeugt.



### 2.6.2. Simulation mit Steuerbefehlen

Steuerbefehle stellen in einem Mechanismus die steuerbaren Bewegungsmöglichkeiten (Freiheitsgrade) eines Antriebes dar.



**Tipp:** Bei der „Simulation auf Anforderung“ sollte man wie folgt vorgehen:

- „Auf Anforderung“ klicken
- Schieberegler zur Parameterverstellung nach rechts oder links „schieben“
- Anzahl der Schritte eingeben
- Bedienknopf „Play“ anklicken

= Es wird der Bereich zwischen Anfangs- und End-Schiebereglerstellung simuliert

### **2.6.3. Simulation mit Bewegungsgesetzen**





Die Simulation mit Bewegungsgesetzen (Regeln, Gesetzen) ermöglicht es, Relativbewegungen mit einem Mechanismus in Abhängigkeit von der Zeit zu simulieren.

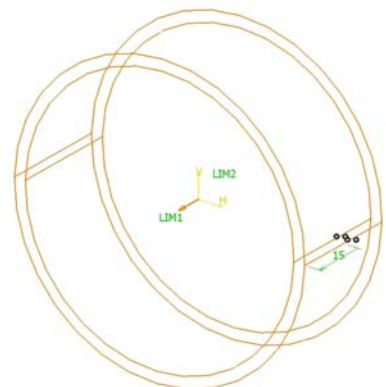
## Anhang

### 1. Aufbau eines Kurbellager



#### Vorgehensweise:






- **Öffnen eines neuen Dokumentes** (Parts) über die Menüleiste
  - Datei – Neu – „Part“ auswählen
- **Part1 umbenennen**
  - Part1 mit rechter Maustaste anklicken
  - Eigenschaften – Produkt – Teilenummer – „Kurbel\_Lager“
- **2D-Grundkontur erstellen**
  - yz-Ebene anklicken
  -  anklicken  
=Skizzierer
    -  anklicken  
=Kreis erzeugen
      - Erzeugung des 1. Kreises
        - mit der Maus den Mittelpunkt (0/0) des 1. Kreises selektieren
        - die Maus solange vom selektierten Mittelpunkt weg bewegen bis Radius 40mm erreicht wurde
        - Editieren durch Doppelklick auf den erzeugten Kreis (Radius von 40mm auf 37mm ändern)
      - Erzeugung eines zweiten Kreises mit dem selbem Mittelpunkt, jedoch mit einem Radius von 40mm
        - Vorgehensweise wie beim ersten Kreis
      -  anklicken  
=Umgebung verlassen
  -  anklicken  
=Block erstellen
    - „gespiegelte Ausdehnung“ anpicken
    - „Länge“ mit 15mm angeben
    - mit „OK“ bestätigen
- **3D-Körper erstellen**
  - einen der erzeugten Kreise anklicken

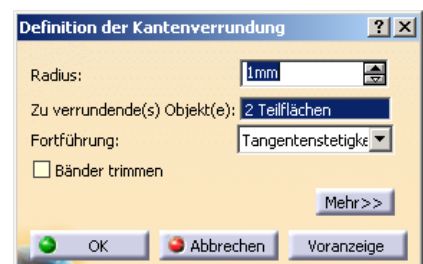
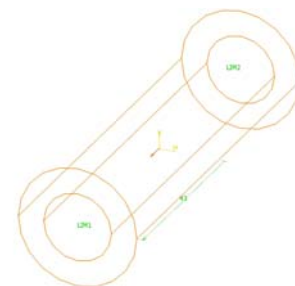


## Anhang

### 2. Aufbau eines Kolbenbolzen

#### Vorgehensweise:





- **Öffnen eines neuen Dokumentes (Parts)**  
über die Menüleiste
  - Datei – Neu – „Part“ auswählen
- **Part1 umbenennen**
  - Part1 mit rechter Maustaste anklicken
  - Eigenschaften – Produkt – Teilenummer – „Kolbenbolzen“
- **2D-Grundkontur erstellen**
  - yz-Ebene anklicken
  -  anklicken  
=Skizzierer
    -  anklicken  
=Kreis erzeugen
    - Erzeugung des 1. Kreises
      - mit der Maus den Mittelpunkt (0/0) des 1. Kreises selektieren
      - die Maus solange vom selektierten Mittelpunkt weg bewegen bis Radius 20mm erreicht wurde
      - Editieren durch Doppelklick auf den erzeugten Kreis (Radius von 20mm auf 14mm ändern)
    - Erzeugung eines zweiten Kreises mit dem selbem Mittelpunkt, jedoch mit einem Radius von 8mm
      - Vorgehensweise wie beim ersten Kreis
    -  anklicken  
=Umgebung verlassen
  - **3D-Körper erstellen**
    - einen der erzeugten Kreise anklicken
    -  anklicken  
=Block erstellen
      - „gespiegelte Ausdehnung“ anpicken
      - „Länge“ mit 43mm angeben
      - mit „OK“ bestätigen
  - **3D-Körperkanten verrunden**
    -  anklicken  
=Kantenverrundung
      - Verrundungsradius= 1mm eingeben
      - äußere und innere Fläche anklicken
      - mit „OK“ bestätigen



## Anhang

### 3. Aufbau einer Laufbuchse

#### Vorgehensweise:

- **Öffnen eines neuen Dokumentes (Parts)** über die Menüleiste
  - Datei – Neu – „Part“ auswählen
- **Part1 umbenennen**
  - Part1 mit rechter Maustaste anklicken
  - Eigenschaften – Produkt – Teilenummer – „Laufbuchse“
- **2D-Grundkontur erstellen**
  - yz-Ebene anklicken
  -  anklicken  
=Skizzierer
  -  anklicken  
=Kreis erzeugen
  - Erzeugung des 1. Kreises
    - mit der Maus den Mittelpunkt (0/0) des 1. Kreises selektieren
    - die Maus solange vom selektierten Mittelpunkt weg bewegen bis Radius 60mm erreicht wurde
    - Editieren durch Doppelklick auf den erzeugten Kreis (Radius von 60mm auf 55mm ändern)
  - Erzeugung eines zweiten Kreises mit dem selbem Mittelpunkt, jedoch mit einem Radius von 49mm
    - Vorgehensweise wie beim ersten Kreis
  -  anklicken  
=Umgebung verlassen
- **3D-Körper erstellen**
  - einen der erzeugten Kreise anklicken
  -  anklicken  
=Block erstellen
    - „Länge“ mit 147mm angeben
    - mit „OK“ bestätigen
- **Transparenz der Laufbuchse festlegen**
  - mit der rechten Maustaste im Strukturbaum den Hauptkörper anklicken
  - Eigenschaften – Grafik – Transparenz auf 255 stellen
  - Mit „OK“ bestätigen

