

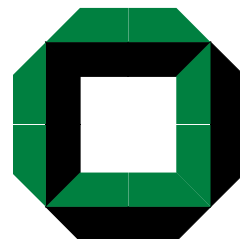
# CAD-Arbeitsplatzpraktikum

„Verteilte Konstruktion“



## CAD mit I-DEAS

Praktikumsunterlagen



Institut für Rechneranwendung  
in Planung und Konstruktion (rpk)  
Universität Karlsruhe (TH)  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe

Erstellt von cand. mach. Robert Landwehr

© Institut RPK, Karlsruhe 1997

# PROLOG

## 1 Lehrinhalte und Lehrziele der Veranstaltung

---

### 1.1 Lehrinhalte

- geometrische Modellierungsoperationen
- Reservierungs- und Freigabemechanismen von Konstruktionen
- Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den beteiligten Konstrukteuren
- Integration der Teillösungen

### 1.2 Lehrziele

Die Teilnehmerinnen & Teilnehmer sollen:

- grundlegende Kenntnisse der Konstruktion mit CAD-Systemen in Verbindung mit Kenntnissen aus dem Bereich der Verteilten Konstruktion kennenlernen,
- mit Hilfe der Verteilten Konstruktion größere Konstruktionsprobleme auf mehrere Personen aufteilen und lösen,
- die Vorteile der Verteilten Konstruktion und die damit verbundenen Schwierigkeiten erkennen.

## 2 Allgemeine Dokument-Informationen

---

Die OnLine Dokumentation zum Praktikum ist als plattform-unabhängiges File (PDF = Portable Document Format) am Institut für Rechneranwendung und Konstruktion (RPK) und am Forschungszentrum Informatik (CAD/CAM-Abteilung) in Karlsruhe frei erhältlich.

Der PDF-Browser *Adobe Acrobat Reader* ist als Freeware direkt bei Adobe erhältlich. Der Reader ist in 8 verschiedenen Sprachen für 12 verschiedene Plattformen erhältlich:

Bezugsquelle: <http://www.adobe.com/>

## 3 Formate im Dokument

### 3.1 Befehle

Befehle, auf die in diesem Skript verwiesen wird, sind immer im folgenden Format formatiert:

BEFEHL

### 3.2 Hyperlinks

Hyperlinks haben das folgende Zeichenformat

Hyperlink

Sie führen zu einem Punkt im Dokument, an dem mehr Informationen über das aktuell angesprochene Thema stehen. Außerdem sind Inhaltsverzeichnis, Index und Fußzeile als Hyperlinks angelegt.

### 3.3 Fußzeile

Die Fußzeile enthält sieben Hyperlinks:

◀◀ Inhalt i ? Index ▶▶



Back: Springt einen Hyperklick zurück



Last Page: Springt eine Seite zurück

Inhalt

Inhalt: Springt ins Inhaltsverzeichnis



Info: Springt auf eine Seite, die zusätzliche Informationen zum Dokument beinhaltet



Help: Springt auf die Hilfeseite

Index

Index: Springt zum Index



Next Page: Springt auf die nächste Site



	<b>Prolog</b>	<b>3</b>
	1 Lehrinhalte und Lehrziele der Veranstaltung	3
	1.1 Lehrinhalte	3
	1.2 Lehrziele	3
	2 Allgemeine Dokument-Informationen	4
	3 Formate im Dokument	5
	3.1 Befehle	5
	3.2 Hyperlinks	5
	3.3 Fußzeile	5
<b>Kapitel 1</b>	<b>ALLGEMEINES ÜBER I-DEAS</b>	<b>13</b>
	1 Aufbau der Master Series	13
	1.1 Design	15
	1.2 Test	16
	1.3 Manufacturing	17
	1.4 Drafting	17
	1.5 Simulation	17
	1.6 Management	17
	1.7 Geometry Translators	17
	2 Dateistruktur	18
	2.1 Projekte (Projects)	19
	2.2 Behälter (Container)	19
	2.3 Modell-Dateien (Model Files)	19
	2.4 Kataloge (Catalogs)	20
	2.5 Bibliotheken (Libraries)	21
	3 Wissenskontrolle	21
<b>Kapitel 2</b>	<b>BEDIENUNG DER APPLIKATION: DESIGN</b>	<b>23</b>
	1 Einloggen und Ausloggen an einer Workstation	23
	1.1 Einloggen	23
	1.2 Ausloggen	24
	2 Starten und Beenden von I-DEAS	24
	2.1 Starten	24
	2.2 Beenden	25

	3	Bedienen von I-DEAS	26
	3.1	<i>Funktionen der Maustasten</i>	26
	3.2	<i>Eingabe von Befehlen</i>	26
	3.3	<i>Steuerung der dynamischen Ansicht</i>	26
	4	Die Benutzeroberfläche	27
	4.1	<i>Graphic-Region</i>	28
	4.2	<i>Icon-Panel</i>	28
	4.3	<i>Listfenster (List Window)</i>	30
	4.4	<i>Promptfenster (Prompt Window)</i>	30
	5	Wissenskontrolle	31
<b>Kapitel 3</b>		<b>MODELLIEREN VON TEILEN</b>	<b>33</b>
	1	Begriffe	33
	1.1	<i>Was ist ein Teil (Part)?</i>	33
	1.2	<i>Was ist ein Feature?</i>	33
	2	Erzeugung von Volumenelementen	34
	2.1	<i>Volumenprimitiva</i>	34
	3	Erzeugung von Produktionsmodellen	34
	3.1	<i>Eine Grundmethode für die Erzeugung von Produktionsmodellen</i>	34
	3.2	<i>Extrude (Translationsmodell)</i>	35
	3.3	<i>Revolve (Rotationsmodell)</i>	35
	3.4	<i>Sweep (Trajektionsmodell)</i>	36
	3.5	<i>Shell</i>	37
	3.6	<i>Loft</i>	37
	4	Freiformflächen	38
	4.1	<i>Mesh of Curves</i>	38
	4.2	<i>Surfaces by Boundary / Fit Surface to Points</i>	38
	5	Wissenskontrolle	39
<b>Kapitel 4</b>		<b>ZWANGSBEDINGUNGEN (CONSTRAINTS)</b>	<b>41</b>
	1	Allgemeines	41
	1.1	<i>Was sind Constraints?</i>	41
	1.2	<i>Verschiedene Arten von Constraints</i>	41
	2	2D-Constraints	42
	2.1	<i>Das Constraint-Konzept</i>	42
	2.2	<i>2D-Beispiel</i>	44
	2.3	<i>Darstellung von Constraints</i>	44
	3	Dynamic Navigator	45
	3.1	<i>Aufgabe des Dynamic Navigators</i>	45
	3.2	<i>Steuern des Dynamic Navigators</i>	45
	3.3	<i>Die Symbole des Dynamik Navigator</i>	46
	4	3D-Constraints	47
	4.1	<i>Constraints ohne Freiheitsgrad</i>	47
	4.2	<i>Constraints mit einem Freiheitsgrad</i>	48

	5 Wissenskontrolle	49
<b>Kapitel 5</b>	<b>BAUGRUPPEN (ASSEMBLIES)</b>	<b>51</b>
	1 Baugruppen, allgemein	51
	1.1 Funktionen und Vorteile von Baugruppen	51
	1.2 Aufbau komplexer Baugruppen (Assemblies)	52
	2 Anwendung von Baugruppen	53
	2.1 Ablauf der Erzeugung einer Baugruppe	53
	3 Wissenskontrolle	54
<b>Kapitel 6</b>	<b>EINFÜHRUNGSBEISPIEL</b>	<b>55</b>
	1 Allgemeines	55
	1.1 Aufgabenstellung	55
	1.2 Die ersten Schritte	55
	1.3 Vereinbarung	56
	2 Voreinstellungen	56
	2.1 Workplane	56
	2.2 Bildschirmausschnitt zoomen	56
	3 Konstruktion der Grundfläche	57
	3.1 Begrenzungslinie durch Polyline	57
	3.2 2D-Rundungen (Fillet)	60
	3.3 Halbkreis an Linie 5	61
	3.4 Linie Löschen	62
	4 Zwangsbedingungen vervollständigen	63
	4.1 Tangenten	63
	4.2 Parallelen	63
	4.3 Winkel	64
	4.4 Längen	64
	4.5 Dimensionen ändern	65
	4.6 Kreis einfügen	66
	4.7 Geometrisch voll bestimmt?	66
	5 Die 3. Dimension	67
	5.1 Extrude	67
	5.2 Nut ausfräsen	68
	5.3 Loch bohren	69
	5.4 Feature ändern	69
	6 Daten verwalten	71
	6.1 Objekt benennen	71
	6.2 Information anzeigen lassen	71
	6.3 Part im Modelfile ablegen	71
	7 Konstruktionszeichnung erstellen	72
	7.1 Task wechseln	72
	7.2 Zeichnung eröffnen	72

<b>Kapitel 7</b>	<b>KONSTRUKTIONСУNTERLAGEN FÜR DEN BAGGER</b>	<b>75</b>
	1 Allgemeines	75
	1.1 Aufgabe	75
	1.2 Vorgehensweise	75
	1.3 Stückliste	76
	2 Einzelteilzeichnungen des Baggermodells	77
	2.1 B01 : Achse	77
	2.2 B02 : Amaturenbrett	79
	2.3 B03 : Ausleger groß	80
	2.4 B04 : Ausleger klein	82
	2.5 B05 : Auspuffdeckel	83
	2.6 B06 : Auspuffrohr	84
	2.7 B07 : Basis groß	86
	2.8 B08 : Basis klein	87
	2.9 B09 : Bolzenführung	88
	2.10 B10 : Felge	89
	2.11 B11 : Griff	91
	2.12 B12 : Haus Bagger	93
	2.13 B13 : Haus Fahrer	95
	2.14 B14 : Haus Motor	96
	2.15 B15 : Hydr. Kolben	97
	2.16 B16 : Hydr. Zylinder	98
	2.17 B17 : Lenkrad	99
	2.18 B18 : Reifen	100
	2.19 B19 : Schaufel	101
	2.20 B20 : Sitz	103
	2.21 B21 : Trittbrett	105
	3 Bauteile allen Konstruktionsgruppen zur Verfügung stellen	106
	3.1 Teile in die Bibliothek spielen (Check In)	106
	3.2 Teile aus den Bibliotheken holen	106
	4 Baugruppen	107
	4.1 BG1: Fahrerhaus	107
	4.2 BG2: Fahrwerk	108
	4.3 BG3: Aufbauten	109
	4.4 BG4: Ausleger	110
<b>Anhang A</b>	<b>ÜBUNGEN ZU EINZELNEN FUNKTIONEN VON I-DEAS</b>	<b>111</b>
	1 Umgang mit Modify Entity und Feature	111
	2 Arbeiten mit Constraints	113
	2.1 Vorgeschichte	113
	2.2 Vorgehensweise	113
	3 Umgang mit parametrisierten Bauteilen und Katalogen	115
	3.1 Vorgeschichte	115
	3.2 Vorgehensweise	115
	4 Komplexe Konstruktion	119
	4.1 Aufgabenstellung	119

<b>5</b>	<b>Kinetische Baugruppen animieren</b>	<b>122</b>
5.1	<i>Aufgabenstellung</i>	122
5.2	<i>Vorgehensweise</i>	122
<b>6</b>	<b>Konstruktionen und Baugruppen</b>	<b>124</b>
6.1	<i>Vorbemerkung und Hinweise</i>	124
6.2	<i>Konstruktionsaufgabe</i>	124

## Anhang B

### **SPEZIELLE BEFEHLE VON I-DEAS** **129**

<b>1</b>	<b>Umgang mit Bibliotheken</b>	<b>129</b>
1.1	<i>Allgemeines</i>	129
1.2	<i>Daten aus der Bibliothek holen (Get from Lib)</i>	130
1.3	<i>Daten in die Bibliothek spielen (Check In)</i>	131
1.4	<i>Zugriffsrechte</i>	133
<b>2</b>	<b>Teile aufeinander ausrichten</b>	<b>133</b>
2.1	<i>Surface Operations</i>	133
2.2	<i>Kanten ausrichten</i>	134
2.3	<i>Ausrichtungskommandos mit Punkten</i>	135
<b>3</b>	<b>Anpassen der Schriftart und -größe von Maßzahlen</b>	<b>136</b>
3.1	<i>Allgemeines</i>	136
3.2	<i>Erscheinungsform von Maßzahlen verändern</i>	136
3.3	<i>Erscheinungsform nachhaltig verändern</i>	137
3.4	<i>Alle Objekte vereinheitlichen</i>	137
<b>4</b>	<b>Wissenkontrolle</b>	<b>137</b>



---

## 1 Aufbau der Master Series

---

I-DEAS ist ein modular aufgebautes CAE-Software-Paket (Computer Aided Engineering) und wird von der amerikanischen Firma SDRC hergestellt. Für den computerunterstützten Produktentwicklungsprozeß stehen die folgenden 8 Programme (Tasks) zur Verfügung:

- Design,
- Drafting,
- Simulation,
- Test,
- Manufacturing,
- Management,
- Geometry Translators,

Die Abbildung 1-1 zeigt Ihnen den Aufbau der Master Series.

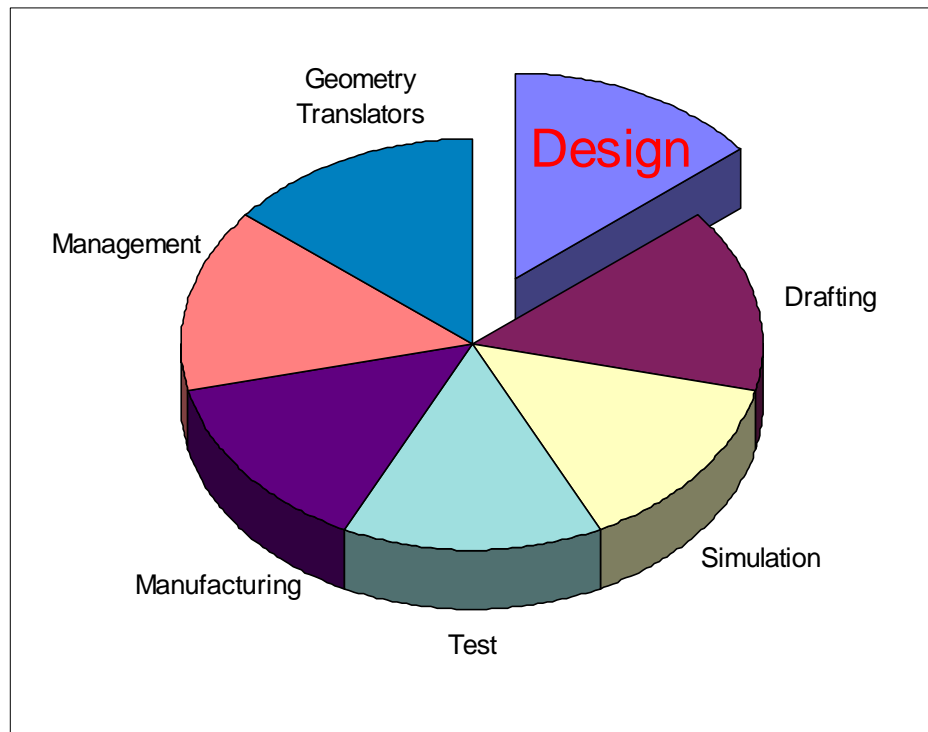
Das Programmpaket beinhaltet alle Funktionen, die für eine Produktentwicklung benötigt werden, wie z.B.

- das Verwalten von 3D-Daten und Konstruktionszeichnungen,
- das Erstellen von Baugruppen-Hierarchien,
- das Durchführen von Simulationen,
- automatisches Erstellen von Fertigungsschritten,
- u. v. m.

Ein Modell kann durch die Verwendung von verbundenen Dateien stets über die Module und Tasks hinaus aktuali-

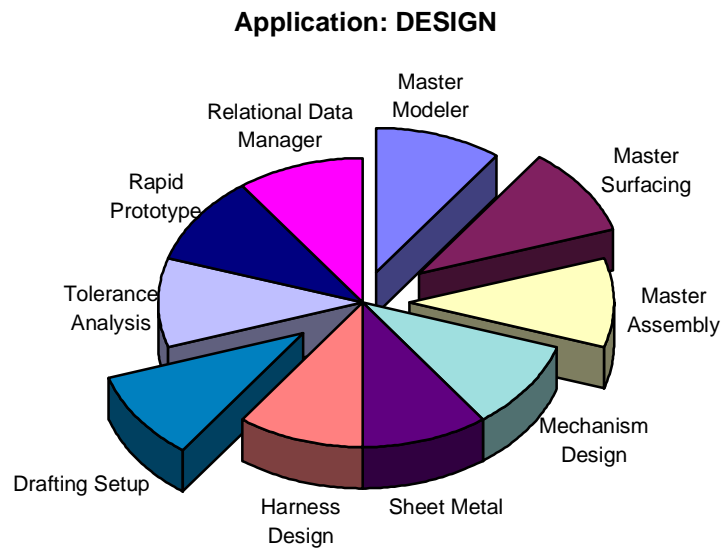
siert werden. Dies erlaubt es, daß ein Konstrukteur Details eines Bauteil verändern kann, während z. B. der NC-Programmierer Werkzeugwege programmiert. Sobald die Konstruktion verändert wurde, werden alle damit zusammenhängenden Daten in anderen I-DEAS-Modulen ebenfalls abgeändert. Die Produktdaten bleiben somit immer konsistent.

ABBILDUNG 1-1 Aufbau der Master Series



Die Abbildung 1-2 auf der nächsten Seite zeigt Ihnen den Aufbau des Werkzeuges DESIGN. Die hervorgehobenen Tasks werden im Rahmen dieses Praktikums behandelt.

ABBILDUNG 1-2 Aufbau der Application DESIGN



Die herausgestellten Tasks werden in diesem Praktikum genauer behandelt.

## 1.1 Design

Dieses Modul bildet den zentralen Inhalt dieses Praktikums und teilt sich in **10** verschiedene *Tasks* auf:

- |                  |   |
|------------------|---|
| Master Modeler   | Ein wichtiger Bestandteil der I-DEAS Master Series Software ist der Master Modeler. Dieses Werkzeug ist ein Volumenmodellierer und dient zur Modellierung bzw. Manipulation von Geometrieelementen. Der Master Modeler bildet die Basis für die Module Design, Simulation, Manufacturing, die im I-DEAS-Startfenster unter „Application“ ausgewählt werden können.  |
| Master Surfacing | Ausgestattet mit einem Satz Kurven- und Oberflächen-Werkzeuge für Lofting, Sweeping und Blending bietet I-DEAS gute Kontrollmöglichkeiten für die Konstruktion und die Manipulation von Kurven und Oberflächen. Oberflächen sind mit den Bauteilkanten verbunden und werden mit den Änderungen des Volumenmodells aktualisiert. Dieses ermöglicht: <ul style="list-style-type: none"><li>• Bestehende Oberflächen und Kanten als definierte Kurven zu verwenden, wenn neue Oberflächen erzeugt werden und</li><li>• Tangenten zu Oberflächen und ihre Grenzen so zu kontrollieren, daß, sobald die Konstruktion geändert wird, die mit dem Bauteil verbundenen Oberflächen ebenfalls geändert werden.</li></ul> |

Master Assembly	<p>Mit I-DEAS Master Assembly ist es möglich, komplexe Baugruppen in einer Mehrfachnutzer-Umgebung zu erzeugen. Es erleichtert eine Top-Down-Konstruktion, hilft bei der Erzeugung einer logischen Produktstruktur für Baugruppen, welche unter Umständen aus hunderten von Bauteilen besteht und mehrere Hierarchien umfaßt. Konstruktionen können mit sehr kleinen und einfachen Einzelbauteilen begonnen werden und zu einer größer werdenden Produktdaten-Sammlung wachsen.</p> <p>Darüber hinaus werden Funktionen zur Ermittlung und Überprüfung systemspezifischer Eigenschaften angeboten, wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung physikalischer Eigenschaften,</li> <li>• Kollisionsuntersuchung,</li> <li>• beliebige Schnitte durch Systeme und deren Bestandteile,</li> <li>• Bewegungssimulation</li> </ul>
Mechanism Design	<p>Dieses Modul dient zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung mechanischer Eigenschaften,</li> <li>• Kollisionsuntersuchung.</li> </ul>
Drafting Setup	<p>Mit diesem Modul werden aus den 3D-Daten 2D-Plots mit Vermaßung etc. erstellt. Hier entsteht die Fertigungszeichnung für die Werkstatt, die mit der Applikation <i>Drafting</i> weiter detailliert werden muß.</p>
Tolerance Analysis	<p>Bei größeren Baugruppen ist die Toleranzanalyse sehr wichtig. Hier können sehr komplexe tolerierte Kettenvermessungen aufgelöst und auf resultierendes Spiel oder Übermaß überprüft werden.</p>
Rapid Prototype	<p>Im Rapid Prototyper werden die Daten für die Steuerung von Prototypen erstellt. Dies sind Geräte, die aus einem flüssigen Kunstharz in kurzer Zeit einen Prototypen ( z.B. eines Gehäuses) fertigen können.</p>

Im Rahmen dieses Praktikums wird auf die folgenden Tasks eingegangen (vergleiche Abbildung 1-2)

- Master Modeler
- Master Surfacing
- Master Assembly
- Drafting Setup

## 1.2 Test

Das Testmodul dient der Durchführung von mechanischen Simulationen unter Berücksichtigung von Masse, Trägheitstensor und vielen Werkstoffkennwerten. Es können unter anderem Modalanalysen durchgeführt werden.

Darüberhinaus erlaubt dieses Modul eine ausführliche statistische Auswertung und Darstellungen von Versuchsergebnissen.

### 1.3 Manufacturing

Dieses Modul ist das Verbindungsmodul zur Fertigung und dient der Generierung von NC-Steuerinformationen. Die 3D-Bearbeitungswege werden erstellt und grafisch angezeigt. Verfahrenswege von Werkzeugen werden optimiert. Gleichzeitig kann eine Überprüfung auf Kollisionen durchgeführt werden. Es unterstützt die Fertigungsverfahren (wie beispielsweise Drehen, Fräsen, Schneiden) und führt eine grafische Simulation der Bearbeitung durch.

### 1.4 Drafting

In dieser Anwendung können Konstruktionszeichnungen für die Fertigung und Qualitätsprüfung erstellt werden. Die Zeichnungen sind abgeleitet aus dem Solid Modeling.

### 1.5 Simulation

Dieses Modul dient zur Definition eines **F**inite **E**lemente (**FE**) Modells, seiner Eigenschaften (physikalischer Kennwerte, Belastungen, Randbedingungen) und der automatischen FE-Netzgenerierung. Es können statische und dynamische Analysen und Wärmeübertragungsanalysen durchgeführt werden.

Das FEM Netz wird automatisch aus dem modellierten Teil erstellt und kann manuell korrigiert werden. Die generierten Netze können in gängigen Formaten exportiert werden. Diese Files werden dann in speziellen FEM-Programmen (ANSYS, Abaqus, NASTRAN, Cosmos) weiterverwendet. Die Ergebnisse der FEM Analyse können grafisch dargestellt werden.

### 1.6 Management

Dieses Modul dient der Konfiguration und Überwachung von Projekten und deren Zugriffsrechte.

### 1.7 Geometry Translators

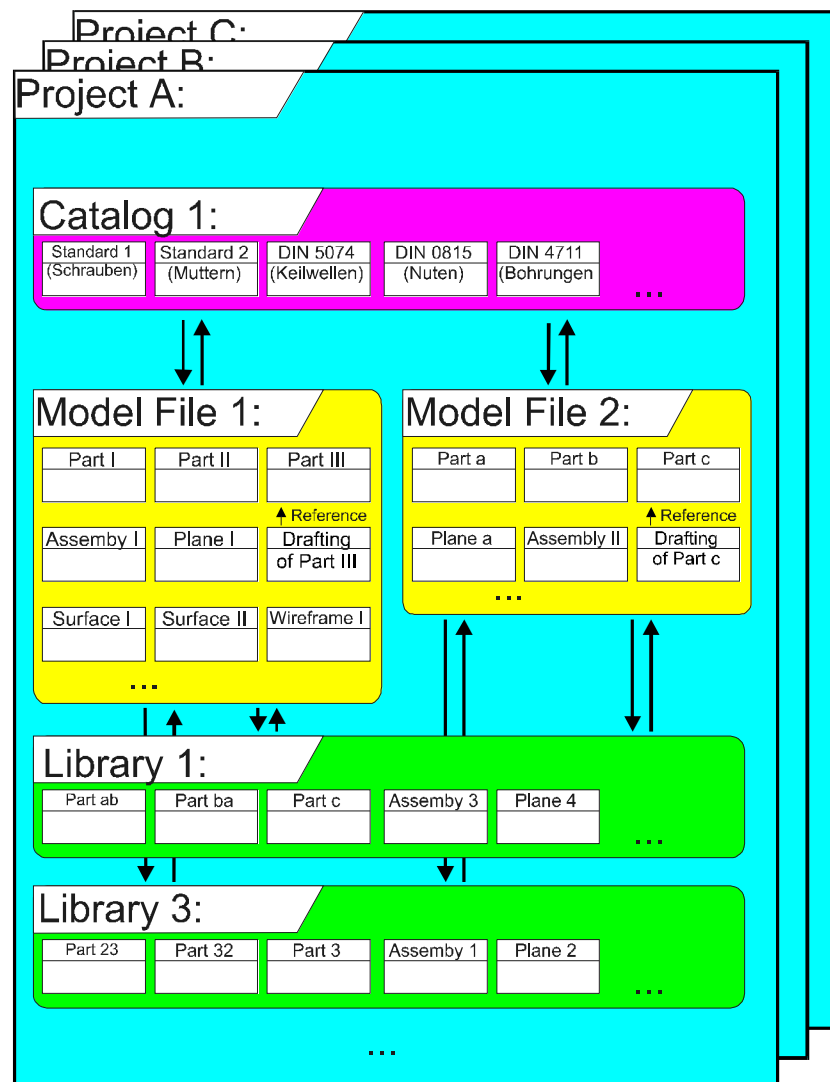
Dieser Modul realisiert den Austausch von Produktdaten mit anderen Systemen. Es wird eine große Anzahl von

Datenschnittstellen unterstützt, wie zum Beispiel die neutralen Datenschnittstellen IGES und SET.

## 2 Dateistruktur

Bei der Arbeit mit der I-DEAS Master Series werden die vom Konstrukteur erzeugten Daten (Konstruktionszeichnungen, FE-Simulationsmodelle, NC-Aufträge) hierarchisch in „Projekten“ und „Behältern“ verwaltet. Den Aufbau zeigt Abbildung 2-1.

ABBILDUNG 2-1 Datenstruktur in I-DEAS



## 2.1 Projekte (Projects)

Als oberste Ebene in der Speicherhierarchie dienen „Projekte“ (Projects). Sie bestehen aus einem oder mehreren Containern. Innerhalb eines Projekts werden alle Daten eines Produktes verwaltet und aktualisiert.

Produktdaten können z. B. sein:

- Form, Abmaße und Toleranzen
- Material, Werkstoffkennwerte, Farbe, Stückzahl
- Herstellungsart, Nachbehandlungen

Auf diese Daten haben alle Mitglieder des Konstruktions-teams Zugriff. Es besteht die Möglichkeit, Daten auch zwischen verschiedenen Projekten auszutauschen. Diese werden aber dann nicht mehr automatisch aktualisiert und konsistent gehalten.

## 2.2 Behälter (Container)

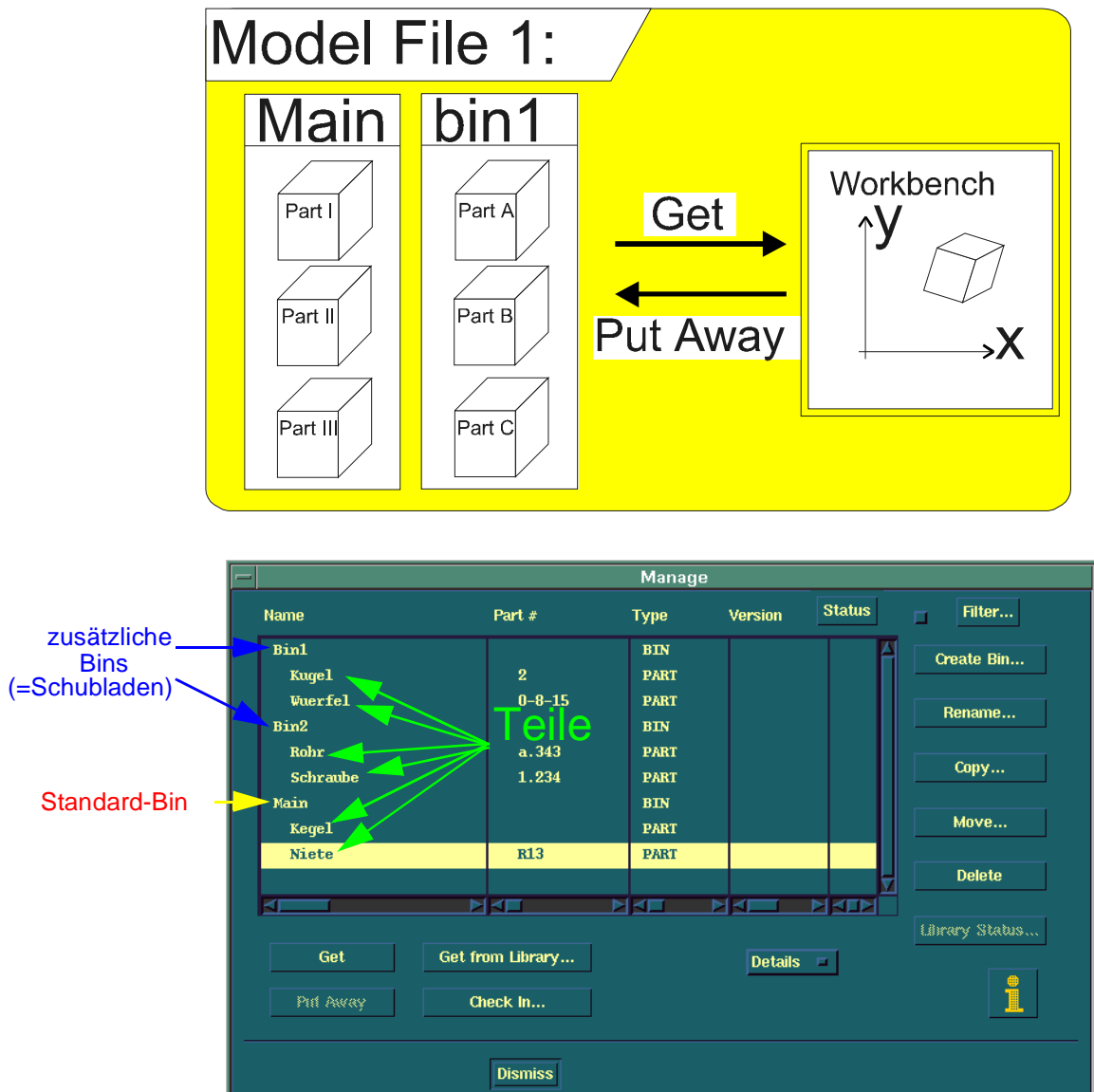
Ein oder mehrere Container sind zu einem Projekt zusammengefaßt. Container beinhalten die verschiedenen Dateitypen:

- Modell-Dateien (Model Files),
- Bibliotheken (Libraries) und
- Kataloge (Catalogs).

## 2.3 Modell-Dateien (Model Files)

Mit wenigen Ausnahmen (Bibliotheken, Kataloge) beinhalten die Modell-Dateien alle Daten der in den Modulen erzeugten Objekte. Modelle werden im Arbeitsfenster (Workbench) auf dem Bildschirm modelliert und visualisiert. In den Modell-Dateien befinden sich mehrere Schubladen („Bins“) als unterste Ebene in der Speicherhierarchie (Abbildung 2-1). Sie ermöglichen es, die Daten der Bauteile und Baugruppen in logische Kategorien zu organisieren. Die beschriebene Dateistruktur gilt in allen I-DEAS-Modulen.

ABBILDUNG 2-2 Verwaltung von Daten innerhalb eines Model Files



## 2.4 Kataloge (Catalogs)

Oft benötigte Standardteile werden in Katalogen verwaltet. Dadurch ist ein einfaches Auffinden der Teile möglich. I-DEAS besitzt vordefinierte Kataloge. Es ist aber auch möglich, eigene Einträge zu machen oder neue Kataloge zu definieren.

Das Verhältnis von Modelfiles und Katalogen ist im oberen Teil der Abbildung 2-1 visualisiert.

## 2.5 Bibliotheken (Libraries)

In Bibliotheken können alle Daten eines Produktes abgelegt werden. Eine wichtige Anwendung der Bibliotheken ist der Datenaustausch mit anderen Anwendern innerhalb eines Projektes oder aber auch projektübergreifend.

Im Anhang wird erläutert, wie die Mechanismen zum Austausch zwischen Modelfile und Bibliothek heißen und funktionieren.

## 3 Wissenskontrolle

---

1. Was bedeutet die Abkürzung CAE?
2. Was versteht man bei I-DEAS unter einer Applikation?
3. Welche Behälter werden innerhalb eines Projektes verwaltet?



---

## 1 Einloggen und Ausloggen an einer Workstation

---

Das Praktikum wird auf Workstations durchgeführt. Solche Rechner laufen normalerweise 24 Stunden am Tag. Sie müssen die Maschine nicht einschalten, das hat schon ein anderer wichtiger Mensch erledigt.

Das Betriebssystem auf diesen Computern ist das Mehrbenutzersystem Unix.

Wer mehr über Unix erfahren möchte, dem sei die „Einführung in UNIX“ von W. Alex und G. Bernör empfohlen.

### 1.1 Einloggen

Nun dürfen Sie in die Tasten greifen. Bei einem Mehrbenutzersystem erwartet der Computer zuerst Ihre Anmeldung, das heißt die Eingabe des Namens, unter dem Sie der System-Manager eingetragen hat. Dieses **Login** wird im Praktikum bekanntgegeben.

Das Passwort ist der Schlüssel zum Computer. Es wird auf dem Bildschirm nicht wiedergegeben. War die Anmeldung erfolgreich, heißt der Computer Sie willkommen und lädt die Benutzeroberfläche.

## 1.2 Ausloggen

Schließen sie alle Fenster durch Eingabe von `exit`, `logout`, etc. und klicken Sie am VUE-Panel (rechts unten) den Exit-Button. Alle folgenden Abfragen können Sie bestätigen. Erst wenn das Login-Fenster erscheint, sind Sie ausgeloggt.



Workstations werden NIE abgeschaltet. Das erledigt der System-Manager. Durch das unkontrollierte Abschalten einer Workstation können Daten beschädigt werden.

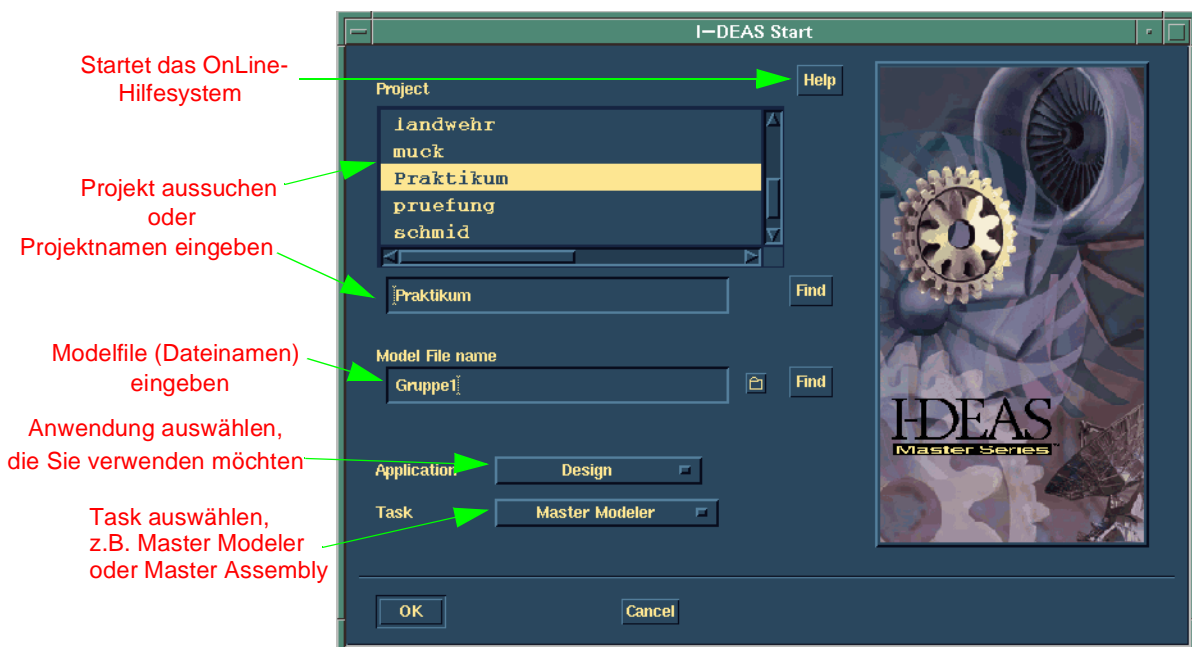
## 2 Starten und Beenden von I-DEAS

### 2.1 Starten

Die Eingabe des Befehls 'ideas' startet I-DEAS. Zu Beginn einer I-DEAS-Sitzung erscheint ein Startfenster (Abbildung 2-1). Mit Hilfe dieses Fensters kann:

- ein bestehendes Projekt ausgewählt oder neu angelegt werden,
- ein bestehendes Model File ausgewählt oder neu angelegt werden,
- ein I-DEAS-Modul ausgewählt,
- ein Modul-Task ausgewählt oder
- die On-Line-Hilfe aktiviert werden.

ABBILDUNG 2-1 Startfenster von I-DEAS



Zu Beginn der Arbeitssitzung mit der I-DEAS Master Series muß ein bestehendes Projekt ausgewählt bzw. ein neues angelegt werden. In diesem wird dann gearbeitet. Mit Hilfe des „Find“-Button rechts neben dem Projekt-Namen können zusätzliche Informationen über das Projekt abgerufen werden.

Innerhalb eines Projektes übernimmt die Software die Protokollierung, die Verwaltung, die Freigabe für die gemeinsame Nutzung und die Aktualisierung der Daten für ein Konstruktionsteam. Wenn man nicht in einem Team arbeiten, kann man hier einfach seinen Login-Namen verwenden.

Während des Praktikums arbeiten Sie im

Projekt: CAD-Praktikum\_(VK)

und im

Model File: Gruppe\_1...4

Nach der Definition eines Projektes muß eine Modell-Datei (Model File) ausgewählt oder eine neue durch Eingabe eines neuen Namens erzeugt werden. Model File-Namen dürfen in allen Projekten jeweils nur einmal verwendet werden.

Es sei hier noch einmal erwähnt, daß in einem Model File theoretisch unbegrenzt viele Daten aller Arten gespeichert werden können (Geometrien, Teile, Oberflächen, 2D-Skizzen, Baugruppen, usw.).

Sind Projekt und Model File bestimmt, muß ein I-DEAS-Modul (z.B. Design, Drafting) und Modul-Werkzeug (z.B. Master Modeler) ausgewählt werden.

**Sie eröffnen jedes Model File mit der**

**Application: Design**

und dem

**Task: Master Modeler.**

Abschließend sind die Eingaben durch Anklicken des „OK“-Symbols zu bestätigen. Das ausgewählte Model File wird geöffnet, Grafikfenster und Icon-Leiste des ausgewählten Moduls und Werkzeugs erscheinen.

## 2.2 Beenden

Durch Auswahl von „File“ aus dem Icon-Panel und „Exit“ wird das Programm verlassen. Es folgt immer eine Abfrage,

ob vorgenommene Änderungen abgespeichert werden sollen.

### 3 Bedienen von I-DEAS

#### 3.1 Funktionen der Maustasten

Viele Funktionen können mit Hilfe der Maustasten ausgeführt werden:



Linke Maustaste (Picking):

Dient zur Auswahl von Icons, Grafikelementen oder Menübefehlen. Bei gleichzeitigem Drücken mit der Shift-Taste können mehrere Elemente ausgewählt werden.



Mittlere Maustaste (Done):

Dient zum Abschluß eines Befehls (die gleiche Funktion wie die Eingabe-Taste). Diese Taste bestätigt immer die Standard-Antwort (Default).



Rechte Maustaste (Pop Up Menü):

Ruft ein Popup-Menü auf. In diesem Menü wählen Sie den gewünschten Befehl durch Loslassen der rechten Maustaste aus.

Was diese Funktionen bewirken, wird im Einführungsbeispiel sukzessive erläutert werden.

#### 3.2 Eingabe von Befehlen



Soll ein neuer Befehl aktiviert werden, so geschieht dies ausschließlich unter Zuhilfenahme der Iconleiste. Nach dem Anklicken des entsprechenden Icons erscheint im Promptfenster eine Aufforderung des Systems zur Spezifizierung des Funktionsaufrufs. Durch Auswahl von **Options...** (Drücken der rechten Maustaste) können numerische Eingaben (Distanzen, Koordinaten etc.) in der Kommandozeile des Promptfensters eingegeben werden.

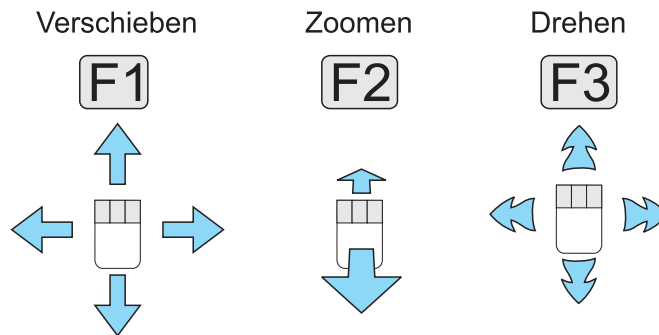


#### 3.3 Steuerung der dynamischen Ansicht

Mit der dynamischen Ansicht können Sie die Ansicht schwenken, zoomen und drehen. Zur Verwendung der dynamischen Ansicht drücken Sie eine Funktionstaste, und

bewegen Sie die Maus wie nachfolgend in Abbildung 3-1 dargestellt.

**ABBILDUNG 3-1** Dynamic View Control Keys



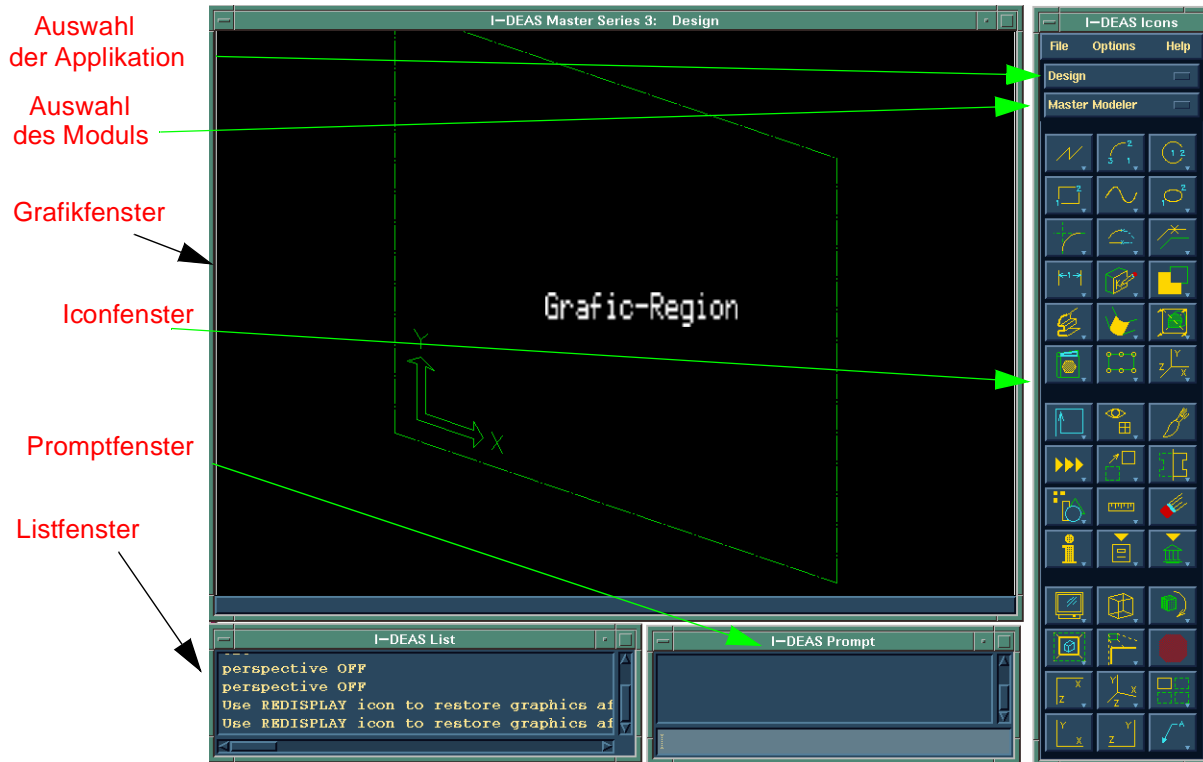
## 4 Die Benutzeroberfläche

Die I-DEAS Oberfläche besteht aus vier verschiedenen Fenstern, die die Kommunikation zwischen Benutzer und System ermöglichen.

Diese Fenster folgendermaßen bezeichnet:

1. Graftic-Region (Grafikfenster)
2. Icon-Panel (Iconleiste, Befehlsleiste)
3. List-Window (Ausgabefenster)
4. Prompt-Window (Promptfenster)

ABBILDUNG 4-1 I-DEAS Oberfläche



## 4.1 Grafic-Region

Die Grafic-Region ist das Hauptfenster. Die zentrale Aufgabe dieses Fensters ist die Darstellung von zwei- und dreidimensionalen Geometriemodellen.

In diesem Fenster werden alle Objekte modelliert und visualisiert.



Wenn man innerhalb dieses Fensters die rechte Maustaste drückt, bekommt man ein kontextabhängiges Popup-Menü angezeigt. Mehr dazu im [Kapitel 6 „Einführungsbeispiel“](#) auf [Seite 55](#).

## 4.2 Icon-Panel

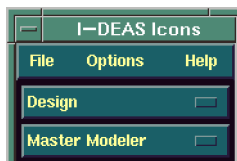
Das Icon-Panel teilt sich in sechs Bereiche ein.

1. Ganz oben sind die drei Pulldown-Menüs, vergleiche Abbildung 4-2:
  - File,
  - Options und
  - Help.

Davon wird während des Praktikums nur: *File* benutzt. In diesem Pulldown-Menü werden die Befehle

- Open,
  - Save und
  - Exit
- aktiviert.
2. Darunter kann man die I-DEAS Application auswählen (DESIGN).
  3. In der dritten Zeile wählt man den I-DEAS Task aus (Master Modeler).

ABBILDUNG 4-2 Die drei oberen Felder des Icon Panels



Nun folgt das eigentliche Iconpanel, das sich in drei verschiedene Bereiche gliedert (siehe Abbildung 4-3).

4. Task-Icons (3x6 Icons) sind Icons, die immer zum laufenden Task gehören.
5. Applikations-Icons (3x4 Icons) enthalten Befehle die taskübergreifend sind. Diese Befehle werden in der Applikation DESIGN benutzt.
6. Darstellungs-Icons (3x4 Icons) kontrollieren die Ansicht, den Ausschnitt, die Darstellungsart usw.

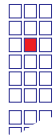
ABBILDUNG 4-3 Symbole für die verschiedenen Bereiche des Icon-Panels

Task-Icons	Applikations-Icons	Darstellungs-Icons



Die Icons werden mit der linken Maustaste ausgewählt. Die meisten Icon-Felder sind mehrfach belegt. Durch ein längeres Anklicken mit der linken Maustaste können darunterliegende Befehle hervorgeholt werden. Man kann an dem kleinen, hellen Dreieck in der rechten unteren Ecke des

Icons erkennen, daß an dieser Stelle mehrere Befehle untergebracht sind.



Als Beispiel wurde in der Abbildung 4-4 das Trim/Extend-Icon angeklickt. Es öffnet sich, und es kommen noch zwei andere Befehle zum Vorschein.

ABBILDUNG 4-4 Icons können aufgeklappt werden



ein Dreieck markiert, daß hier noch mehr Befehle dahinter liegen

### 4.3 Listfenster (List Window)

Auch: Listwindow. Hier werden wichtige Daten zu den aktuell auszuführenden Befehlen angezeigt. Man kann z.B. ablesen, wieviele Elemente markiert sind. Alle Fehlermeldungen werden hier angezeigt.



**Dieses Fenster muß immer im Auge behalten werden!**

### 4.4 Promptfenster (Prompt Window)

Das Prompt-Window teilt sich in zwei Bereiche:

- Ausgabebereich
- Eingabezeile (Command-Line)

Im Promptfenster stehen Aufforderungen zu den aktuell ausgeführten Befehlen. Das Programm sagt einem beispielsweise, was als nächstes anzuwählen ist. Numerische Daten werden in der Kommando-Zeile eingegeben.

Wenn gerade kein Befehl aktiv ist, können alle Befehle auch über Kürzel in die Kommandozeile eingegeben werden.

Auf diese Abkürzungen wird in diesem Praktikum nicht eingegangen.

## 5 Wissenskontrolle

---

1. Mit welchem Betriebssystem arbeiten Sie während dieses Praktikums?
2. Welche Auswahl wird im I-DEAS Startfenster getroffen?
3. Wie heißt das Projekt indem Sie arbeiten sollen?
4. Woran erkennt man, daß man ausgeloggt ist?
5. Welche Funktion hat die rechte Maustaste?
6. In welche Bereiche teilt sich die Benutzeroberfläche auf?
7. In welchem Fenster werden numerische Angaben gemacht?
8. Wo befinden sich die Task-Icons?



---

## 1 Begriffe

---

### 1.1 Was ist ein Teil (Part)?

Ein Teil ist eine Grundform mit Features. Eine Grundform bezeichnet man im Maschinenbau als Halbzeug. Von dieser Geometrie gehen alle Parts aus.

### 1.2 Was ist ein Feature?

Als Feature bezeichnet man jede mögliche Geometrie, die eine ursprüngliche Grundform verändert. Ein Feature kann sein:

- Bohrung
- Phase
- Radius
- Langloch
- Nut
- u. v. m.

Ein Feature kann nachträglich wieder gelöscht oder verändert werden. So kann eine Schwalbenschwanznut auf dem ursprünglichen Bauteil verschoben oder in der Ausprägung (Maße) verändert werden.

Hierzu gibt es eine Übung: [1. „Umgang mit Modify Entity und Feature“ auf Seite 111](#)

## 2 Erzeugung von Volumenelementen

---

### 2.1 Volumenprimitiva



Volumenprimitiva (Quader, Zylinder, Kugel, Kegel, etc.) sind parametrisch vordefiniert und können über das Icon: [PARTS](#) erzeugt werden.

Der Aufbau komplexer Bauteile kann durch mengentheoretische Verknüpfung der einfachen Volumenelemente erfolgen. Man erhält dadurch sogenannte CSG-Modelle, diese werden auch Primitivkörpermodell oder Verknüpfungsmodelle genannt.

CSG = Constructive Solid Geometry

Mengentheoretische Verknüpfungen (Boole'sche Verknüpfungen) sind:

- und (AND),
- oder (OR),
- nicht (NOT),
- exklusives Oder (XOR).

## 3 Erzeugung von Produktionsmodellen

---

### 3.1 Eine Grundmethode für die Erzeugung von Produktionsmodellen

Wenn man ein Teil als Grundform mit Features ansieht, dann ergibt sich eine angemessene, dreistufige Modellierungsmethode:

1. Skizzieren eines Drahtquerschnitts der Grundform des Teils.
2. Extrudieren, drehen (Revolve) oder sweepen des Querschnitts in einen Volumenkörper.
3. Erstellen der Features und Verbinden mit der Grundform.

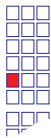
Auf den folgenden Seiten findet man eine Übersicht, der wichtigsten Techniken Grundformen zu erstellen. Dabei wird auch immer gezeigt, wo sich der erwähnte Befehl



befindet. Die nebenstehende Grafik zeigt immer die Position des Befehls in der Befehlsleiste an.

Die Abbildung links würde z.B. auf das dritte Icon von oben und das zweite Icon von rechts verweisen.

### 3.2 Extrude (Translationsmodell)



**EXTRUDE** ist die einfachste Technik ein Volumenobjekt zu erstellen. Das angewählte Objekt wird in einen normalerweise senkrecht zur Zeichenebene stehenden Vektor integriert.

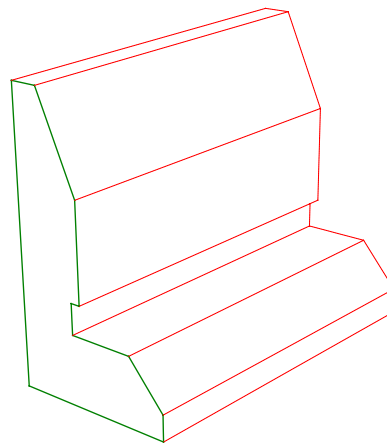
Das bedeutet:

1. Aus einer Kurve wird eine Fläche. Diese Fläche muß je nach Ausgangsobjekt nicht unbedingt eben sein. Eine Gerade liefert eine ebene Fläche. Ein Kreisbogen ergibt eine gekrümmte Fläche.
2. Wenn ein geschlossener Linienzug als Ausgangsobjekt gewählt wurde, dann interpretiert das Programm dieses als Fläche und liefert einen Körper. Dies wird auch in Abbildung 3-1 gezeigt.

Dieser Befehl steht im Master Modeler und im Master Surfacing Task zur Verfügung.

**ABBILDUNG 3-1**

Extrudieren eines geschlossenen Drahtquerschnitts



Das Teil: [2.2 „B02 : Amaturenbrett“ auf Seite 79](#) ist ein weiteres Beispiel für diesen Befehl.

### 3.3 Revolve (Rotationsmodell)

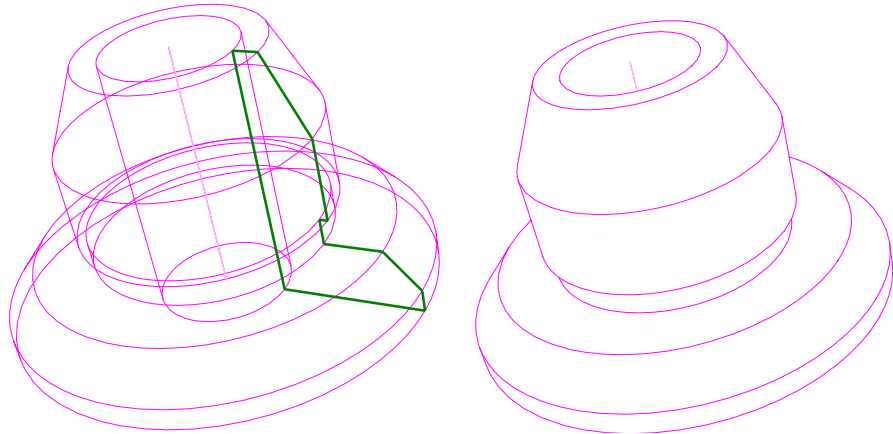


Für den **REVOLVE**-Befehl braucht man eine ebene Drahtmodellgeometrie und eine Rotationsachse, die auch durch die Koordinatenachsen definiert werden kann.

In der Abbildung 3-2 wird der gleiche Querschnitt, wie in der Abbildung 3-1, 360° um die y-Achse gedreht.

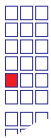
Dieser Befehl steht im Master Modeler und im Master Surfacing Task zur Verfügung.

**ABBILDUNG 3-2** Drehen eines Drahtquerschnitts



Das Teil: [2.10 „B10 : Felge“ auf Seite 89](#) ist ein weiteres Beispiel für diesen Befehl.

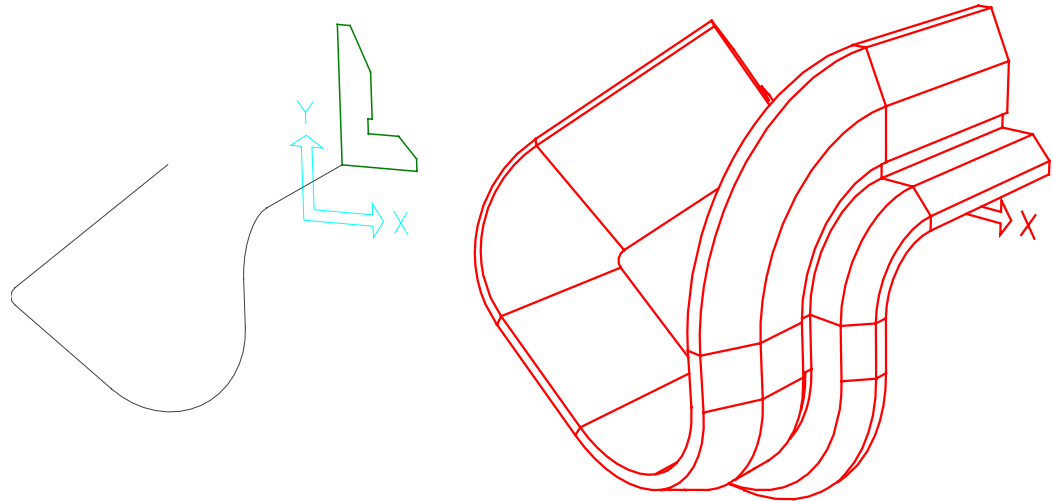
### 3.4 Sweep (Trajektionsmodell)



Für den **SWEEP**-Befehl braucht man eine geschlossene Drahtmodellgeometrie und eine Pfad-Kurve, entlang der der Querschnitt geführt werden soll. Der abgestrichene Bereich bildet wie beim Extrudieren das Volumen. Standardmäßig wird der Querschnitt immer senkrecht zur Pfad-Kurve gehalten, das ist aber über die Options definierbar.

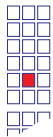
Die Pfad-Kurve muß knick- und sprungfrei sein (einmal differenzierbar).

ABBILDUNG 3-3 Sweepen entlang einer 3D-Kurve



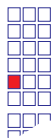
Das Teil: [2.21 „B21 : Trittbrett“ auf Seite 105](#) ist ein weiteres Beispiel für diesen Befehl.

### 3.5 Shell



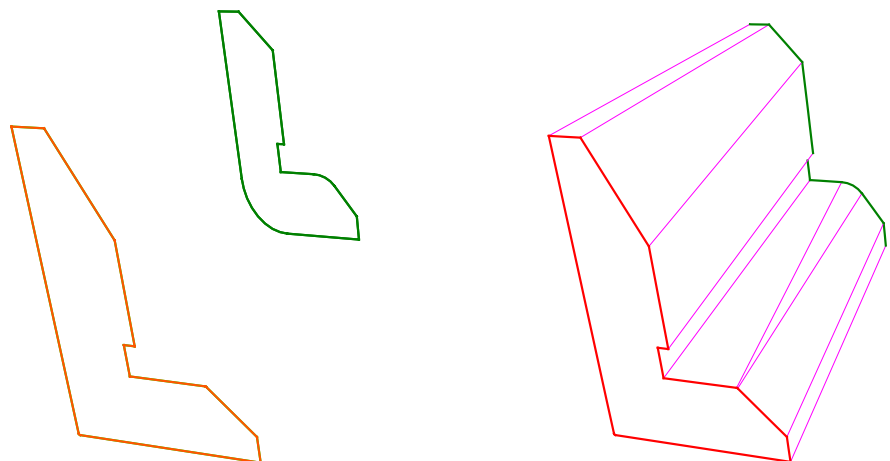
Der Shell-Befehl weist allen Oberflächen (auch denen von Parts) verschiedene Wandstärke zu: [SHELL](#)

### 3.6 Loft



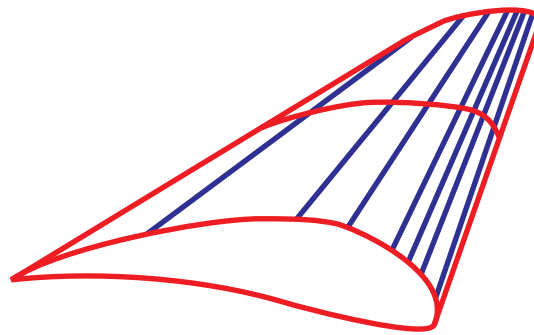
Für den Loft-Befehl braucht man mindestens zwei geschlossene Drahtmodellgeometrien, die dann miteinander verbunden werden.

ABBILDUNG 3-4 Loft mit zwei unterschiedlichen Geometrien



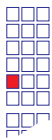
Das Teil: [2.11 „B11 : Griff“ auf Seite 91](#) ist ein weiteres Beispiel für diesen Befehl.

ABBILDUNG 3-5 Tragfläche aus drei Querschnitten



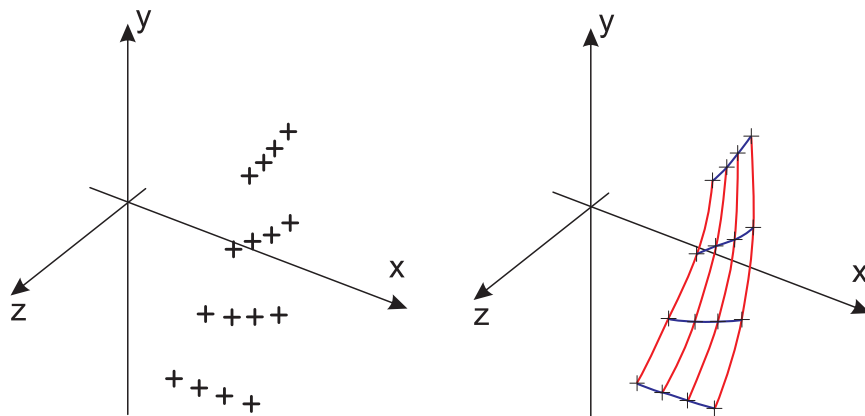
## 4 Freiformflächen

### 4.1 Mesh of Curves

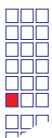


Kurvennetze ([MESH OF CURVES](#)) werden zur Erzeugung von Freiformflächen anhand einer Menge von Kurven benutzt, die in zwei Vorzugsrichtungen liegen. Ebenso können Punkte benutzt werden, um die Fläche zu erzeugen. Im Falle des [MESH OF POINTS](#) müssen Spalten von Punkten definiert werden, die über die gleiche Punkteanzahl verfügen.

ABBILDUNG 4-1 Beispiel für Mesh of Points/Curves



### 4.2 Surfaces by Boundary / Fit Surface to Points



Unter dem Menüpunkt [SURFACE BY BOUNDARY](#) bzw. [FIT SURFACE TO POINTS](#) können zwei weitere Befehle zur Erzeugung von Freiformflächen aufgerufen werden. Über den Menüpunkt [SURFACE BY BOUNDARY](#) wird dabei eine Fläche

anhand der Randlinien der Fläche definiert. Das Ergebnis dieser Funktion ist dem Resultat ähnlich, das man erhält, wenn man einen geschlossen gebogenen Draht in Seifenlauge taucht.



Mit der Funktion `FIT SURFACE TO POINTS` können Flächen über eine Menge von Punkten definiert werden. Die Punkte können beliebig im dreidimensionalen Raum positioniert sein.

## 5 Wissenskontrolle

---

1. Nennen Sie 2 Beispiele von Features, die nicht in Kap. 1.2 genannt wurden.
2. Wie erzeugt man ein Produktionsmodell?
3. Welche Techniken Produktionsmodelle zu erstellen gibt es?
4. Mit welchen Befehlen können Freiformflächen erstellt werden?



---

## 1 Allgemeines

---

### 1.1 Was sind Constraints?

Constraints sind die Zwangsbedingungen, die einer Geometrie beim Konstruieren auferlegt werden. „Constraint“ wird mit „Zwang“, „Nötigung“ übersetzt.

Unter Constraints werden Zwangsbedingungen unterschiedlicher Art verstanden, die die verschiedenen Freiheitsgrade der Geometrieelemente/Objekte während des Konstruktionsvorganges sowie bei späteren Bewegungs- und Objekteigenschaftsstudien beeinflussen und festlegen.

Constraints sind Objekteigenschaften, die wie geometrische Elemente erzeugt, verändert oder gelöscht werden können. Dementsprechend müssen die Constraints vor Bezugnahme selektiert und dann über die entsprechende Funktionalität angesprochen werden.

Es werden Constraints für 2D-Objekte sowie 3D-Objekte (Bauteile / Baugruppen) zur Verfügung gestellt. Durch die Verwendung von Constraints wird die Modellierarbeit entscheidend erleichtert.

### 1.2 Verschiedene Arten von Constraints

Constraints werden in drei verschiedene Gruppen eingeteilt. Diese Unterteilung gilt sowohl für 2D- als auch für 3D-Constraints.

### 1.2.1 Absolute Zwangsbedingungen

Ein absoluter Constraint bezieht sich immer nur auf ein Objekt. Ein Ground-Constraint fixiert ein Objekt (Kurve oder Körper) im Raum. Das bedeutet, daß Lage und Orientierung immer gleich bleiben.

In der Ebene (2D) kann man auf diese Weise Linien als horizontal, vertikal oder schräg im Raum definieren.

### 1.2.2 Relationale Zwangsbedingungen

Relationale Constraints definieren immer die Lage von zwei Objekten zueinander. Das einfachste Beispiel dafür ist die Parallelität zweier Linien:

Ist dieser Constraint einmal paarweise an die beiden Linien vergeben, werden diese immer parallel zueinander ausgerichtet sein.

### 1.2.3 Dimensionale Zwangsbedingungen

Über eine Dimension (einen numerischen Wert) kann mit solchen Constraints die Lage oder Ausprägung von Objekten definiert werden. Beispiele hierfür sind:

- Durchmesser und Radien,
- Abstände zwischen Punkten, Linien und Körpern
- Winkel zwischen zwei Geraden

## 2 2D-Constraints

---

### 2.1 Das Constraint-Konzept

Die Ideas-Master-Series stellt über das Constraint-Konzept eine Funktionalität zur Verfügung, mit dem die Eigenschaften der Objekte bzgl. Objektgeometrie, Position und Orientierung in der Ebene jederzeit beeinflusst und verändert werden können.

Durch die Verwendung von relationalen Bezügen zwischen Geometrieelementen (bzw. 3D-Constraints bei Bauteilen und Baugruppen) wird die Position / Orientierung und das Bewegungsverhalten (3D) dieser Elemente eindeutig definiert. Spätere Änderungen an den Geometrie-/ Objekteigenschaften können damit einfach durchgeführt werden.

Die Position und Orientierung weiterer beteiligter Geometrielemente und Objekte wird automatisch entsprechend den relativen Bezügen nachgeführt.

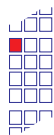
Im weiteren dient die Verwendung von Constraints zur Erleichterung bei der Konstruktion der Wireframes (2D-Geometrie), da die Konstruktion unter Verwendung relationaler Bezüge für Positionen / Orientierungen eine entscheidende Erleichterung im Vergleich zur Konstruktion mittels kartesischer Koordinaten darstellt.

2D-Constraints werden in der IDEAS-Master-Series durch verschiedene, gelbe Markierungselemente auf den Geometrielementen / Objekten angezeigt. Die Art des Markierungselementes sagt alles über die Art des Constraints, vergleiche hierzu die Tabelle: [1. „Symbole des Navigators“ auf Seite 46](#). Sämtliche Constraints, die sich auf zweidimensionale Objekte (Wireframes und Sections) beziehen, werden über den [CONSTRAIN & DIMENSION](#) Button aufgerufen.



Es öffnet sich das Zusatzfenster: [CONSTRAIN](#).

Zum Markieren muß das gelbe Constraint-Symbol angeklickt werden, eine erfolgreiche Selektion wird im Promptfenster durch das System mit der Anzeige `selected entity: 1 constraint` quittiert. Zum Löschen könnte jetzt die Löschfunktionalität aktiviert werden, ebenso können dimensionale Constraints (z.B. Winkel und Längen) mittels der [MODIFY ENTITY](#) Funktion verändert werden.



Im folgenden wird eine Auswahl der verfügbaren Constraints vorgestellt und kurz erläutert.



[TANGENTIAL](#) Constraint: eine Kurve und eine Gerade laufen tangential ineinander. Es können auch zwei Kreisbögen tangential ineinander übergehen.



[PARALLEL](#) Constraint: Zwei Geraden sind parallel. I-DEAS kann keine Kreisbögen parallel setzen. Analog zu dieser Funktion gibt es auch ein [PERPENDICULAR](#) Constraint (senkrecht).



[ANGULAR](#) Constraint: Dies ist keine relationale sondern eine dimensionale Zwangsbedingung. Der Winkel zwischen zwei Geraden wird definiert.



[LINEAR](#) Constraint: Dies ist auch eine dimensionale Zwangsbedingung. Der Abstand zwischen zwei parallelen Linien

wird bestimmt. Um dieses Constraint setzen zu können, muß auf den beiden Geraden schon ein PARALLEL Constraint vergeben worden sein.

Wenn dies nicht der Fall ist, versucht I-DEAS, den Parallel Constraint zu setzen.



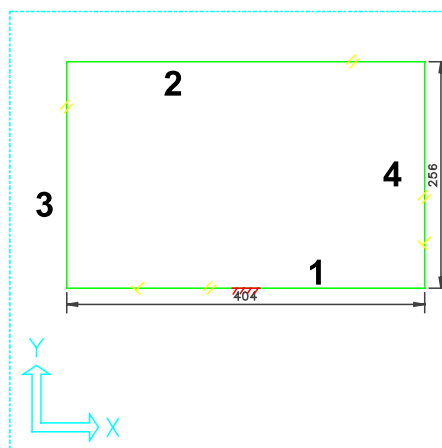
COINCIDENT/COLINEAR. Diese relationale Zwangsbedingung setzt zwei Punkte deckungsgleich, zwei Geraden in Flucht zueinander oder einen Punkt in Flucht zu einer Geraden.

## 2.2 2D-Beispiel

Ein Rechteck soll auf der Workplane gezeichnet werden. Die vier Linien müssen in Lage, Position und Dimension definiert werden, siehe Abbildung 2-1.

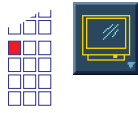
1. Die Lage einer Linie muß im Raum definiert werden.
2. Eine zweite Linie muß parallel zur ersten sein.
3. Der Abstand der Linien 1 und 2 wird über eine Dimension bestimmt
4. Eine dritte Linie muß senkrecht zur ersten oder zweiten Linie sein.
5. Die vierte und letzte Linie muß parallel zur dritten Linie sein.
6. Der Abstand zwischen dritter und vierter Linie muß angegeben sein.

ABBILDUNG 2-1 Zwangsbedingungen auf einem Rechteck



## 2.3 Darstellung von Constraints

Die Darstellungsgröße von Constraints im Grafikfenster ist von der aktueller Ausschnittsgröße abhängig. Die Anzeige-



größe wird auf eine angenehme Größe eingestellt wenn man den [REDISPLAY](#) Button drückt.

## 3 Dynamic Navigator

---

### 3.1 Aufgabe des Dynamic Navigators

Neben der manuellen Vergabe von Constraints über das Constraint Icon Panel können Constraints auch automatisch bei jedem Konstruktionsschritt vom System vergeben werden.

Hierbei werden nicht alle zur Verfügung stehenden Constraints grundsätzlich vergeben, sondern nur alle zum aktuellen Zeitpunkt möglichen und zugelassenen Constraints.

Hierzu kann die Menge der zugelassenen Constraints vom Benutzer jederzeit geeignet eingeschränkt und modifiziert werden. Welche Constraints dem System zur automatischen Vergabe zur Verfügung gestellt werden, wird über ein Einstellungsfenster festgelegt, siehe [3-1. „Kontrollmöglichkeiten des Navigators“ auf Seite 46](#).

Der Dynamik Navigator bietet visuelle Hilfen, die durch den Konstruktionsprozeß führen. Wenn Sie Ihren Zeiger über den Bildschirm bewegen, verändert er sich, um beispielsweise folgende relationale Constraints anzuzeigen:

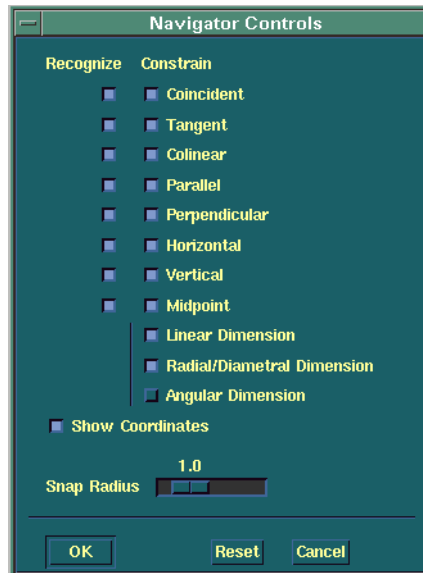
- Tangentialität,
- Ausrichtung,
- Rechtwinkligkeit

### 3.2 Steuern des Dynamic Navigators

Der Navigator ist beim Zeichnen in der Ebene immer aktiv. Das Einstellungsfenster kann über das rechte Maustastemenü unter dem Menüpunkt *Navigator* erreicht werden. In dem Einstellungsfenster werden zwei Spalten angezeigt. Die in der Spalte **recognize** aktivierten Constraints werden beim Festlegen von Punkten, Linien etc. durch das System festgestellt und angezeigt. Das Fenster *Navigator Controls* wird in Abbildung 3-1 gezeigt.

Sind die Constraints zusätzlich in der Spalte **constraint** aktiviert worden, versucht das System bei jedem Konstruktionsschritt, alle möglichen Constraints auf die am Konstruktionsschritt beteiligten Geometrielemente zu setzen.

ABBILDUNG 3-1 Kontrollmöglichkeiten des Navigators



### 3.3 Die Symbole des Dynamik Navigator

In der folgenden Tabelle werden die Symbole erläutert, die dynamisch beim Konstruieren von 2D-Objekten in der Graphic Region erscheinen:

TABELLE 1 Symbole des Navigators





Symbol	Bedeutung	Funktion
	Tangente	erscheint an den Tangentialpunkten von Geraden zu Kreisen und Bögen
	Endpunkt	erscheint an den Endpunkten von Elementen
	Mittelpunkt	erscheint am Mittelpunkt von Kreisen und Kreisbögen sowie am Mittelpunkt von Linien
	Schnittpunkt	erscheint am Schnittpunkt zweier Elemente

TABELLE 1 Symbole des Navigators

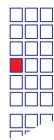
Symbol	Bedeutung	Funktion
	Senkrechte	zeigt, daß daß eine Linie senkrecht zu anderen Elementen verläuft
	Parallele	zeigt, daß eine Linie parallel zu einem anderen Element verläuft
	Vertikale	zeigt an, daß eine Linie vertikal verläuft
	Horizontale	zeigt an, daß eine Linie horizontal verläuft
	Gestrichelte Linie	zeigt, daß sich ein Element (z.B. Endpunkt einer Linie) auf der gleichen Höhe wie der Mittel- oder Endpunkt eines anderen Objektes befindet

## 4 3D-Constraints

Neben den absoluten, relationalen und dimensional 2D-Constraints, die unter [2. „2D-Constraints“ auf Seite 42](#) erläutert wurden, gibt es zusätzliche Constraints für 3D Objekte. Diese Zwangsbedingungen beeinflussen die Position und Orientierung von 3D-Objekten (Bauteile / Baugruppen) zueinander sowie das Bewegungsverhalten von Baugruppen.

### 4.1 Constraints ohne Freiheitsgrad

Constraints, die sich auf dreidimensionale Objekte beziehen und die Position bzw. Orientierung dieser Objekte beeinflussen, stehen nur im Task: **Master Assembly** zur Verfügung.



Constraints, die sich auf 3D Objekte beziehen, werden über den [CONSTRAIN INSTANCES](#) Button aufgerufen.



Es öffnet sich das Zusatzfenster [CONSTRAIN](#).

Hier stehen zwei relationale 3D Constraint-Befehle zur Verfügung:



**FACE TO FACE** Constraint: Dieser Befehl setzt zwei ebene Flächen in Relation. Die Ausrichtung und Orientierung der beiden beteiligten Flächen ist erläutert in: [2. „Teile aufeinander ausrichten“ auf Seite 133](#)



**LINE TO LINE** Constraint: Mit diesem Befehl können zwei Geraden (Kanten und Mittellinien) in Flucht zueinander gesetzt werden. Der Abstand zwischen den Endpunkten wird dabei vermaßt.



Außer den relationalen Constraints gibt es noch ein absolutes Constraint. **GROUND INSTANCE**: Dieser Befehl kann die Ausrichtung und Position einer Instanz bezüglich des globalen Koordinatensystems im Raum festlegen. Wenn eine Baugruppe im Master Assembly zusammengebaut wird, muß immer ein zentrales Bauteil den Groundconstraint tragen. An der gleichen Stelle wie der Ground-Befehl befindet sich auch der Befehl: **REMOVE GROUND**.



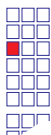
Über den **INFO**-Button kann man Informationen über die Zwangsbedingungen auf einer Baugruppe abfragen. Man bekommt im Listfenster alle relationalen Constraints und die beteiligten Instanzen angezeigt, das System teilt mit, ob eine Überbestimmung der Baugruppe vorliegt (**Assembly is overconstrained**) und welche(s) Teil(e) den Groundconstraint tragen. Normalerweise sollte dies in einer Baugruppe nur einmal der Fall sein.



Relationale Constraints lassen sich auch wieder entfernen. Hierzu gibt es den Befehl: **REMOVE CONSTRAINT**.

## 4.2 Constraints mit einem Freiheitsgrad

Constraints mit einem Freiheitsgrad werden für die Simulation von Bewegungsverhalten benötigt. Es stehen zwei Befehle zur Verfügung:



**REVOLUTE JOINT**: Drehgelenk mit einem rotatorischen Freiheitsgrad



**TRANSLATIONAL JOINT**: Lager mit einem translatorischen Freiheitsgrad

Der Freiheitsgrad bleibt auf der Baugruppe, wenn man im Befehlsablauf im Pop Up Fenster **none** anklickt.  
Der Freiheitsgrad wird mit einem DIMENSIONAL CONSTRAINT ersetzt, wenn man **Driving** auswählt.

## 5 Wissenskontrolle

---

1. Wozu braucht man beim Konstruieren Zwangsbedingungen?
2. In welche Gruppen werden 2D-Constraints unterteilt?
3. In welche Gruppen werden 3D-Constraints unterteilt?
4. Welche Aufgaben übernimmt der Dynamic Navigator?



## 1 Baugruppen, allgemein

### 1.1 Funktionen und Vorteile von Baugruppen

Wenn man im Task *Master Assembly* eine Baugruppe zusammenstellt, werden nicht alle Daten der Bauteile neu gespeichert. Es werden nur die Orientierungen im Raum bzw. die Orientierungen der Bauteile zueinander gespeichert (3D Constraints). Die Geometriedaten der Bauteile liegen im Modelfile. Dadurch wird klar, daß alle Bauteile einer aktuellen Baugruppe im Model File vorhanden sein müssen.

Werden also mehrere gleiche Bauteile in einer Baugruppe verwendet, so wird nicht für jedes Bauteil ein neuer Geometriedatensatz erzeugt, sondern lediglich ein Platzhalter gesetzt. Dieser holt sich individuelle Daten über die Geometrie von den modellierten Objekten und spart somit wertvollen Speicherplatz.

Das hat den Vorteil, daß man immer auf Teile im Model File referenziert. Wenn man im *Master Modeler* eine Änderung an einem Bauteil vornimmt, das in einer Baugruppe verwendet wird, wird dieses immer in seiner aktuellen Ausprägung im Assembly (in der Baugruppe) benutzt.

Weitere Vorteile von Baugruppen sind:

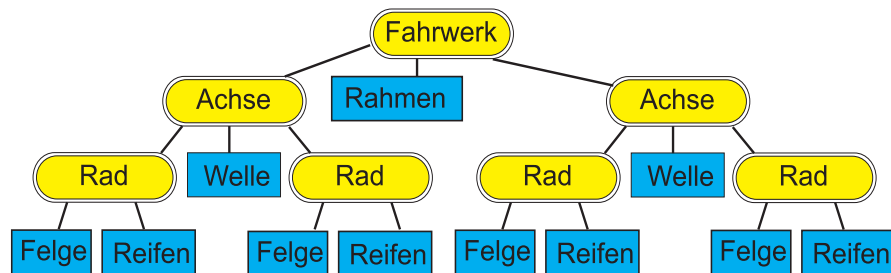
- Mehrfachnutzer können gleichzeitig auf ein benötigtes Bauteil zugreifen, und jeder Benutzer erhält die aktuellste Version, sobald andere an einer Konstruktion Änderungen vorgenommen haben.

- Es ist möglich, Bauteile einer Baugruppe direkt auszutauschen. Neue Bauteile können in Zusammenhang mit der gesamten Baugruppe konstruiert werden.

## 1.2 Aufbau komplexer Baugruppen (Assemblies)

Eine komplexe Baugruppe ist eine hierarchische Anordnung von Bauteilen und Unter-Baugruppen (siehe: Abbildung 1-1), welche ursprünglich aus Bibliotheken stammen können (siehe Anhang B, Umgang mit Libraries).

ABBILDUNG 1-1 Beispiel für eine typische Baugruppen-Hierarchie im Master Assembly



Eine Baugruppe besteht immer aus einer Hauptbaugruppe (Top-Assembly). Diese kann eine oder mehrere Unterbaugruppen beinhalten (Sub-Assembly). Wenn eine Hauptbaugruppe in eine andere, größere Baugruppe eingefügt wird, bezeichnet man das ehemalige Top-Assembly als Sub-Assembly.

Die Hauptbaugruppe in der Abbildung 1-1 ist die Instanz *Fahrwerk*. Unterbaugruppen sind die Instanzen: *Achse* und *Rad*.

In einer Baugruppe wird der oberste Knoten als Vaterknoten (Parent) bezeichnet, vergleiche Abbildung 1-1. Alle Knoten darunter sind Instanzen (Instances). Instanzen beinhalten nur wenige Informationen. Es wird festgehalten, welches Bauteil oder welche Baugruppe an dieser Stelle relativ zu einem anderen Bauteil oder zu einer anderen Baugruppe ausgerichtet werden soll.

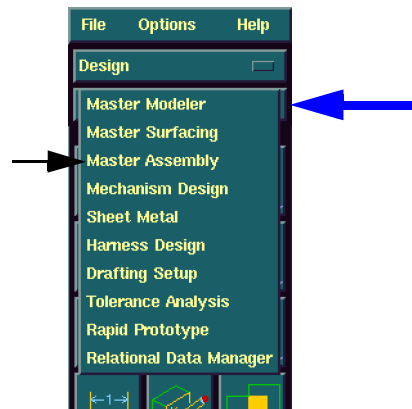
Die Erzeugung komplexer Baugruppen wird oft als „top-down“-Modellierung bezeichnet. Es wird im ersten Schritt der Vaterknoten festgelegt, dann werden entweder vorhandene Bauteile oder vorkonstruierte Unterbaugruppen diesem Knoten untergeordnet.

## 2 Anwendung von Baugruppen

### 2.1 Ablauf der Erzeugung einer Baugruppe

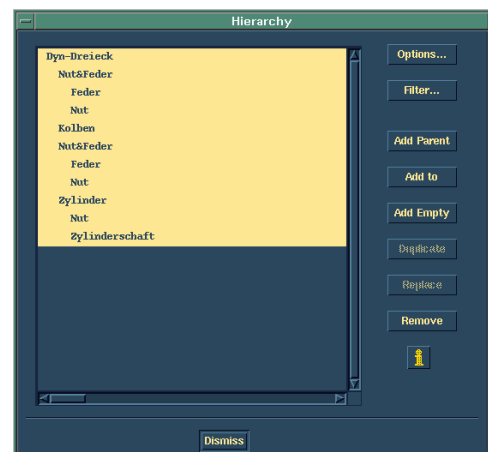
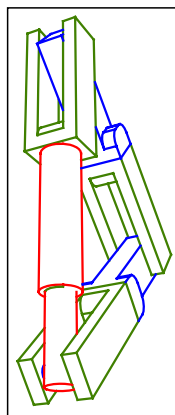
Als Vorbereitung zur Erzeugung einer Baugruppe sollte die Workplane leergeräumt werden. Danach kann in den Task *Master Assembly* gewechselt werden.

ABBILDUNG 2-1 Die verschiedenen Tasks im Modul *Design*



Zuerst muß eine Hierarchie angelegt werden. Mit dem Befehl [HIERARCHY](#) werden Hierarchien erzeugt und modifiziert.

ABBILDUNG 2-2 Eine Baugruppe und die dazugehörige Hierarchie



Es erscheint das Hierarchy-Menü, siehe Abbildung 2-2. Die Funktion „Add Parent“ erzeugt einen neuen Vaterknoten. Mit „Add Empty“ werden leere Unterbaugruppen zur Parent-Baugruppe hinzugefügt. „Add to“ setzt ein Bauteil oder eine Baugruppe an die angewählte Stelle.



Das einzufügende Bauteil muß sich noch nicht auf der Arbeitsebene befinden. Es kann über das PopUp-Menü auf der rechten Maustaste mit dem Befehl: „Get => From\_Bin“ aus dem Model File geholt werden.

So wird nach und nach die Baugruppe von oben nach unten (top-down) aufgebaut. Die Ausrichtungen der einzelnen Instanzen zueinander werden mit 3D Constraints realisiert, wie in Kapitel 4 [4 „3D-Constraints“ auf Seite 47](#) beschrieben wurde.

### 3 Wissenskontrolle

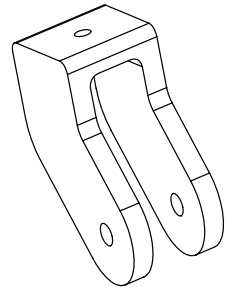
---

1. Wozu braucht man Baugruppen?
2. Welche Vorteile hat eine Baugruppe gegenüber einem großen Bauteil?
3. Wieviel Bauteile darf eine Hierarchie einer Baugruppe maximal haben?
4. Wie nennt man den obersten Knoten in einer Hierarchie?

## 1 Allgemeines

### 1.1 Aufgabenstellung

Die folgende Konstruktionsaufgabe soll Ihnen eine kleine Einführung in das Programm **I-DEAS Master Series „DESIGN“** geben. Die meisten wichtigen Funktionen werden hierbei exemplarisch verwendet. Es soll ein einfacher Radkasten konstruiert werden.



### 1.2 Die ersten Schritte

Bitte loggen Sie sich ein, wie es in [1.1 „Einloggen“ auf Seite 23](#) beschrieben wurde und starten Sie danach I-DEAS (siehe: [2.1 „Starten“ auf Seite 24](#)). Das Projekt ist schon vorhanden und heißt **CAD-Praktikum\_(VK)**. In diesem Projekt arbeiten von nun an für den Rest der Woche alle Gruppen gleichzeitig und zusammen.

Das Model-File soll einen Namen bekommen, der es eindeutig Ihrer Gruppe zuordnet, z. B.

- **Gruppe\_1**
- **Rechner\_1**
- **Mueller-Krause-Maier**

Im CAD-Praktikum wird immer in der Applikation **Design** gearbeitet. Der Task: **Master Modeler** ist zum Starten von I-DEAS geeignet.

### 1.3 Vereinbarung

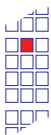
Alle Informationen in diesem Kapitel sind noch sehr detailliert. Je weiter Sie im Praktikum vorankommen, desto spärlicher werden die Hilfestellungen werden. Bitte bleiben Sie während dieser Aufgabe noch konsequent auf dem vorgezeigten Konstruktionsweg. Allerdings ist es ausdrücklich erlaubt, mit den Funktionen zu experimentieren.

Vergewissern Sie sich immer, daß Sie die Aufgabenstellung komplett gelesen haben. Lesen Sie lieber noch ein Stück weiter bevor Sie sich ans Werk machen.

## 2 Voreinstellungen

### 2.1 Workplane

Die Workplane (Arbeitsebene) wird auf eine Größe eingestellt, die ungefähr dem Werkstück entspricht. Diese Einstellungen sind aber nicht verbindlich! Die Arbeitsebene ist immer unendlich groß und hat keine wirkliche Begrenzung. Der Rahmen der Workplane dient nur der Orientierung.



#### WORKPLANE APPEARANCE:

Setzen Sie die Arbeitsebene auf:

**Xmin / Ymin = 0 / 0**

**Xmax / Ymax = 400 / 500**

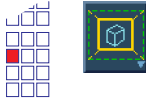
**DISPLAY BORDERS = ON**

Ein eingeschalteter Button ist heller als ein ausgeschalteter. Es kann sein, dass der Display-Borders-Schalter schon eingeschaltet ist. Danach drücken Sie den OK-Knopf.

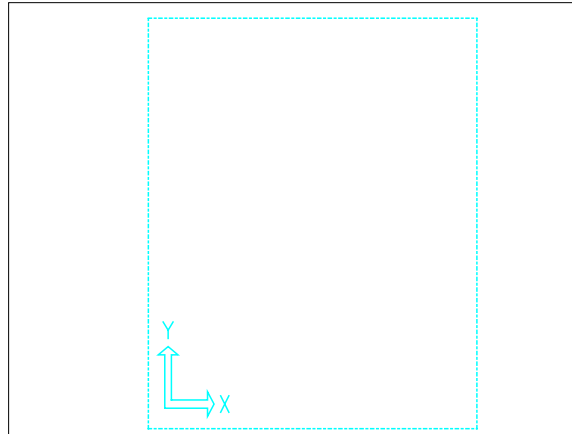
### 2.2 Bildschirmausschnitt zoomen

Die Größe des aktuellen Ausschnitt kann man auf verschiedene Weisen bestimmen. Ein einfacher Weg, zu einer Gesamtübersicht zu gelangen, ist der Befehl **ZOOM ALL**, siehe unten. Damit bekommt man alle Objekte angezeigt,

die sich im Arbeitsraum befinden, auch alle 3D-Teile (Objekte mit Volumina). Wenn sich kein Objekt auf der Arbeitsfläche befindet, zoomt dieser Befehl auf die Workplane bzw. deren Rahmen. Führen Sie diesen Befehl bitte aus!

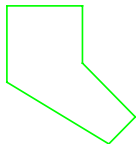


Jetzt müßte Ihr Grafikfenster so aussehen:



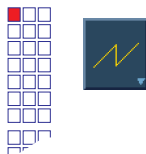
## 3 Konstruktion der Grundfläche

### 3.1 Begrenzungslinie durch Polyline



Im folgenden Abschnitt soll eine Kontur (Drahtquerschnitt) erstellt werden, wie sie links abgebildet ist.

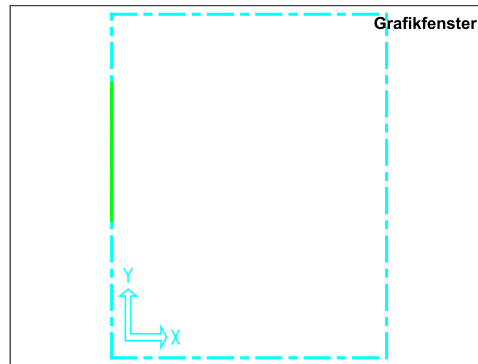
Oft wird die Silhouette eines Körpers erst durch einen Linienzug skizziert und nachträglich verfeinert. Wählen Sie den Befehl **POLYLINES** an (Icons immer mit der linken Maustaste).



Die erste Linie sollen Sie nicht im Grafikfenster zeichnen, sondern direkt über die Tastatur eingeben. Dazu fahren Sie mit dem Pointer (Mauspfeil) in die Gfatic-Region (Grafikfenster). Aktivieren Sie über die rechte Maustaste das PopUp-Menue, halten Sie die rechte Maustaste fest, und wählen Sie den Befehl **Options** aus, das Loslassen der Maustaste aktiviert den Befehl!



Dort geben Sie den Start- und den Endpunkt der Linie an: (Anfang {0 / 200}, Ende {0 / 400 }). Mit dem Drücken des OK-Buttons wird die erste Linie komplett gezeichnet.



Der Befehl `POLYLINES` ist weiterhin aktiv.

Die zweite Linie soll waagrecht (horizontal) verlaufen.

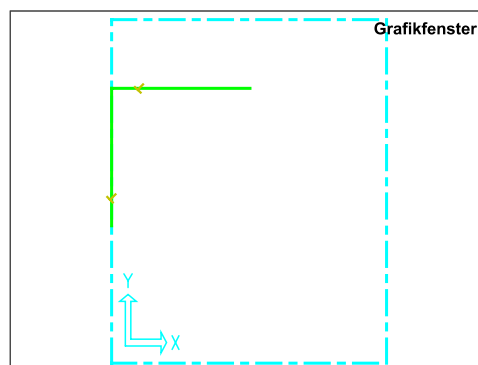


Der **Navigator** ist im PopUp-Menue auf der rechten Maustaste zu finden. Aktivieren Sie den **Navigator** durch Loslassen.

Hier wird festgelegt, welche Zwangsbedingung (senkrecht, parallel, u.s.w.) erkannt werden sollen und welche auf die Geometrie angewendet werden sollen. Standardmäßig sind fast alle Constraints eingeschaltet. Hier sollen Sie sich vergewissern, dass die Option: „show coordinates“ aktiviert ist. Von nun an können Sie die Koordinaten des Pointers in einem kleinen Zusatzfenster links oben im Grafikfenster ablesen.



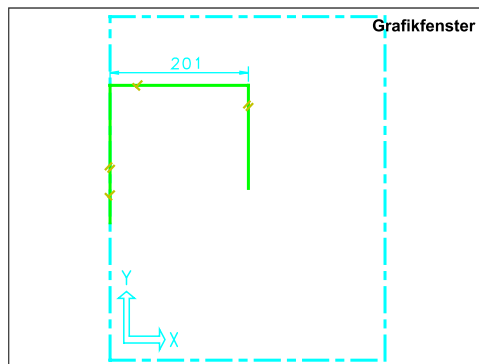
Wählen Sie zusätzlich mit den **Options** (rechte Maustaste) die Einstellung `Horizontal` aus, und zeichnen Sie eine Linie, die ca. 200mm lang ist, d.h. halb so breit, wie der Rahmen. Die Linie wird mit der linken Maustaste gesetzt!



Sie sehen schon am gelben Zeichen (Constraint), daß diese Linie senkrecht zur ersten verläuft. Diese Zwangsbedingung wird mit der Linie vergeben und bleibt solange

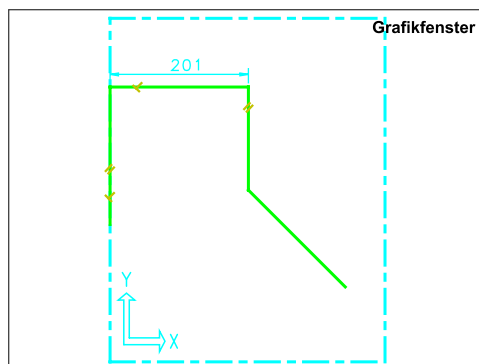
erhalten, bis Sie eines der beiden Symbole mit **DELETE** löschen.

Jetzt soll wieder eine vertikale Linie gezeichnet werden. In den **Options** muß der Button für **Horizontal** deaktiviert werden und dort wird gleich die absolute Länge der nächsten Linie vorbestimmt (**length=150** [mm]). Wenn Sie diese Einstellungen festgelegt haben, drücken Sie im Option-Window **OK**. Das Programm erwartet nun von Ihnen, daß Sie die Richtung der dritten Linie bestimmen. Richten Sie mit der Maus die Linie vertikal nach unten aus. Achten Sie darauf, daß die Linie einrastet, das heißt, daß die Zwangsbedingung erkannt und gesetzt wird, und setzen Sie die Linie mit der linken Maustaste.



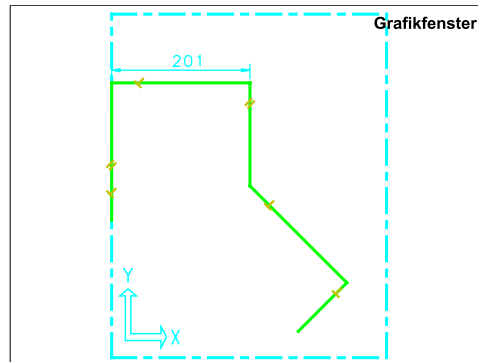
Die nächste Linie soll einen vorbestimmten Winkel erhalten: Im Menü **Options** wird die **length=150** mm **gelöscht** und beim Winkel: **Angle = 315** eingetragen. => OK

Die Länge soll ungefähr 200 mm betragen. Links oben können Sie im Grafikfenster die Länge der Linie ungefähr ablesen. Richten Sie die Linie aus und setzen Sie die Linie mit der linken Maustaste.



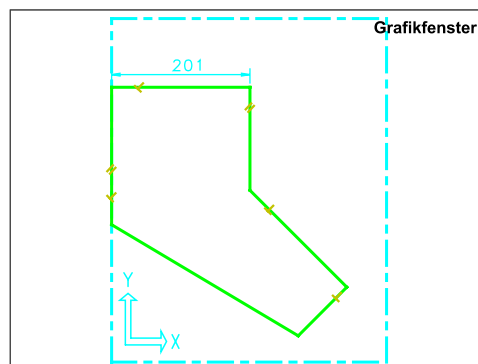
Die Linie fünf soll senkrecht zur vierten Linie nach links unten verlaufen. In den **Options** löschen Sie den Winkel

und geben Sie die Länge ein ( $\text{Length}=100$ ), und dann versuchen Sie die Linie so zu setzen, daß gleichzeitig der Senkrecht-Constraint gesetzt wird. Das Symbol dafür taucht dann auf der Linie 4 und 5 auf.



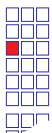
Die nächste Linie soll ganz ohne **Options** gezeichnet werden:

Löschen Sie die Eintragung ( $\text{Length}=100$ ) aus den **Options** und zeichnen Sie die letzte Linie zurück zum ersten Ausgangspunkt.



Damit ist der Linienzug geschlossen und der Befehl `POLY-LINES` beendet. Wenn Sie einen Befehl vorzeitig beenden möchten, steht Ihnen im PopUp-Menue auf der rechten Maustaste der Befehl `CANCEL` zur Verfügung.

### 3.2 2D-Rundungen (Fillet)

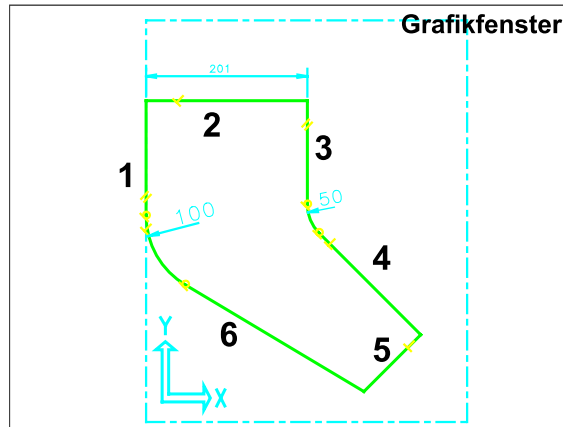


Jetzt soll mit dem Befehl: `FILLET` die Silhouette an zwei Ecken abgerundet werden. Dazu wird der Befehl aktiviert und dann mit der linken Maustaste die abzurundende Ecke angeklickt. Statt einer Ecke können auch zwei Kurven zum Abrunden nacheinander angewählt werden.

An dieser Stelle sei am Rande erwähnt: Das hier vorliegende, englischsprachige Programm macht keinen Unter-

schied zwischen *Gerade*, *Strecke*, *Radius*, *Kreislinie*, *Elypsenabschnitt* u.s.w. Diese Elemente werden vom Program als **Curve** bezeichnet.

Runden Sie die angedeuteten Ecken auf 50 mm beziehungsweise 100 mm ab.



### 3.3 Halbkreis an Linie 5



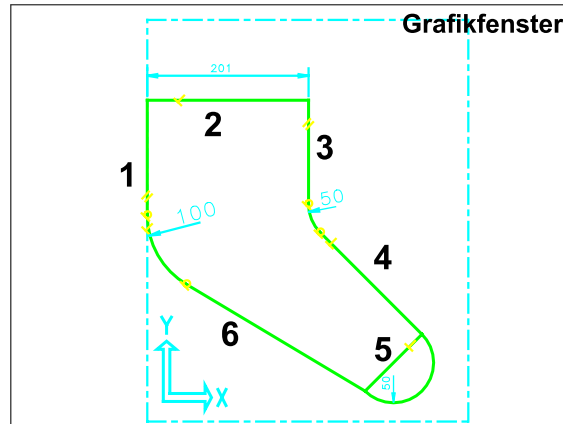
An die Linie 5 soll von Linie 4 aus bis zu Linie 6 ein Halbkreis eingefügt werden. Dafür gibt es einen speziellen Befehl: `START END 180`. Dieser Befehl ist nur eine von vielen Möglichkeiten, im Master Modeler einen Kreisbogen zu konstruieren.

Es kann sein, daß an der Stelle in der Iconleiste ein anderer Befehl zu sehen ist. Die meisten Icons sind mehrfach belegt.

In diesem Fall drücken Sie mit der linken Maustaste auf den links dargestellten Button und halten die Maustaste gedrückt. Wählen Sie dann den gewünschten Befehl durch Loslassen der Maustaste aus.

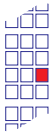
Bei diesem Befehl `HALBKREIS` ist die Reihenfolge, in der Sie Start- und Endpunkt anklicken, sehr wichtig. In welcher

Folge müssen Sie die Punkte anklicken? Was passiert, wenn Sie es umgekehrt machen?



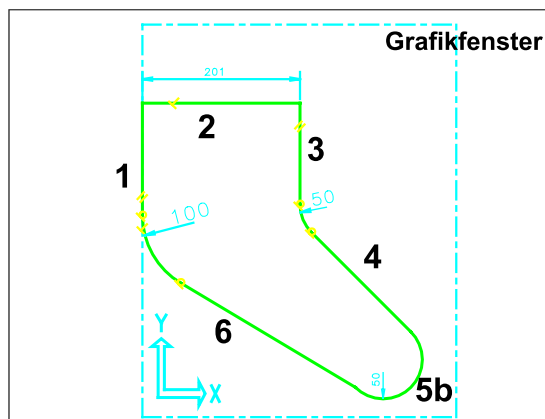
Wenn Sie die Linie 5 100mm lang gezeichnet haben, dann ergibt sich bei dem Kreisbogen ein Radius von 50mm.

### 3.4 Linie Löschen



Jetzt ist die Linie 5 überflüssig, und Sie können sie löschen. Klicken Sie den Befehl **DELETE** an und löschen Sie die Linie, indem Sie die Linie anklicken und mit der mittleren Maustaste zweimal bestätigen.

Die umgekehrte Reihenfolge ist auch denkbar: Erst die Linie anwählen und dann **DELETE**. Bestätigen (**Done**) mit der Eingabetaste oder mit der mittleren Maustaste..



Mehrere Objekte können durch Halten der Shift-Taste zusammen markiert werden. Die Shift-Taste ist die Großschreib-Taste.

## 4 Zwangsbedingungen vervollständigen



Um die Geometrie voll zu bestimmen, fehlen noch einige Angaben. Es müssen noch Constraints vergeben werden. Solche Zwangsbedingungen werden über die Befehlsfamilie

[CONSTRAIN & DIMENSION](#) ausgewählt.



Es öffnet sich das Zusatzfenster: [CONSTRAINTS](#). Mit Hilfe dieses Fensters können dann Tangenten, Senkrechten, Radien, Parallelen, Winkel, Längen u.v.m. definiert werden. Im folgenden Text werden die Icons in diesem Fenster nur noch symbolisch angedeutet.

### 4.1 Tangenten

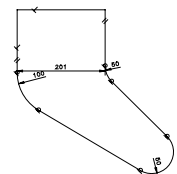
Die Linie 4 muß tangential zur Kurve 5b ausgerichtet werden. Hierzu gibt es einen Constraint. Die gleiche Zwangsbedingung muß dem Linienpaar 5b und 6 zugewiesen werden.

Auch wenn das Linienpaar 4/5b schon scheinbar tangential ineinanderlaufen, muß dem System durch Vergabe dieses Constraints mitgeteilt werden, daß hier kein Knick auftreten darf.



Aktivieren Sie den Befehl: [TANGENT](#) und markieren Sie nacheinander die Kurven, die tangential ineinanderlaufen sollen.

Danach sollte das Ergebnis etwa so aussehen:

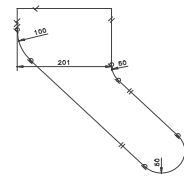


### 4.2 Parallelen



Die Linie 4 muß parallel zur Linie 6 ausgerichtet werden. Aktivieren Sie den Befehl: [PARALLEL](#) und markieren Sie nacheinander die Kurven, die parallel sein sollen.

Danach sollte das Ergebnis in etwa so aussehen:



### 4.3 Winkel

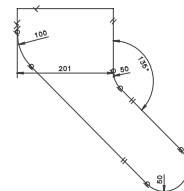
Die Linie 4 soll relativ zur Linie 3 ausgerichtet werden. Dazu wird der Winkel zwischen diesen beiden Geraden definiert. Aktivieren Sie den Befehl: **ANGULAR** und markieren Sie nacheinander die Kurven, zwischen denen Sie den Winkel bestimmen wollen.



Wenn Sie den Mauspointer leicht verschieben erscheint der Winkel im Grafikfenster und muß ebenfalls mit der linken Maustaste an eine beliebige Stelle gesetzt werden.



Danach sollte das Ergebnis so aussehen: (Wo Maßpfeile stehen, ist hier nicht wichtig!)



### 4.4 Längen

Das Icon für Längenmaße verbirgt sich unter demselben Button wie **ANGULAR**. Es sollen die Längen der Linien 1 und 4 festgelegt werden. Die Länge der Linie 2 ist bereits durch den Abstand zwischen Linie 1 und 3 definiert. Aktivieren Sie den Befehl: **LINEAR** und markieren Sie nacheinander die **Endpunkte** der zu vermessenden Kurven. Vermessen Sie erst die Linie 1 und dann Linie 4! (Die Linie 4 ist die obere der beiden schrägen Kurven.)

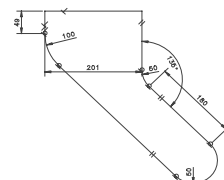


Die Länge erscheint im Grafikfenster und muß nun mit der linken Maustaste an eine beliebige Stelle gesetzt werden. Die Längen der Linien werden verändert: Siehe [4.5 „Dimensionen ändern“ auf Seite 65](#).



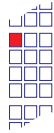
Normalerweise vermaßt man den Abstand zwischen zwei parallelen Linien, so wie der Abstand zwischen Linie 1 und 3 vermaßt ist.

Danach sollte das Ergebnis in etwa so aussehen:



## 4.5 Dimensionen ändern

Zuerst soll der Abstand zwischen den beiden vertikalen Linien 1 und 3 geändert werden. Aktivieren Sie den Befehl: **MODIFY ENTITY** und klicken Sie danach mit der linken Maustaste auf das entsprechende Maß (200). Ändern Sie nun im Fenster das Maß auf genau 200.0! ==>OK



Man kann auch viele Dimensionen auf einmal verändern:



Vergewissern Sie sich, daß kein Befehl mehr aktiv ist:  
Rechte Maustaste ==> **CANCEL**

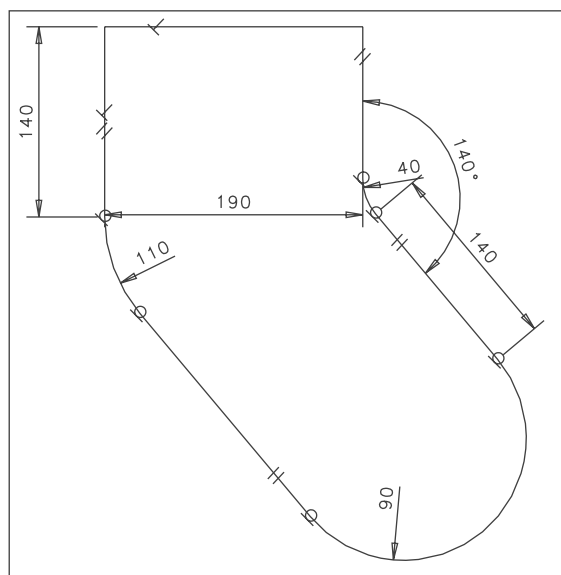
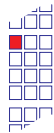


Stellen Sie sicher, daß kein Objekt markiert ist:  
Rechte Maustaste ==> **DESELECT ALL**



Dann wählen Sie mit der linken Maustaste ein beliebiges Maß an und aktivieren Sie über die rechte Maustaste den PopUp-Befehl: **ALL**.

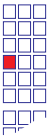
Jetzt sind alle Objekte, die den gleichen Typ wie das erste Objekt besitzen, markiert (alle Dimensionen). Jetzt wählen Sie den Befehl: **MODIFY ENTITY**. In dem Fenster, das sich dann öffnet, können Sie alle Maße gleichzeitig verändern. Wenn Sie in diesem Fenster auf ein Maß klicken, wird in der **Grafic Region** (Grafikfenster) das Maß weiß dargestellt. Ändern Sie alle Maße, wie in der nächsten Abbildung angedeutet!



## 4.6 Kreis einfügen



Zeichnen Sie abseits Ihrer Konstruktion einen Vollkreis mit dem `radius=20mm` (rechte Maustaste => **Options**). Achten Sie darauf, daß keine Constraints über die Lage des Kreismittelpunkts vergeben werden. Positionieren Sie den Kreis mit der linken Maustaste.



Dieser Kreis soll jetzt in die Mitte des Halbkreises gesetzt werden, d.h. beide Kreismittelpunkte sollen aufeinanderliegen. Dazu muß das Fenster: [CONSTRAIN & DIMENSION](#) wieder geöffnet werden.



Das wird mit dem [CONSTRAINT](#)-Befehl: [COINCIDENT/COLLINEAR](#) erreicht. Zuerst wird der Befehl angeklickt, anschließend nacheinander die beiden Punkte (Kreismittelpunkte).

Dieser Befehl hat drei verschiedene Funktionen:

1. Wenn zwei Punkte angeklickt werden, werden diese aufeinander gesetzt (so wie in diesem Fall).
2. Wenn zwei Linien angeklickt werden, nimmt I-DEAS an, daß diese Linien immer auf einer Geraden liegen sollen, also in Flucht zueinander.
3. Wenn eine Linie und ein Punkt ausgewählt werden, dann wird der Punkt immer auf einer Verlängerung der Linie gehalten.

## 4.7 Geometrisch voll bestimmt?

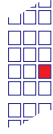
Nachdem man mit einer 2D-Konstruktion fertig ist, sollte man diese **immer** auf vollständige Bestimmtheit überprüfen, damit man später auf alle Eigenschaften Einfluß nehmen kann.



Das Programm kann die Geometrie auf Freiheitsgrade absuchen. Dies veranlaßt der Befehl: [SHOW FREE](#) im Constraintfenster. Wählen Sie diesen Befehl an und das Programm I-DEAS errechnet die Freiheitsgrade. Die Freiheitsgrade werden durch drei verschiedene Farben visualisiert. In Ihrem Fall sollte die Geometrie vollständig blau auf dem Bildschirm erscheinen.

Farbe:	Bedeutung
grün:	Dieses Objekt ist in Lage und Position nicht bestimmt. Hier besteht also noch Handlungsbedarf.
rot:	Es liegt teilweise eine Bestimmung vor, die aber nicht ausreicht.
blau:	Das sollte IMMER angestrebt werden. Dieses Objekt ist vollständig bestimmt.

Wenn eine Linie nicht vollständig bestimmt ist (rot oder grün), dann kann ihr Freiheitsgrad durch Anklicken mit diesem Befehl ([SHOW FREE](#)) angezeigt werden.



Probieren Sie das aus!

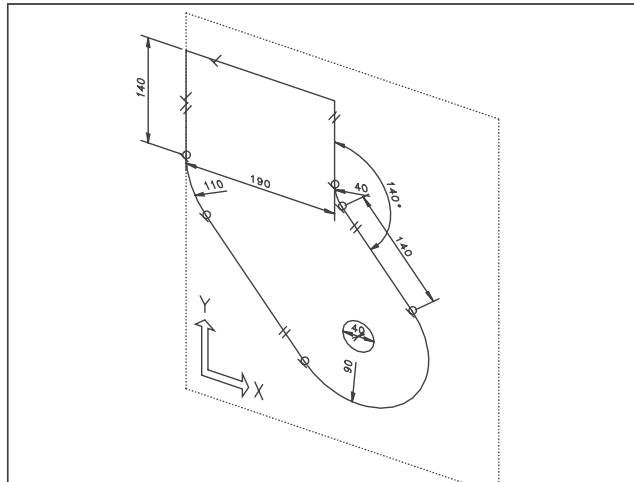
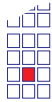
Löschen Sie die Winkelangabe mit [DELETE](#), und lassen Sie sich erneut die Freiheitsgrade mit [SHOW FREE](#) anzeigen.

Vergessen Sie nicht, den Winkel danach wieder zu setzen. [ANGULAR](#) und Winkel setzen mit der linken Maustaste

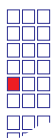


## 5 Die 3. Dimension

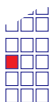
Bevor Sie die 3. Dimension betreten, sollten Sie die Ansicht auf [ISOMETRISCH](#) schalten.



### 5.1 Extrude



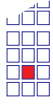
Extrudieren Sie nun den Querschnitt um 190 mm in die z-Richtung. Aktivieren Sie den Befehl: [EXTRUDE](#) und selektieren Sie an einer beliebigen Stelle mit der linken Maustaste die Kontur des Bauteils durch Anklicken. Der innere kleine Kreis soll davon durch zusätzliches Anklicken abgezogen werden. (Beachten Sie dabei das Promptfenster.) Der Befehl wird mit der mittleren Maustaste oder mit der Eingabe-Taste gestartet.



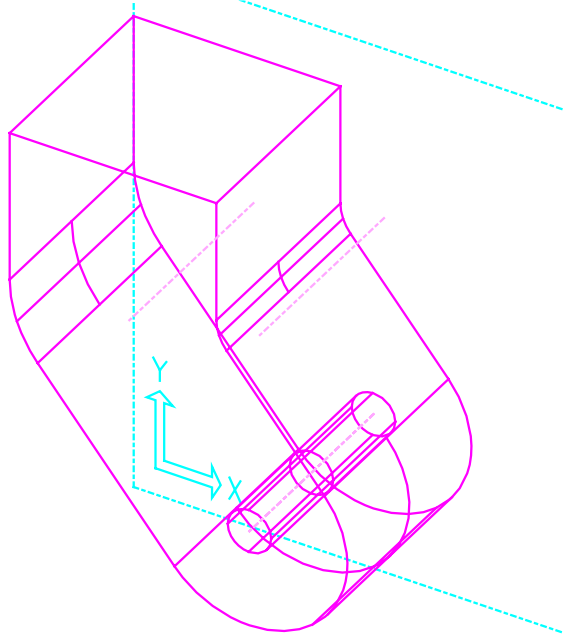
Tragen Sie die **Extrude-Distance=190** ein und [OK!](#)

Danach führen Sie [ZOOM ALL](#) aus.

Jetzt, da Sie den ersten 3D-Körper auf der Arbeitsebene haben, sollten Sie Dynamic-View mit den Funktionstasten (F1, F2, und F3) ausprobieren. Näheres dazu in [3.1 „Funktionen der Maustasten“](#) auf Seite 26.



Danach wieder auf ISOMETRISCH schalten.



## 5.2 Nut ausfräsen

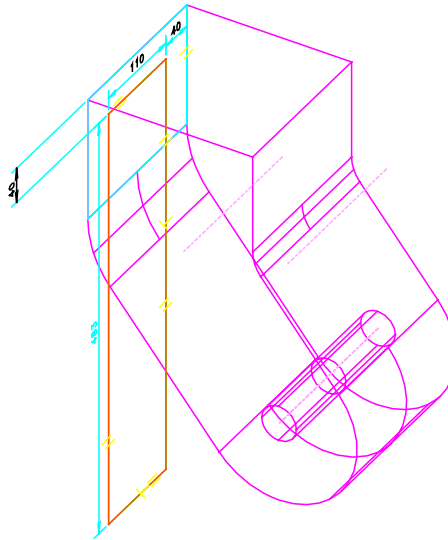
Legen Sie mit dem Befehl SCETCH IN PLACE die Workplane an die linke Rückseite des Bauteils.



Zeichnen Sie dort ein relativ langes Rechteck, wie es in der nächsten Grafik angedeutet ist, und achten Sie darauf, daß kein Eckpunkt des Rechtecks auf einer Körperkante liegt!



Vermaßen Sie das Rechteck von den Kanten des Rechtecks zu den Eckpunkten des Körpers! Ansonsten kommt es zu einer Überbestimmung.



Lage und Größe des Rechteckes müssen definiert werden. Bestimmen Sie den Abstand von den Kanten der Rechteckes zu den Kanten des Körpers mit jeweils **40mm** ([MODIFY ENTITY](#)). Das Rechteck soll 110 mm breit sein und mindestens 400 mm hoch.

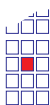
Extrudieren Sie die so entstandene Kontur mit der Option: **CutOut / Depth: Through all**. Damit wird die angewählte Rechteckkontur durch das ganze Volumen ausgeschnitten.

### 5.3 Loch bohren

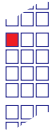
Dazu müssen Sie den im letzten Abschnitt beschriebenen Vorgang wiederholen. Diesmal die obere Deckfläche mit [SCETCH IN PLACE](#) auswählen und einen Kreis ( $R=30\text{mm}$ ) zeichnen. Den Abstand von Kreismittelpunkt zu den Kanten der Deckfläche des Körpers vermaßen ([DIMENSION](#)) und auf einen Wert setzen, der den Kreis genau in die Mitte der Fläche setzt ([MODIFY DIMENSION](#)).

Danach wieder ausschneiden mit dem Befehl [EXTRUDE](#).

### 5.4 Feature ändern



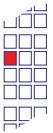
Man kann sich Ausschnitte gezielt anzeigen lassen. Zoomen Sie mit der linken Maustaste auf das obere Loch, das gerade entstanden ist.



Klicken Sie zuerst MODIFY ENTITY mit der linken Maustaste an und danach zweimal mit der linken Maustaste auf die Kanten des Lochs, bis das Feature des Loches gelb markiert ist. Im Promptfenster werden Sie um Bestätigung gebeten (Accept?). Das Programm fragt, ob Sie hier etwas ändern wollen. Bestätigen Sie Ihre Absicht mit der mittleren Maustaste oder mit der Eingabetaste. Sie könnten jetzt zum Beispiel das Feature löschen.

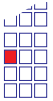
Sie wählen aber jetzt den PopUp-Befehl: SHOW DIMENSIONS.

Sie bekommen nun die Größen angezeigt, die dieses Feature in Größe und Lage beschreiben. Klicken Sie auf den Kreisdurchmesser (linke Maustaste). Ändern Sie diesen von 60 mm auf 30 mm.

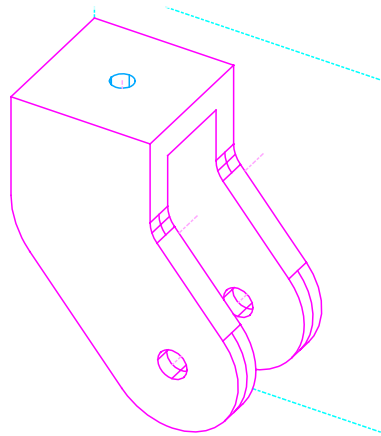


Bestätigen Sie die Änderung mit der mittleren Maustaste.

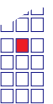
Nun könnten noch beliebig viele Änderungen folgen. Das Programm berechnet die neue Form des Bauteils aber erst, wenn es dazu mit dem UPDATE-Button aufgefordert wird.



Danach führen Sie ZOOM ALL aus.



Mit dem Befehl HIDDEN HARDWARE bekommen Sie die verdeckten Kanten ausgeblendet. Dieser Befehl wird auch HIDDEN LINE genannt. Hier heißt der Befehl HIDDEN HARDWARE, weil die Hardware die Darstellung unterstützt.



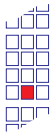
Nachdem sie die Ansicht Ihres Teils ausgiebig genossen haben, sollten Sie wieder auf die schneller aufbauende Linienansicht (LINE) zurückschalten.

## 6 Daten verwalten

### 6.1 Objekt benennen

Ihrem Part ermangelt es noch an einem Namen damit Sie es später im Modelfile wiederfinden können.

Wählen Sie Ihr Bauteil an, indem Sie es an irgendeiner Stelle (Kante, Fläche oder Ecke) anklicken. Geben Sie dem Bauteil den Namen: `Radkasten` und setzen Sie Part#: `original`. Dafür verwenden Sie den Befehl: `NAME PART`.



### 6.2 Information anzeigen lassen

Lassen Sie sich einige Informationen zu Ihrem Bauteil anzeigen. Sie können zu jedem Objekt Informationen abfragen:

- Punkte,
- Kanten,
- Flächen und
- Körper.



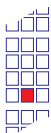
Verwenden Sie das `INFO`-Icon. Klicken Sie irgendein Element im Grafikfenster an. Die Informationen werden im Listfenster angezeigt.

Nebenbei: I-DEAS kann nach Angabe des Materials auch:

- das Volumen,
- die Masse,
- äquatoriale und radiale Trägheitsmomente,
- die Lage der Hauptträgheitsachsen,
- die Größe der Oberfläche,
- die Lage des Schwerpunktes,

und vieles mehr bestimmen.

### 6.3 Part im Modelfile ablegen



Legen Sie Ihren Radkasten im Modelfile ab `PUT AWAY`. Das Teil verschwindet von der Workplane, ist aber noch im Modelfile enthalten. Auf der Workplane können auch meh-

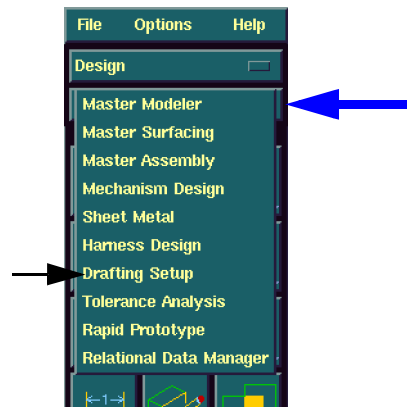
rere Parts gleichzeitig sein. Vergleichen Sie hierzu die [Abbildung 2-2](#), „Verwaltung von Daten innerhalb eines Model Files,“ auf Seite 20.

## 7 Konstruktionszeichnung erstellen

### 7.1 Task wechseln

Wechseln Sie in den Task: *Drafting Setup*. Klicken Sie dazu in der Iconleiste die Applikation *Master Modeler* an. Es öffnet sich ein Pulldown Menü, wie in der Abbildung 7-1 gezeigt wird. Wählen Sie die Anwendung: *Drafting Setup* aus.

ABBILDUNG 7-1 Die verschiedenen Tasks der Applikation: Design

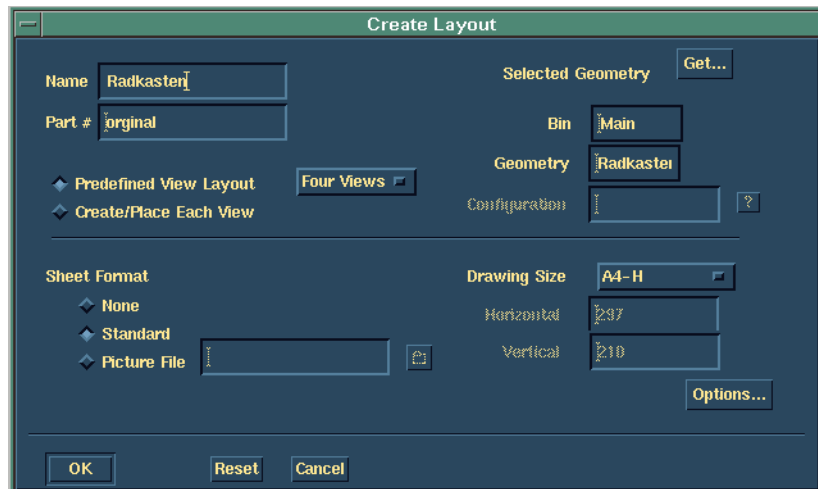


### 7.2 Zeichnung eröffnen



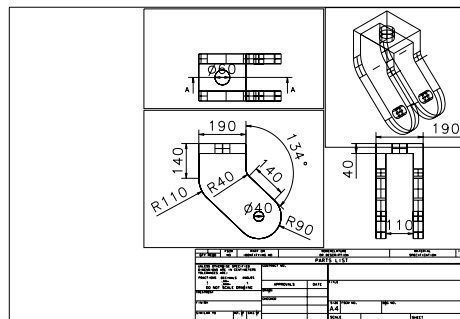
Eröffnen Sie mit dem Befehl `CREATE .LAYOUT` eine neue Konstruktionszeichnung des gesamten Radkastens. Benutzen Sie dabei die in Abbildung 7-2 abgebildeten Standard-Voreinstellungen.

ABBILDUNG 7-2 Standard-Voreinstellungen im Create Layout Menü



Sie erhalten dann eine Zeichnung, wie sie in Abbildung 7-3 angedeutet ist. Die Lage der Maße kann noch mit dem Befehl **MOVE** verschoben werden. Aber die endgültige Fertigungszeichnung wird mit der Applikation *Drafting* erstellt.

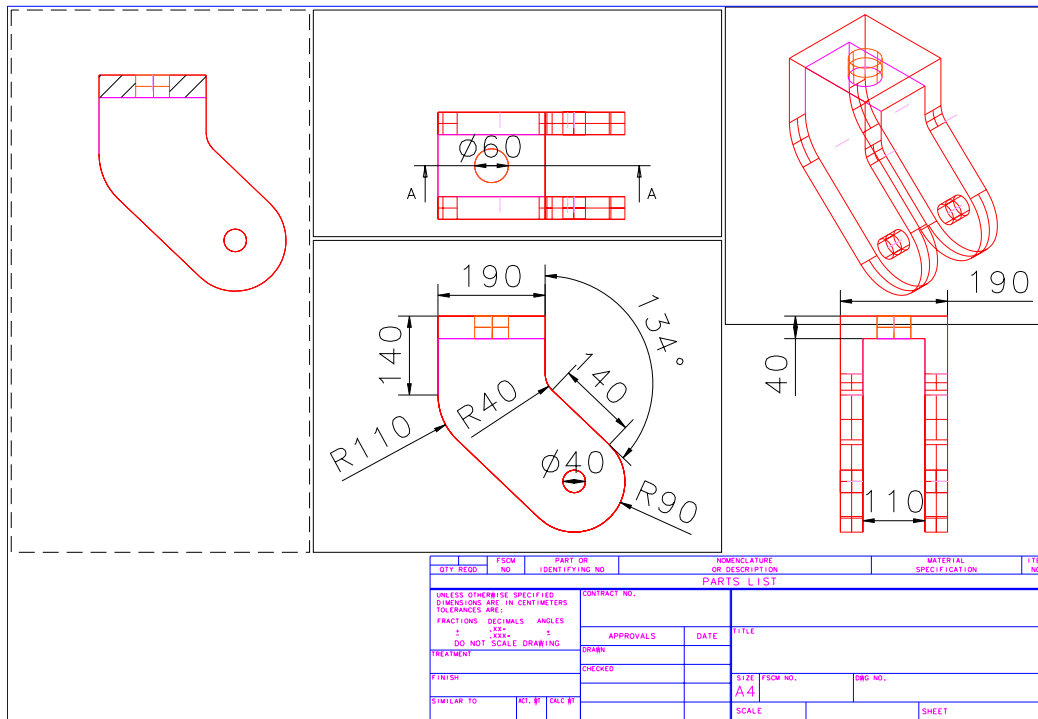
ABBILDUNG 7-3 Vierseiten Ansicht (Voreinstellung)



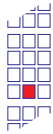
Erzeugen Sie mit **SECTION** einen Schnitt durch die Top-Ansicht des Radkastens. Plazieren Sie diese Ansicht in die linke, obere Ecke der Zeichnung (siehe Abbildung 7-4). Gehen Sie hierfür wie folgt vor:

1. Aktivieren Sie den Befehl: Section.
2. Wählen Sie die Ansicht aus, die geschnitten werden soll.
3. Bestimmung der Options des Befehls Section. Hier bestätigen Sie die Standard-Einstellungen.
4. Zeichnen Sie mit einer Linie die Schnittebene in die Ansicht.
5. Beenden Sie den Befehl mit der mittleren Maustaste.
6. Setzen Sie die geschnittene Ansicht mit der linken Maustaste an eine beliebige Stelle.

ABBILDUNG 7-4 Konstruktionszeichnung mit Schnitt



In der Applikation *Drafting* könnte die Zeichnung weiter detailliert werden.



Legen Sie die Zeichnung im Modelfile mit **PUT AWAY** ab, und wechseln Sie wieder zum Task: *Master Modeler* zurück.

## 1 Allgemeines

### 1.1 Aufgabe

Jede Gruppe soll innerhalb von ca. elf Arbeitsstunden die in [Tabelle 1, „Stückliste“](#), auf [Seite 76](#) angekreuzten Teile anfertigen.

Die meisten Befehle sind schon im Einführungsbeispiel erklärt worden. Neue Befehle werden bei den einzelnen Bauteilen kurz erläutert.

Danach sollen die Gruppen 1-4 jeweils eine Baugruppe zusammenbauen, siehe [4 „Baugruppen“](#) auf [Seite 107](#).

### 1.2 Vorgehensweise

Die grundsätzliche Vorgehensweise sollte bei allen Bauteilen des Baggers gleich sein:

1. Die Workplane wird auf eine Größe eingestellt, so daß der zu konstruierende Querschnitt sicher darauf paßt, vergleiche: [2.1 „Workplane“](#) auf [Seite 56](#).
2. Das Bauteil wird auf die beschriebene Art konstruiert.
3. Das Teil bekommt einen Namen, wie zum Beispiel:  
Name: **Griff**  
Part#: **B11**  
Vergleiche: [6.1 „Objekt benennen“](#) auf [Seite 71](#).
4. Das Teil wird mit **PUT AWAY** im Model File abgelegt, vergleiche: [6.3 „Part im Modelfile ablegen“](#) auf [Seite 71](#).

### 1.3 Stückliste

Für den Bagger sind 21 Teile erforderlich. Aus der folgenden Tabelle ist zu entnehmen, welche Gruppe welches Teil des Baggers konstruieren muß. Beim Zusammenbau des Baggers werden zunächst vier Baugruppen erstellt:

1. Aufbauten
2. Ausleger
3. Fahrerhaus
4. Fahrgestell

Die Tabelle 1 zeigt Ihnen, zu welcher Baugruppe die Teile gehören und welche Gruppe welches Teil konstruieren muß.

Tabelle 1 Stückliste

Teil	Baugruppe	G1	G2	G3	G4
<a href="#">B01 : Achse, S. 77</a>	Fahrwerk	x			
<a href="#">B02 : Amaturenbrett, S. 79</a>	Fahrerhaus		x		
<a href="#">B03 : Ausleger groß, S. 80</a>	Ausleger	x			
<a href="#">B04 : Ausleger klein, S. 82</a>	Ausleger			x	
<a href="#">B05 : Auspuffdeckel, S. 83</a>	Aufbauten		x		x
<a href="#">B06 : Auspuffrohr, S. 84</a>	Aufbauten	x		x	
<a href="#">B07 : Basis groß, S. 86</a>	Fahrwerk	x			
<a href="#">B08 : Basis klein, S. 87</a>	Aufbauten		x		x
<a href="#">B09 : Bolzenführung, S. 88</a>	Ausleger	x			
<a href="#">B10 : Felge, S. 89</a>	Fahrwerk	x	x	x	x
<a href="#">B11 : Griff, S. 91</a>	Fahrerhaus Aufbauten	x	x	x	x
<a href="#">B12 : Haus Bagger, S. 93</a>	Aufbauten				x
<a href="#">B13 : Haus Fahrer, S. 95</a>	Fahrerhaus		x		
<a href="#">B14 : Haus Motor, S. 96</a>	Aufbauten			x	
<a href="#">B15 : Hydr. Kolben, S. 97</a>	Ausleger		x		
<a href="#">B16 : Hydr. Zylinder, S. 98</a>	Ausleger	x	x	x	x
<a href="#">B17 : Lenkrad, S. 99</a>	Fahrerhaus	x		x	
<a href="#">B18 : Reifen, S. 100</a>	Fahrwerk			x	x
<a href="#">B19 : Schaufel, S. 101</a>	Ausleger			x	
<a href="#">B20 : Sitz, S. 103</a>	Fahrerhaus Aufbauten		x		x
<a href="#">B21 : Trittbrett, S. 105</a>	Fahrwerk	x	x	x	x

## 2 Einzelteilzeichnungen des Baggermodells

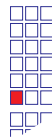
### 2.1 B01 : Achse

Das Teil (part) Achse kann man auf viele verschiedene Arten konstruieren. Eine Möglichkeit ist es erst das halbe Bauteil fertig zu konstruieren, und es in einem letzten Schritt an der richtigen Fläche (Ebene) zu spiegeln (kopieren).

Das erste Teil der halben Achse wird aus dem Katalog für Standardteile (*Primitive*) geholt. Hier findet man auf die geometrischen Grundformen:

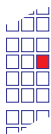
- Quader (Block)
- Zylinder (Cylinder)
- Kegel (Cone)
- Rohr (Tube)
- Kugel (Sphere)

Man kann sich im Menü **Primitive Parts** aussuchen, welches Teil man haben möchte und welche Maße es erhalten soll. Das neue Part erscheint dann im Ursprung der Zeichenebene.



Zuerst wird der Quader mit den richtigen Maßen mit dem Befehl: **PARTS** erstellt.

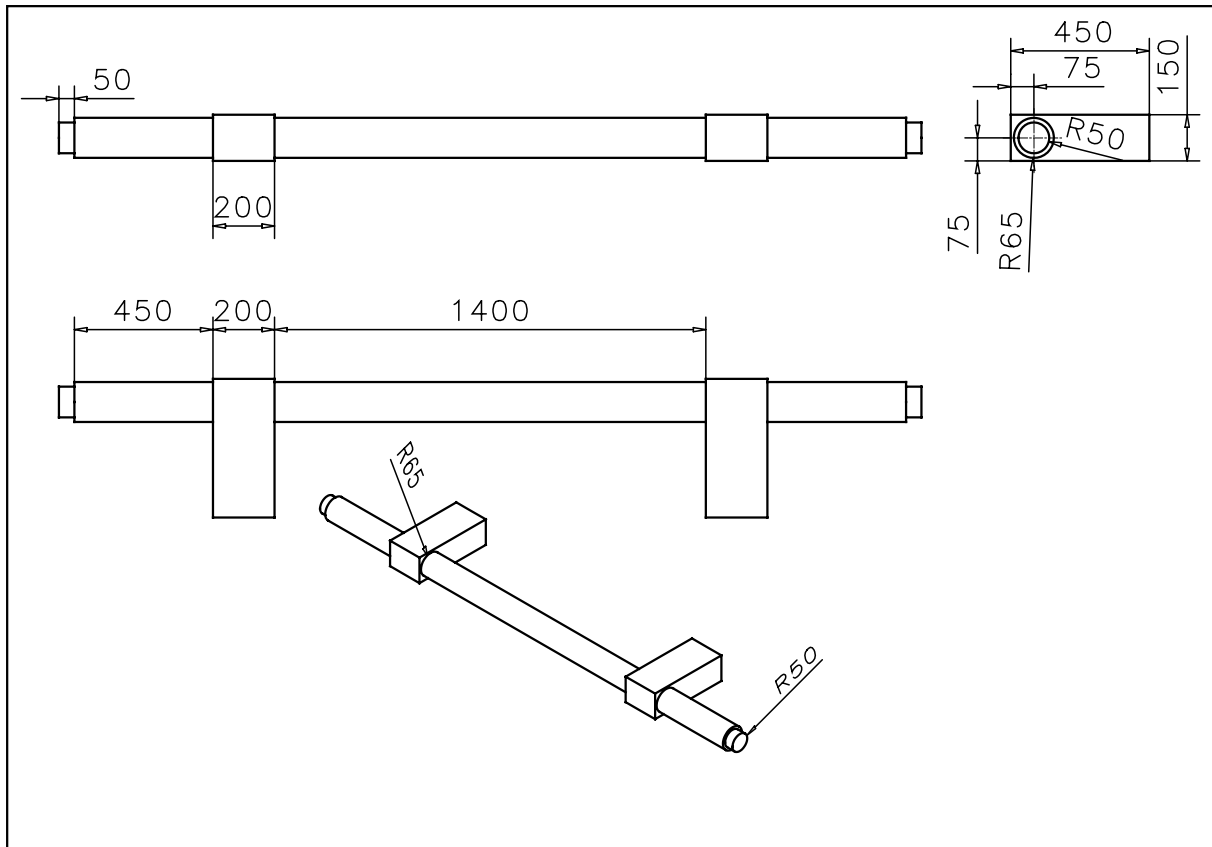
Danach werden die Zylinder mit **SCETCH IN PLACE** und **EXTRUDE** auf die Oberflächen des Quaders konstruiert, vergleiche: [5.2 „Nut ausfräsen“ auf Seite 68](#).



Wenn die eine Hälfte des Achsenteils fertig ist, wird mit dem Befehl **REFLECT** (**Keep Both**) das Bauteil gespiegelt.

Dies ist aber nur eine von vielen Möglichkeiten, das Bauteil zu konstruieren.

ABBILDUNG 2-1 Zeichnung des Bauteils: B01



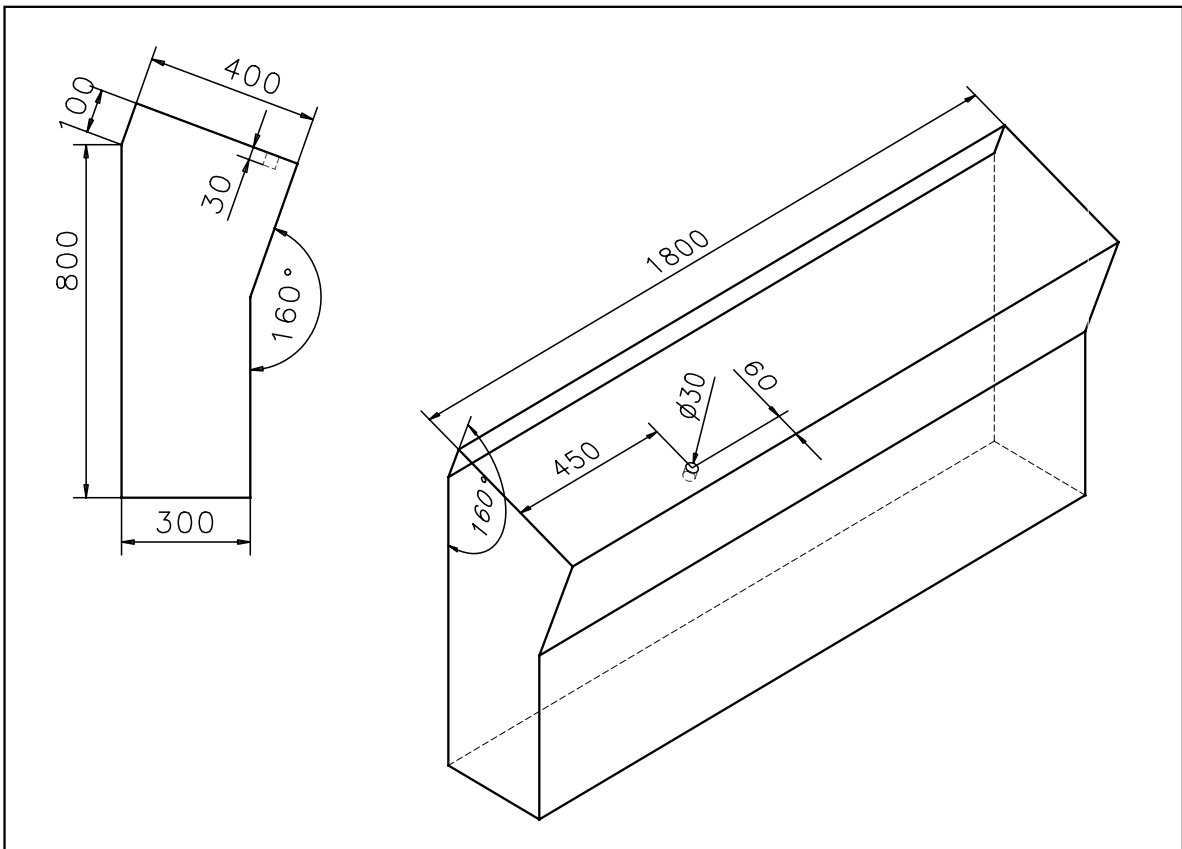
## 2.2 B02 : Amaturenbrett



Vorgehensweise:

1. Seitenansicht konstruieren,
2. auf vollständige Bestimmtheit achten (**SHOW FREE** => alles blau),
3. in z-Richtung extrudieren
4. und das Loch für Lenkrad mit **SCETCH IN PLACE** „hineinextrudieren“.

ABBILDUNG 2-2 Zeichnung des Bauteils: B02



### 2.3 B03 : Ausleger groß

Der große Ausleger ist einer von zwei Schenkeln, die später den Baggerarm bilden. Es empfiehlt sich, zuerst die komplette Seitensicht zu konstruieren. Die Radien links und rechts unten sollen tangential in den Schenkel übergehen. Die Eckpunkte an der Knickstelle des Auslegers sollen direkt übereinanderliegen, d.h. der horizontale Abstand ist Null. Man kann mit der Vermaßungsfunktion über einen PopUp-Befehl auf der rechten Maustaste den vertikalen oder horizontalen Abstand vermaßen.

Wenn die äußere Umrandung fertig ist, können die Bohr-  
löcher eingezeichnet werden. Diese sollen genau im Mittel-  
punkt der äußeren Radien liegen, dazu wird ein Constraint  
benötigt, wie im Einführungsbeispiel erläutert wurde.

Bitte überprüfen Sie jede 2D-Konstruktion auf vollständige  
Bestimmtheit: **SHOW FREE**, siehe: [4.7 „Geometrisch voll  
bestimmt?“ auf Seite 66.](#)

Danach kann die 2D-Konstruktion extrudiert werden. Dazu  
wählt man den Extrude-Befehl an und markiert nacheinan-  
der die äußere Kontur und die inneren beiden Vollkreise.  
Wenn die Selektion getroffen ist, bestätigt man den Befehl  
mit der mittleren Maustaste.

Nun muß nur noch mit **SKETCH IN PLACE** ein Rechteck auf  
die obere Seite des rechten Schenkels konstruiert und ver-  
maßt werden und mit **EXTRUDE** und **CUT OUT** herausgefräst  
werden.

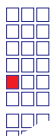
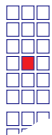
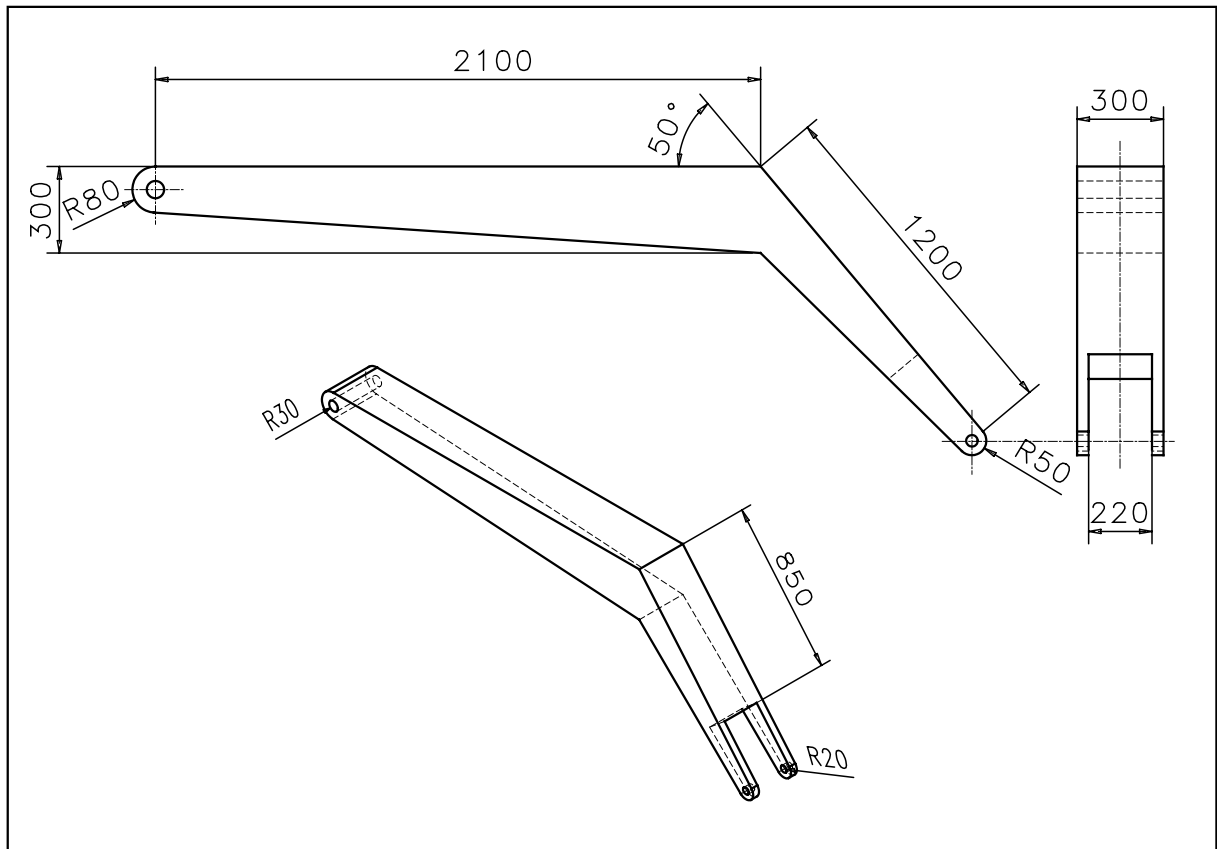


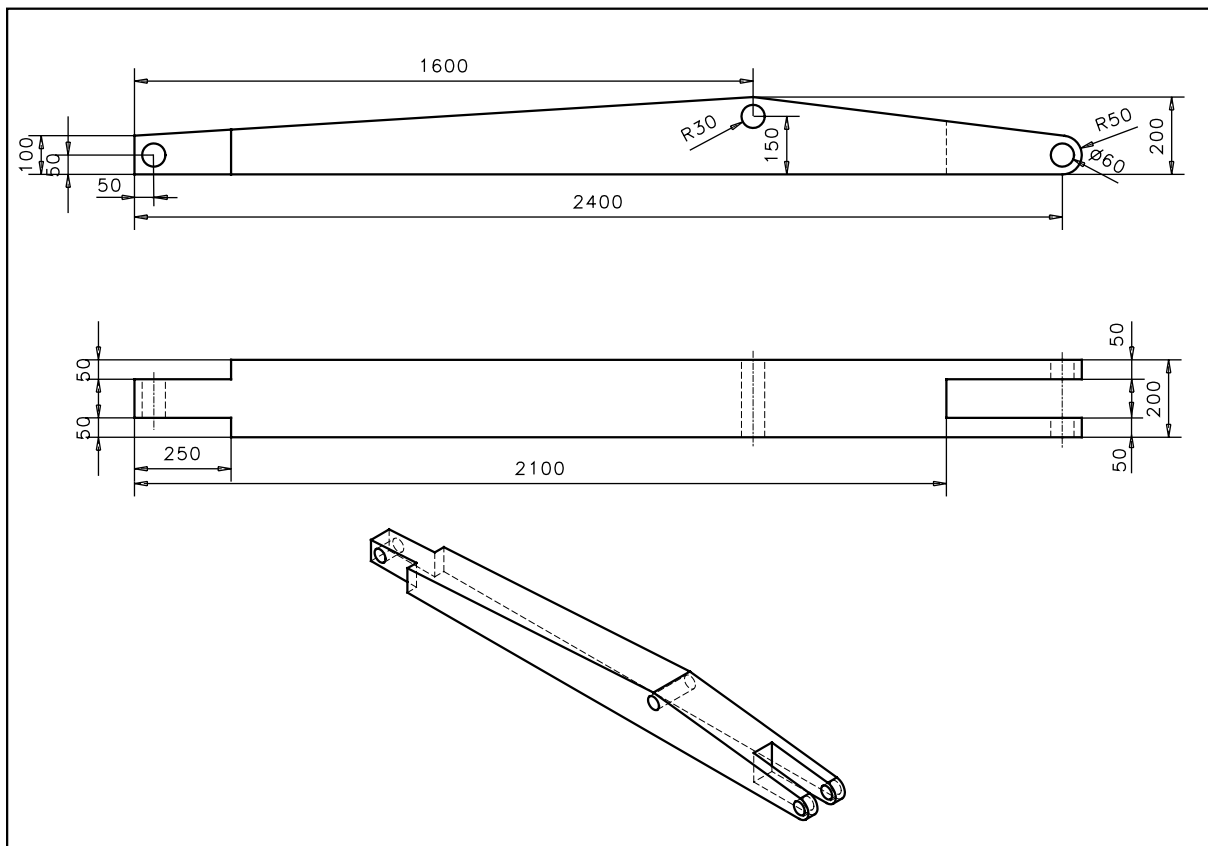
ABBILDUNG 2-3 Zeichnung des Bauteils: B03



## 2.4 B04 : Ausleger klein

Der kleine Ausleger ist das zweite Gelenkteil im Baggerarm. Zuerst soll die Vorderansicht konstruiert und vermaßt werden. Danach wird diese Ansicht extrudiert und weiter bearbeitet ([Siehe „B03 : Ausleger groß“ auf Seite 80.](#))

ABBILDUNG 2-4 Zeichnung des Bauteils: B05



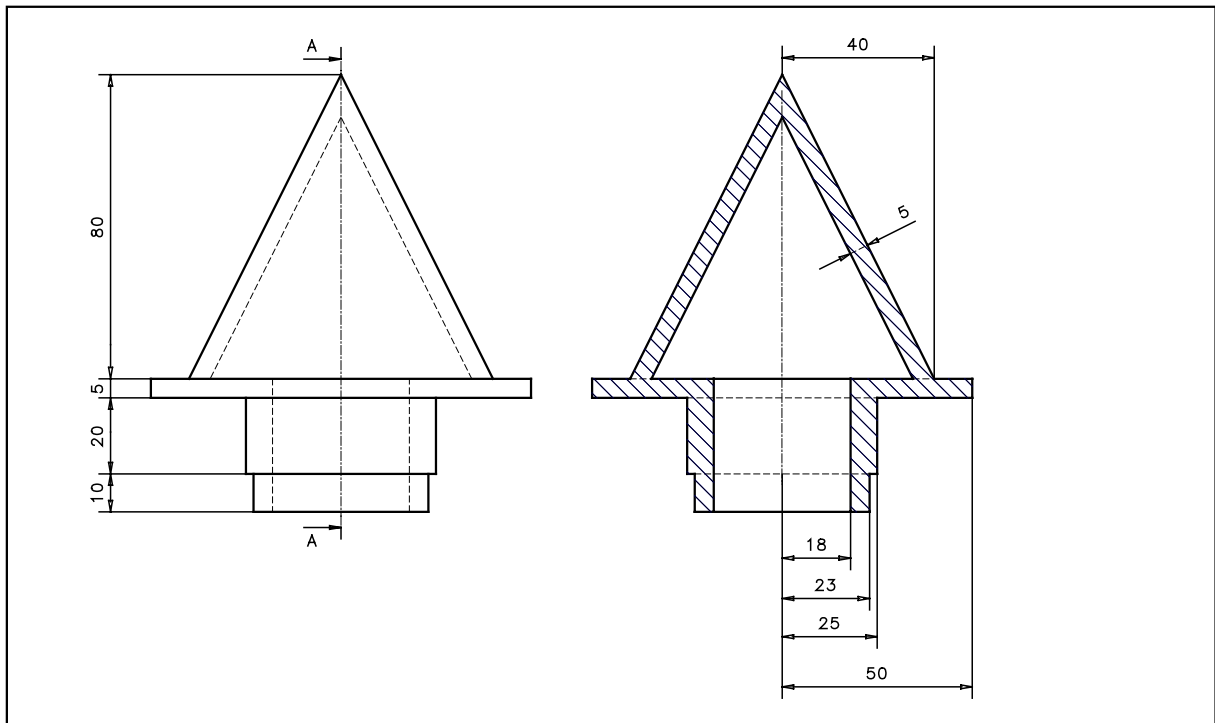
## 2.5 B05 : Auspuffdeckel

Das Bauteil B05 wird konstruiert, indem man den halben Querschnitt zeichnet und diesen dann um die y-Achse rotieren (360°) läßt.

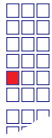


Hierfür benötigt man den Befehl **REVOLVE**.

ABBILDUNG 2-5 Zeichnung des Bauteils: B04



## 2.6 B06 : Auspuffrohr



Das Auspuffrohr soll mit den Befehlen: **SWEEP** und **SHELL** entstehen. Der Befehl **SWEEP** ist nur im Master Surfacing-Modul zu finden. Wie man zwischen den Tasks wechselt, zeigt Ihnen [Abbildung 4-1, „I-DEAS Oberfläche,“ auf Seite 28](#) im Kapitel Bedienung von I-DEAS.



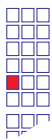
1. Zeichnen Sie zunächst den Sweep-Pfad grob auf die Workplane (**POLYLINES**). Am besten benutzen Sie dafür die Options auf der rechten Maustaste. 100 nach rechts, 1700 nach oben, 150 nach rechts und wieder 200 nach oben.

Entlang des Sweep-Path wird nachher die CrossSection integriert.



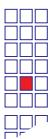
2. Der Sweep-Pfad muß knickfrei sein, damit die Querschnittsfläche entlang geführt werden kann. Hierzu werden die Radien mit **FILLET** eingefügt.

3. Abseits vom Sweep-Pfad wird die Geometrie konstruiert, die nachher entlang des Sweep-Pfades geführt werden soll. Hierfür soll ein Rechteck (60x80) verwendet werden. Die Ecken werden mit 10er Radien gerundet.



4. Nun wird die **SWEEP**-Operation durchgeführt. Der Befehl fragt im Promptfenster zuerst nach dem Sweep-Pfad und danach nach der Querschnittsfläche. Mit dem „Augenbttom“ im **SWEEP**-Window bekommt man eine Vorschau angezeigt. Zuerst soll ein voller Körper erzeugt werden.

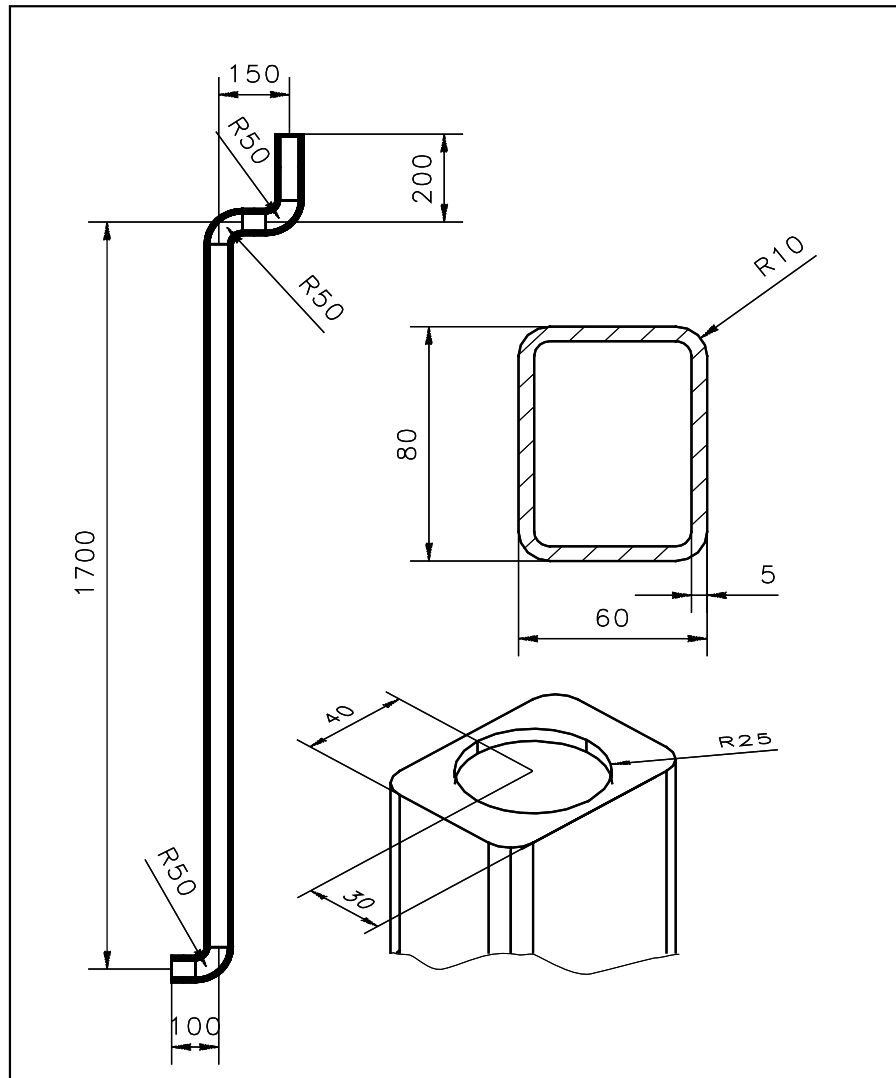
5. Mit dem Befehl **SHELL** kann man einer Oberfläche eine Dicke zuweisen. Die Dicke des neuen Körpers soll 5 mm betragen, siehe [Abbildung 2.6](#). Die Ausdehnung der Oberflächenstärke soll nach innen (=negativ) gehen, damit die Außenmaße des Rohres erhalten bleiben.



Am unteren Ende des Rohres soll eine Öffnung entstehen. Hierzu muß die untere Deckfläche beim **SHELL**-Befehl subtrahiert werden. Außerdem können bei diesem Befehl Oberflächen mit verschiedenen Dicken deklariert werden.

Jetzt müßte man ein Bauteil (Part) erhalten haben, das auf einer Seite offen ist. Nun wird noch mit **SKETCH IN PLACE** die Öffnung in die obere Deckfläche des Rohres gezeichnet und mit **EXTRUDE/CUT OUT** herausgebohrt, vergleiche: [5.2 „Nut ausfräsen“ auf Seite 68](#).

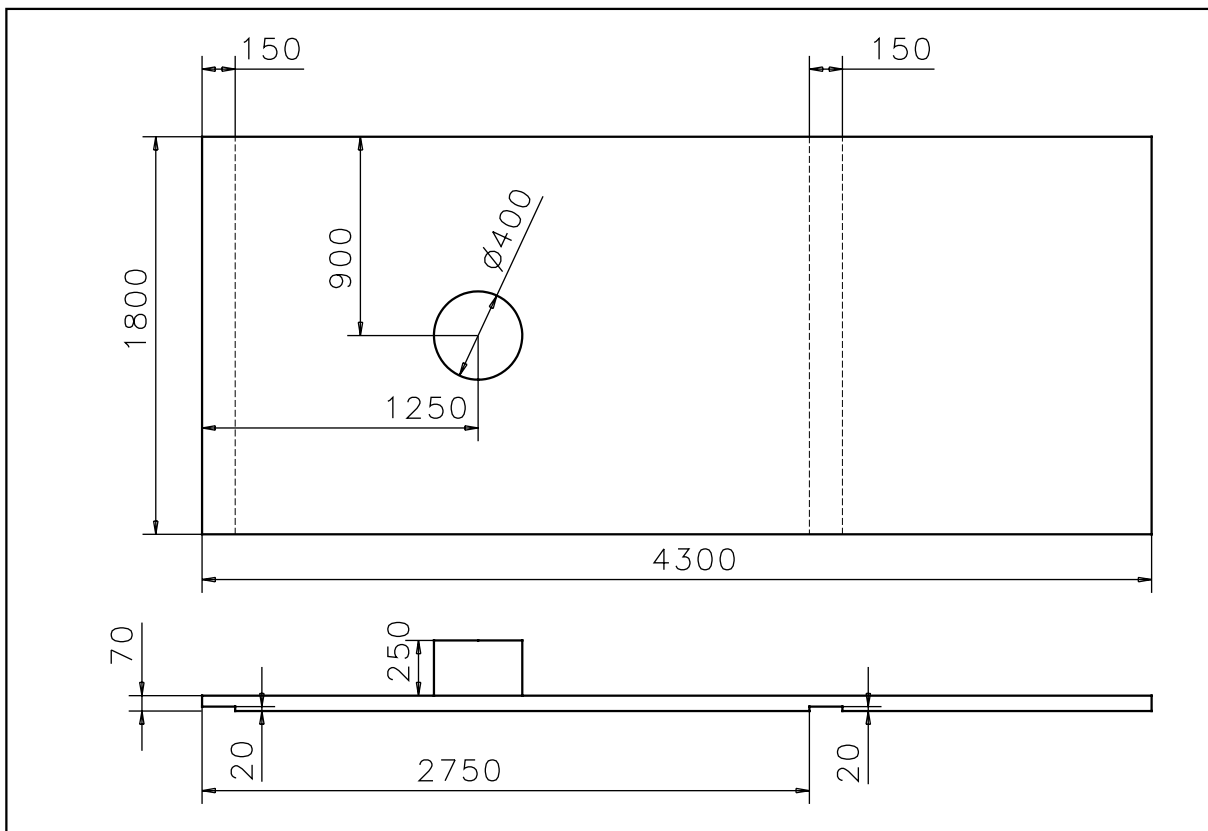
ABBILDUNG 2-6 Zeichnung des Bauteils: B06



## 2.7 B07 : Basis groß

An die große Basis soll später das Fahrwerk montiert werden. Das Bauteil wird als **EXTRUDE**-Körper aus der Seitenansicht erzeugt. Die zylindrische Plattform für die Baggereinheit kann mittels **SKETCH IN PLACE** über eine **EXTRUDE**-Operation auf dem Grundkörper erzeugt werden.

ABBILDUNG 2-7 Zeichnung des Bauteils: B07

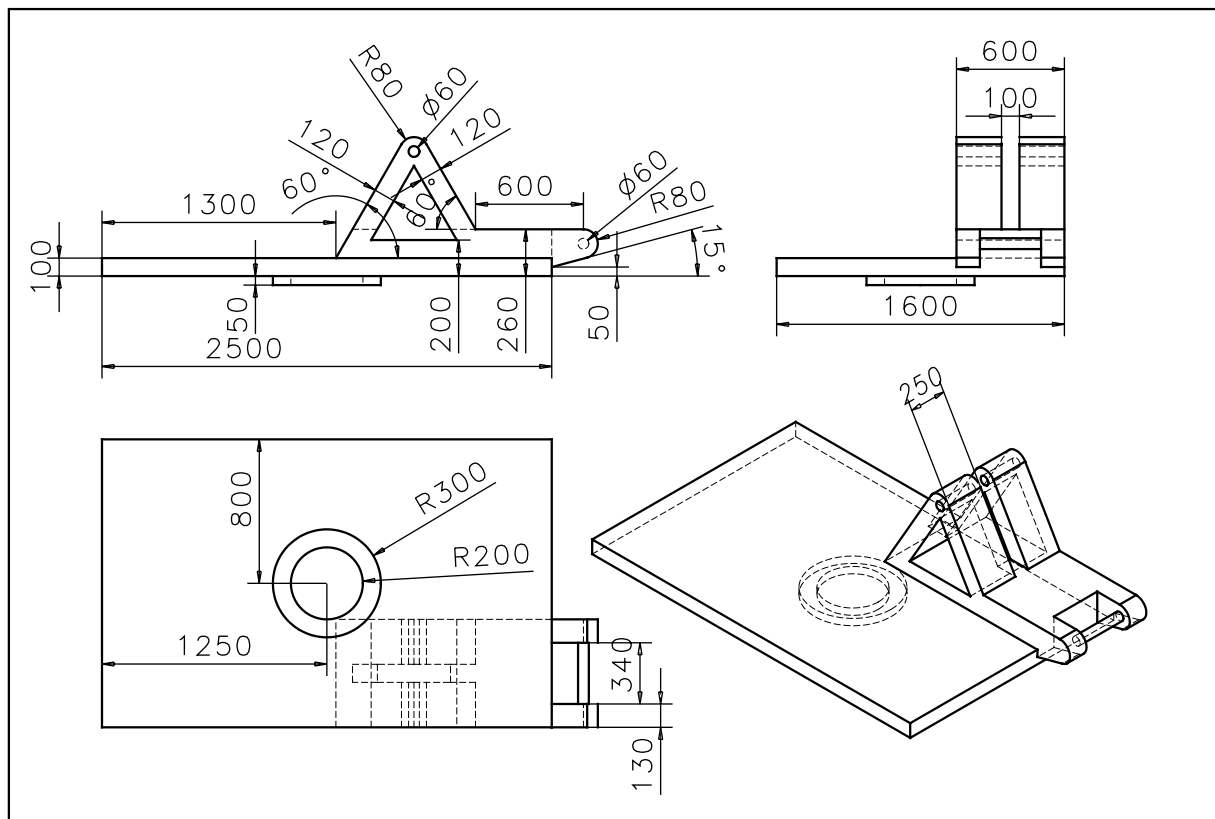


## 2.8 B08 : Basis klein

Die kleine Basis fungiert später als Grundkörper für alle Aufbauten (Haus Motor, Haus Bagger, Ausleger).

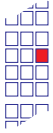
Das Bauteil ist auf viele verschiedene Arten erzeugbar. Die empfohlenen Methode ist: zuerst die **komplette** Seitenansicht zu konstruieren und diese in z-Richtung 600 mm weit zu extrudieren. Die Nuten und restlichen Bauteileigenschaften können danach mittels **SKETCH IN PLACE** über eine **EXTRUDE**-Operation auf dem Grundkörper erzeugt werden.

ABBILDUNG 2-8 Zeichnung des Bauteils: B08



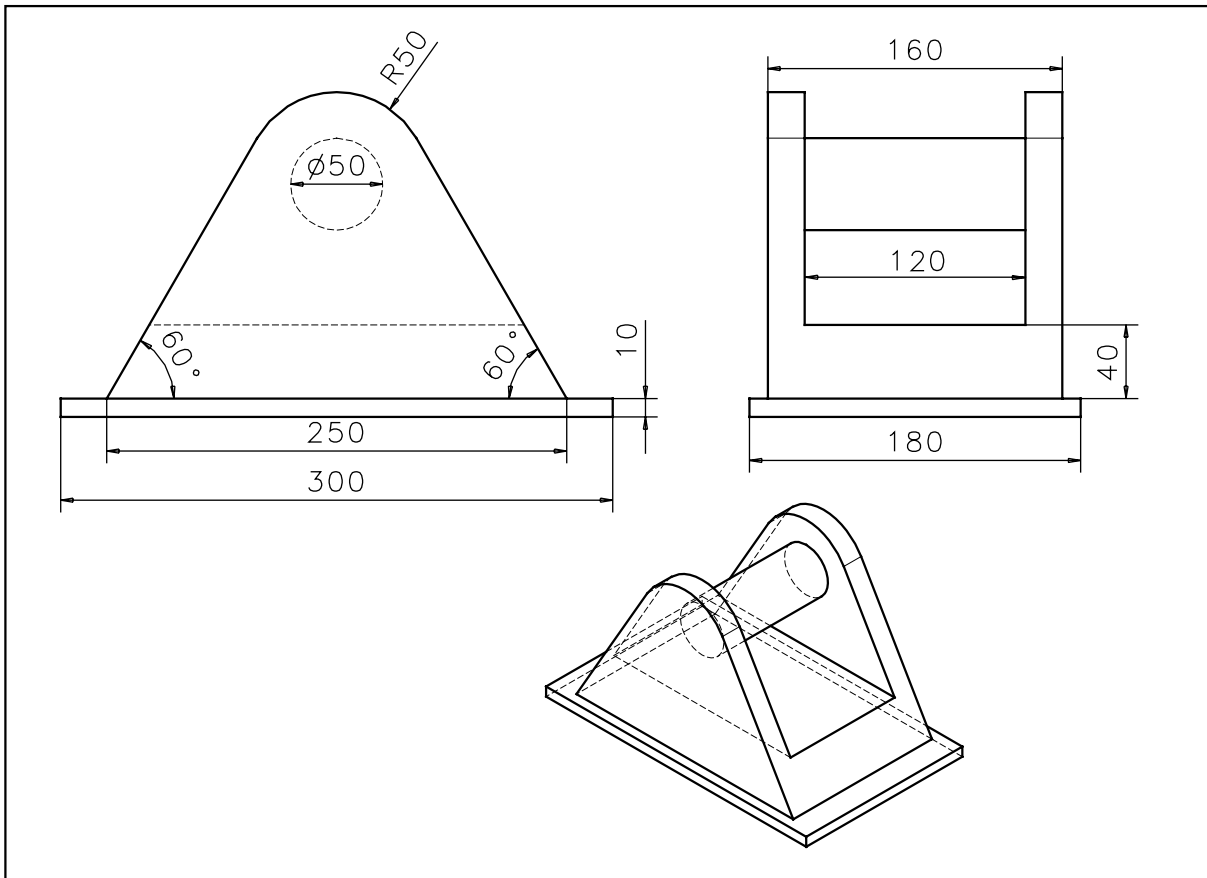
## 2.9 B09 : Bolzenführung

Die Bolzenführung wird später zur Befestigung der Hydraulikkolben und -zylinder benötigt.



Es bietet sich an, zuerst wieder die Hälfte des Bauteils zu erzeugen und nach Fertigstellung mit **REFLECT (Keep Both)** zu spiegeln und duplizieren.

ABBILDUNG 2-9 Zeichnung des Bauteils: B09

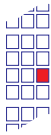


## 2.10 B10 : Felge



Die Felge ist das komplexeste Bauteil in diesem Praktikum. Die Felge ist ein 360° Rotationskörper, solche Volumenkörper werden mit **REVOLVE** erzeugt.

Zuerst muß aber der Wireframe erstellt werden. Dieser Vorgang ist kompliziert, weil sehr viele Objekte (Linien, Radien) mit vielen Constraints (Parallel, Winkel, Abstand usw.) verknüpft werden müssen.



Beim Erstellen des 2D-Drahtgitters muß immer darauf geachtet werden, welche Constraints automatisch gesetzt werden. Wenn es nötig ist, müssen nachträglich Constraints und Maße, die nicht erwünscht sind, mit **DELETE** gelöscht werden. Es ist aber auch möglich, über den PopUp-Befehl: **NAVIGATOR** auf der rechten Maustaste während des Zeichnens zu bestimmen, welche Zwangsbedingungen vergeben werden und welche nicht.

Alle unbemaßten Radien sind 4 mm groß!

Erst wenn die 2D-Geometrie vollständig bestimmt ist, dürfen Sie den Revolve-Befehl ausführen. Am 3D-Volumenobjekt muß noch das Loch zum Zentrieren, die Löcher für die Felgenschrauben (versenkte Innensechskantschrauben) und die Zylindersenkungen für die Schraubenköpfe erstellt werden. Desweiteren müssen die sektorartigen Aussparungen eingebracht werden. Hierfür bietet sich wieder die Befehlskette **SCETCH IN PLACE** und **EXTRUDE** an.

Die Abbildung 2-10 zeigt die noch unbearbeitete Felge im Schnitt dar. Die Bohrungen und Aussparungen werden erst nach dem Rotieren erstellt.

Der Reifen hat einen Innendurchmesser von 710 mm.



## 2.11 B11 : Griff



Das Einzelteil Griff wird mit der Loft-Operation erstellt. Der halbe Griff wird aus zwei verschiedenen Querschnitten erzeugt. Der Befehl **LOFT** ist im *MasterSurfacing-Modul* zu finden. Wie man zwischen den Modulen wechselt, zeigt Ihnen [Abbildung 4-1, „I-DEAS Oberfläche.“ auf Seite 28](#) im Kapitel: Bedienung von I-DEAS.

Ein Loftobjekt kann sich aus beliebig vielen und beliebig unähnlichen Querschnitten zusammensetzen. Da es sich wieder anbietet, nur die Hälfte des Griffes zu fertigen und später zu spiegeln, setzt sich der Griff nur aus zwei Querschnitten zusammen. Diese beiden Querschnitte (Rechtecke mit gerundeten Ecken) sind sehr ähnlich und bereiten aus diesem Grund keine Probleme.



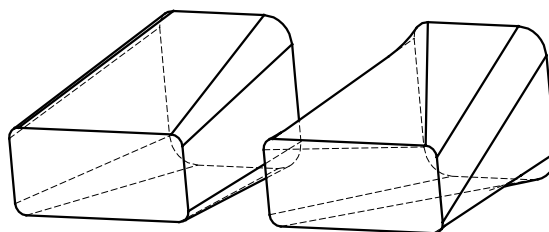
Zuerst sollen die Querschnittsflächen definiert im Raum erzeugt werden. Um in die y-z-Ebene zu zeichnen, läßt sich die Workplane mit dem **ROTATE** Befehl drehen.

Man kann aber auch umgekehrt vorgehen, und die gezeichnete Kontur um die y-Achse um 90° nach hinten wegdrehen.

Nachdem die zwei Konturen konstruiert und im Raum orientiert wurden, kann man den Loft Befehl ausführen. Dieser fragt nach den zu verbindenden Querschnitten. Hierbei muß darauf geachtet werden, daß die Konturen jeweils im gleichen Bereich angeklickt werden. Nur dann kann der Computer wissen, welche Kanten miteinander verbunden werden sollen. Die gelben Pfeile, die beim Anklicken erscheinen, dienen als Orientierungshilfe.

Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie wichtig es ist, die zu verbindenden Objekt richtig anzuwählen:

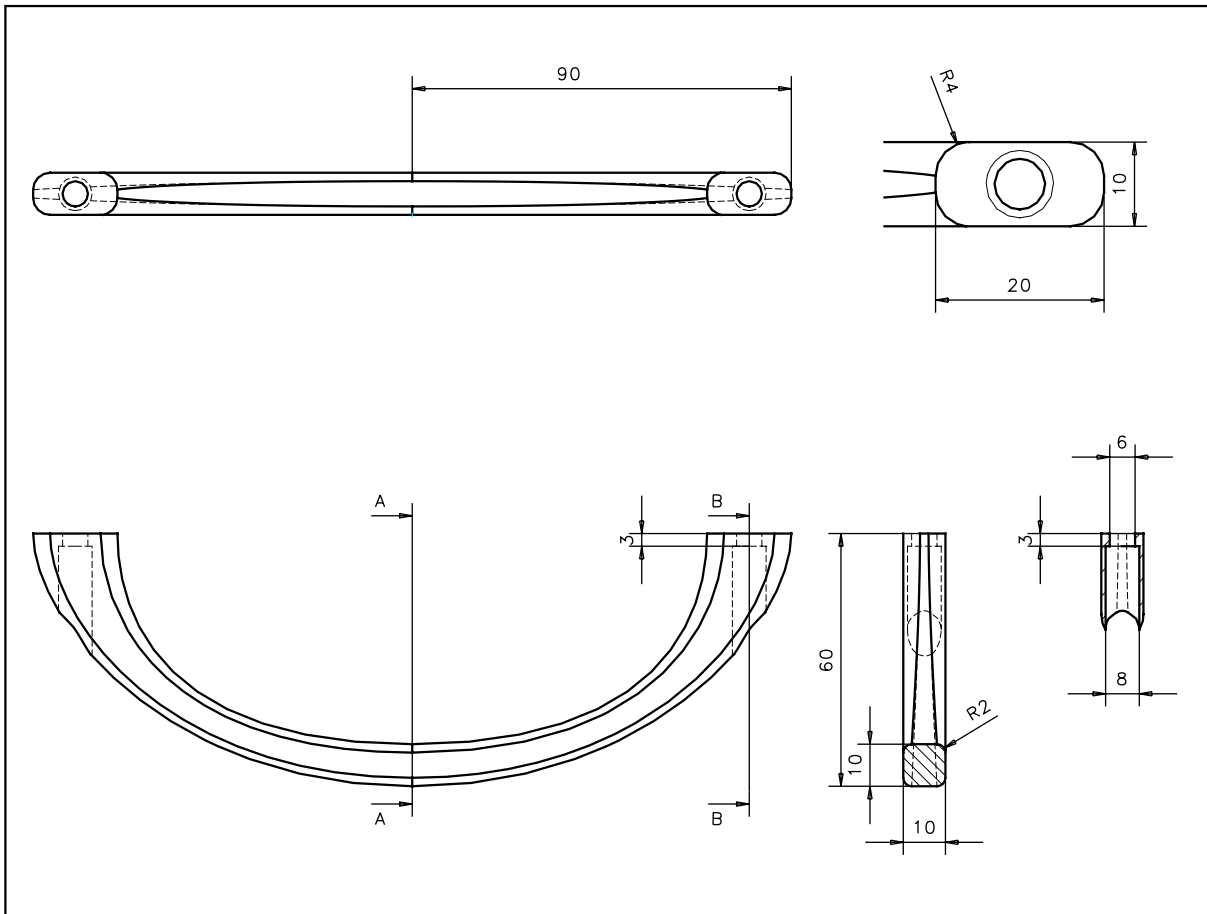
**ABBILDUNG 2-11** LOFT: gleiche Querschnitte, aber verschieden verbunden



Sobald diese Auswahl getroffen ist, werden die Querschnitte auf die kürzeste Weise gerade verbunden. Die gewünschte, runde Form erhält man durch eine Definition

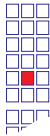
eines jeweiligen Tangentenvektors an den beiden Querschnitten. Die Tangenten-Einstellungen werden über die Options bestimmt. Dieser Tangentenvektor muß im kleineren Querschnitt größer sein, um die gezeigte Form zu erhalten.

ABBILDUNG 2-12 Zeichnung des Bauteils: B11



## 2.12 B12 : Haus Bagger

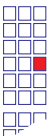
Das Part `Haus Bagger:B12` wird aus den Teilen `Haus` und `Dach` zusammengesetzt (JOIN).



Das Baggerführerhaus ist ein Extrude-Körper. Mit SHELL wird eine Wandstärke (-20 mm) definiert, ausgenommen die Bodenfläche.

Nachdem die Fenster- und Türöffnungen dem Volumen abgezogen wurden (EXTRUDE), ist der Körper `Haus` fertig.

Das `Dach` wird mit einer Loftoperation aus drei Quadraten in verschiedenen z-Ebenen erstellt.



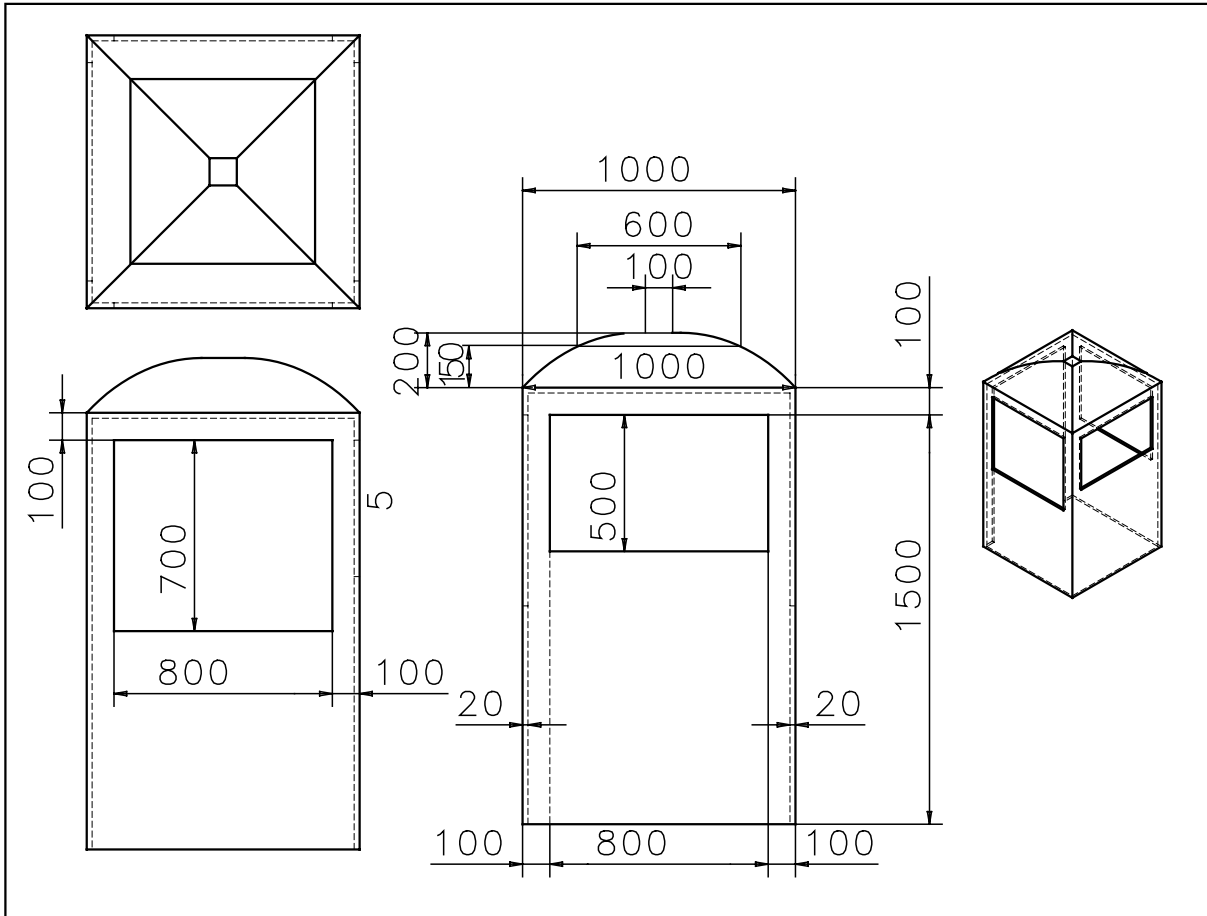
Wenn beide Teile fertig sind, können sie mit einer JOIN-Operation verknüpft werden. Achten Sie vor dieser Boole'schen Operation darauf, daß der Schalter: RELATION, der sich im gleichen Icon-Feld befindet auf „on“ steht.

Wie der Schalter gerade steht, bekommen Sie im Listfenster angezeigt, wenn Sie den Schalter: RELATIONS ON/OFF betätigen.

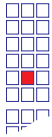


Beim Ausrichten der beiden Teile beachten Sie bitte die Erklärung hierzu: [2 „Teile aufeinander ausrichten“ auf Seite 133](#).

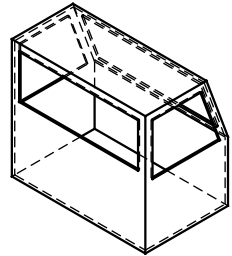
ABBILDUNG 2-13 Zeichnung des Bauteils: B12



### 2.13 B13 : Haus Fahrer

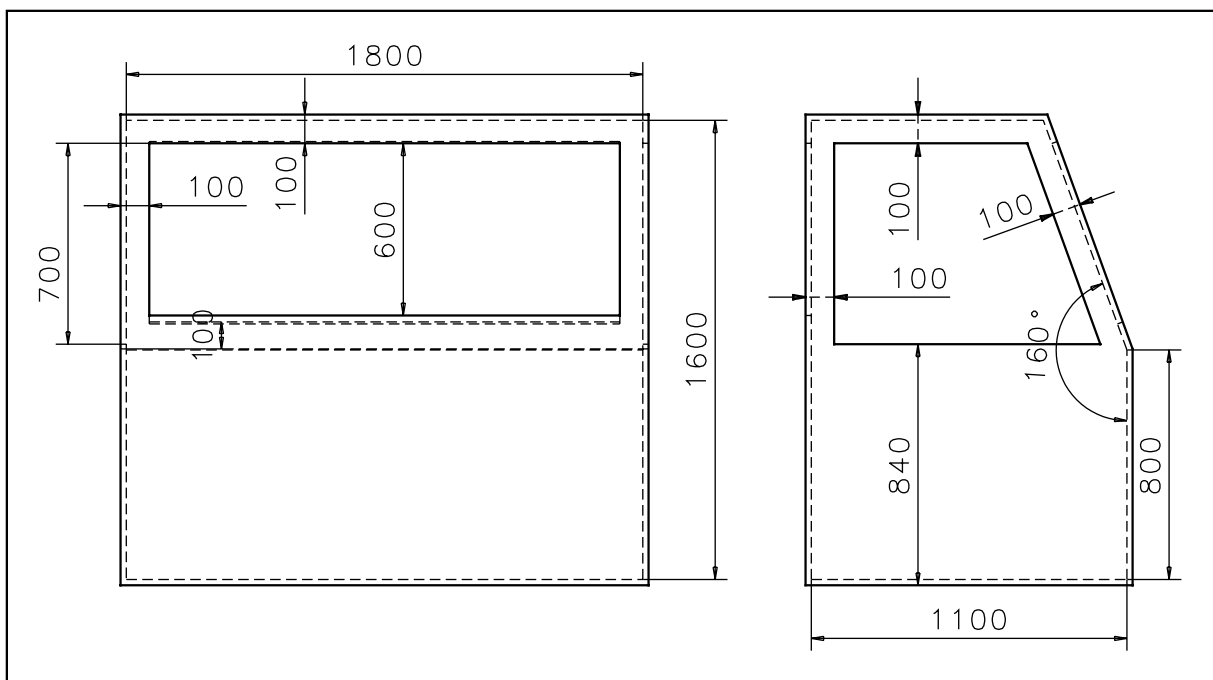


Das Fahrerhaus wird als **EXTRUDE**-Körper erzeugt. Danach wird dem vollen Volumen mit dem **SHELL**-Befehl eine Wandstärke (+20 mm) zugewiesen. Dadurch vergrößern sich die Außenmaße um 40 mm.

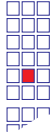


Nachträglich werden die Fensteröffnungen erstellt. Die Kanten der Fenster sind von den Außenkanten des Fahrerhauses 100 mm entfernt.

ABBILDUNG 2-14 Zeichnung des Bauteils: B13

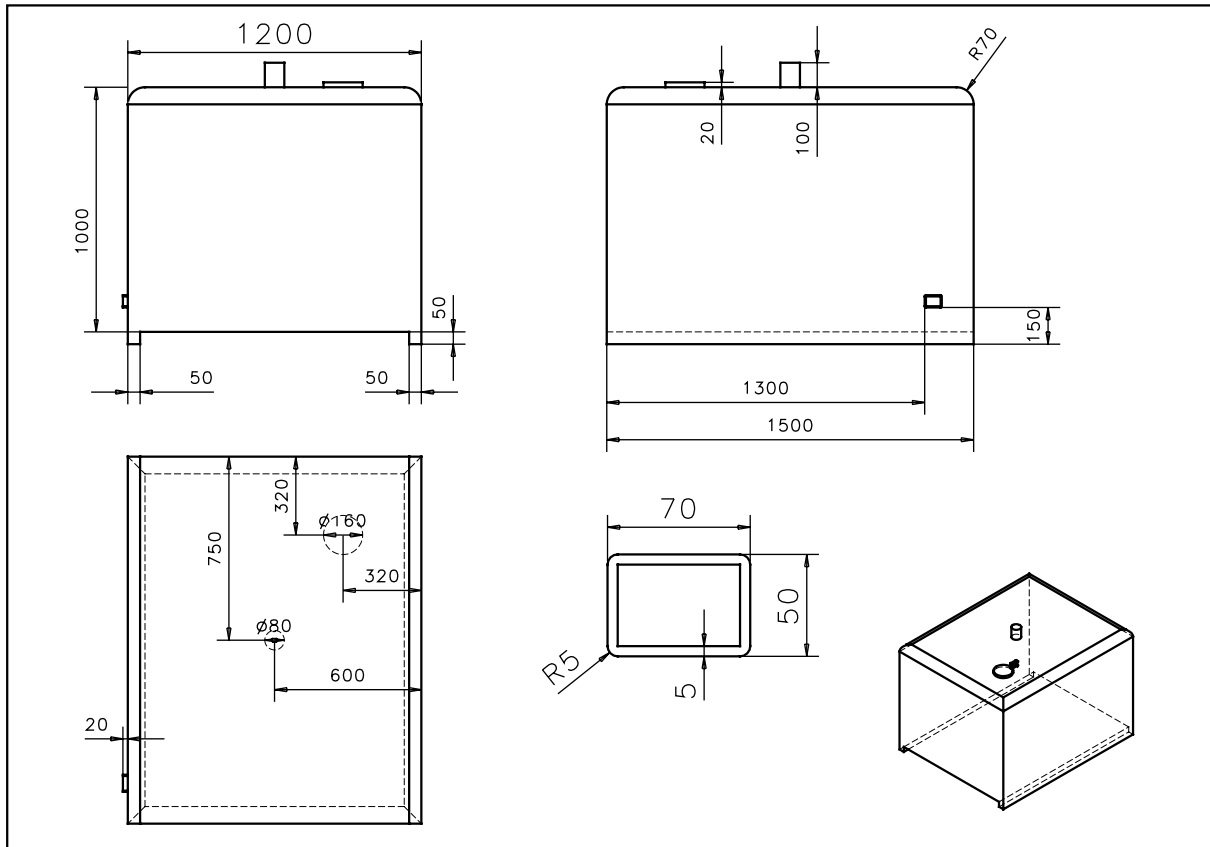


## 2.14 B14 : Haus Motor



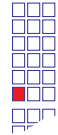
Das Grundvolumen wird **ohne** Radien extrudiert. Danach werden die Einzelteile (Auspuffansatz usw.) konstruiert. Die Radien werden mit dem 3D-Befehl: **FILLET** an die oberen vier Kanten des Bauteils gebracht. Mit **CHAMFER** (Befehl an der gleichen Stelle) können auch 3D-Phasen erzeugt werden.

ABBILDUNG 2-15 Zeichnung des Bauteils: B14



## 2.15 B15 : Hydr. Kolben

Aus der Bibliothek für Standardteile (**PARTS**) soll ein Zylinder mit den Maßen 80x1000 mm geholt werden.



Auf eine der beiden Stirnflächen wird mit **SKETCH IN PLACE** ein Kreis ( $D=60\text{mm}$ ) gezeichnet. Dieser wird dann mit **MOVE** und **ROTATE** an die gewünschte Stelle gebracht und mit Extude (Thicken=200) *in beide Richtungen* dem ersten Zylinder hinzugefügt (*Protrude*)

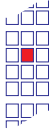
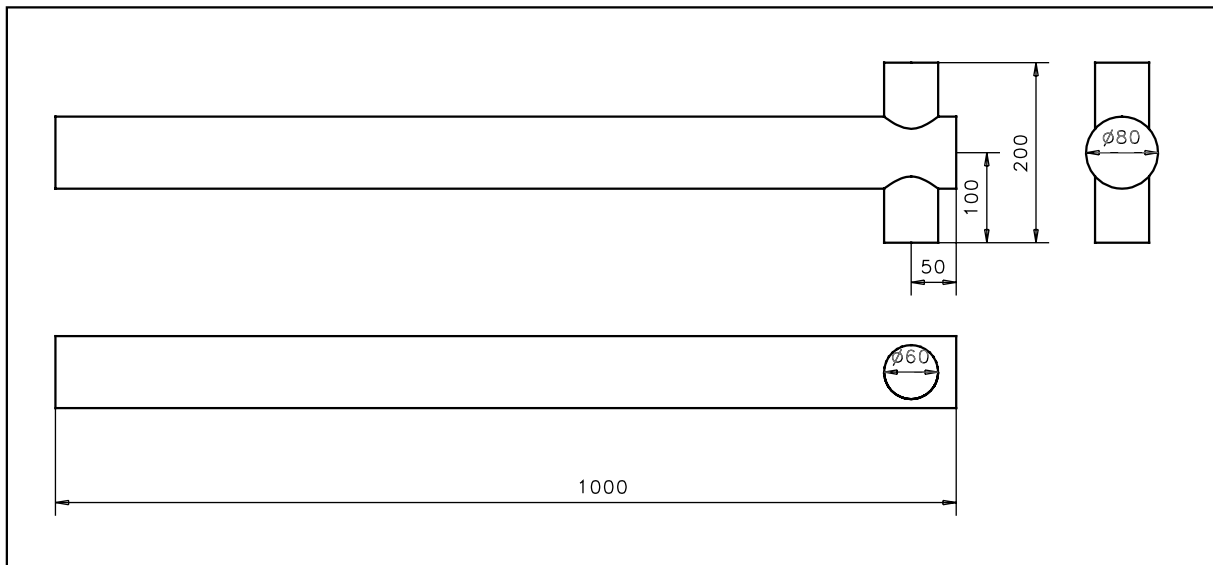
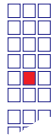
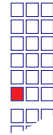


ABBILDUNG 2-16 Zeichnung des Bauteils: B15

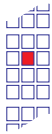


## 2.16 B16 : Hydr. Zylinder

Aus der Bibliothek für Standardteile (**PARTS**) soll ein Zylinder mit den Maßen 100x1000 mm geholt werden.

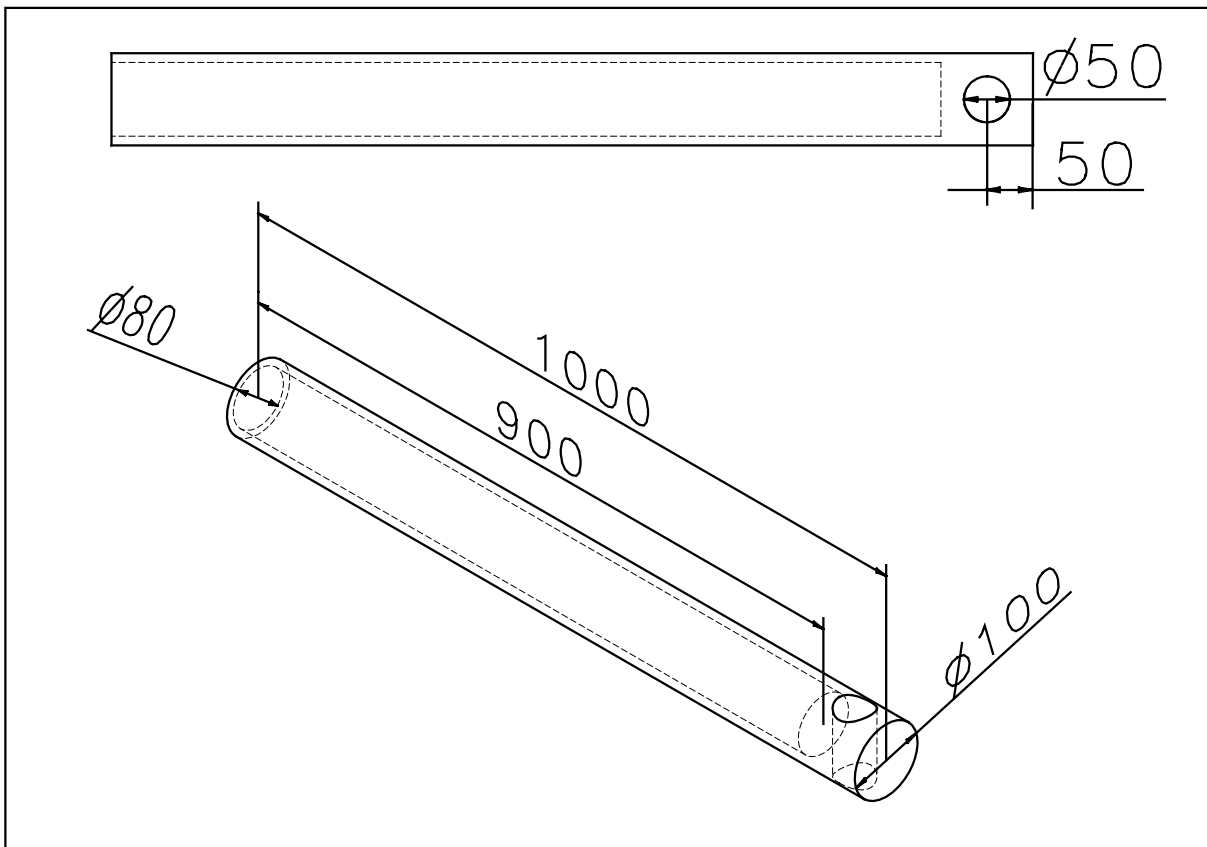


Mit dem **SHELL**-Befehl wird nun dem Zylinder eine Wandstärke von 10 mm zugewiesen, so daß das Außenmaß erhalten bleibt. Die erste Stirnfläche wird bei der Abfrage **Faces to delete** von der **SHELL**-Operation herausgenommen. Der zweiten Stirnfläche wird eine Wandstärke von 100 mm nach innen (minus) zu gewiesen.



Auf die zweite Stirnfläche wird mit **SKETCH IN PLACE** ein Kreis ( $D=50\text{mm}$ ) gezeichnet. Dieser wird dann mit **MOVE** und **ROTATE** an die gewünschte Stelle gebracht und mit **EXTRUDE** (Thicken > 100) *in beide Richtungen* dem ersten Körper abgezogen (*Cut Out*).

ABBILDUNG 2-17 Zeichnung des Bauteils: B16



## 2.17 B17 : Lenkrad



Beim Bauteil Lenkrad werden zuerst das Innenteil (zwei Zylinder) und der äußere Ring mit **REVOLTE** erstellt. Die drei Speichen werden in einem zweiten Schritt eingefügt.

Zuerst muß der halbe Querschnitt in 2D konstruiert und vermaßt werden. Diese Konstruktion wird um 360° gedreht.

Auf eine Stirnfläche des Mittelteils (Führung) wird mit **SKETCH IN PLACE** ein Kreis ( $D=20\text{mm}$ ) gezeichnet. Dieser wird dann mit **MOVE** und **ROTATE** an die gewünschte Stelle und in die richtige Lage gebracht und mit **EXTRUDE** dem ersten Körper hinzugefügt (*Protrude*). Dieser Vorgang wird noch zweimal wiederholt.

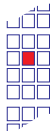
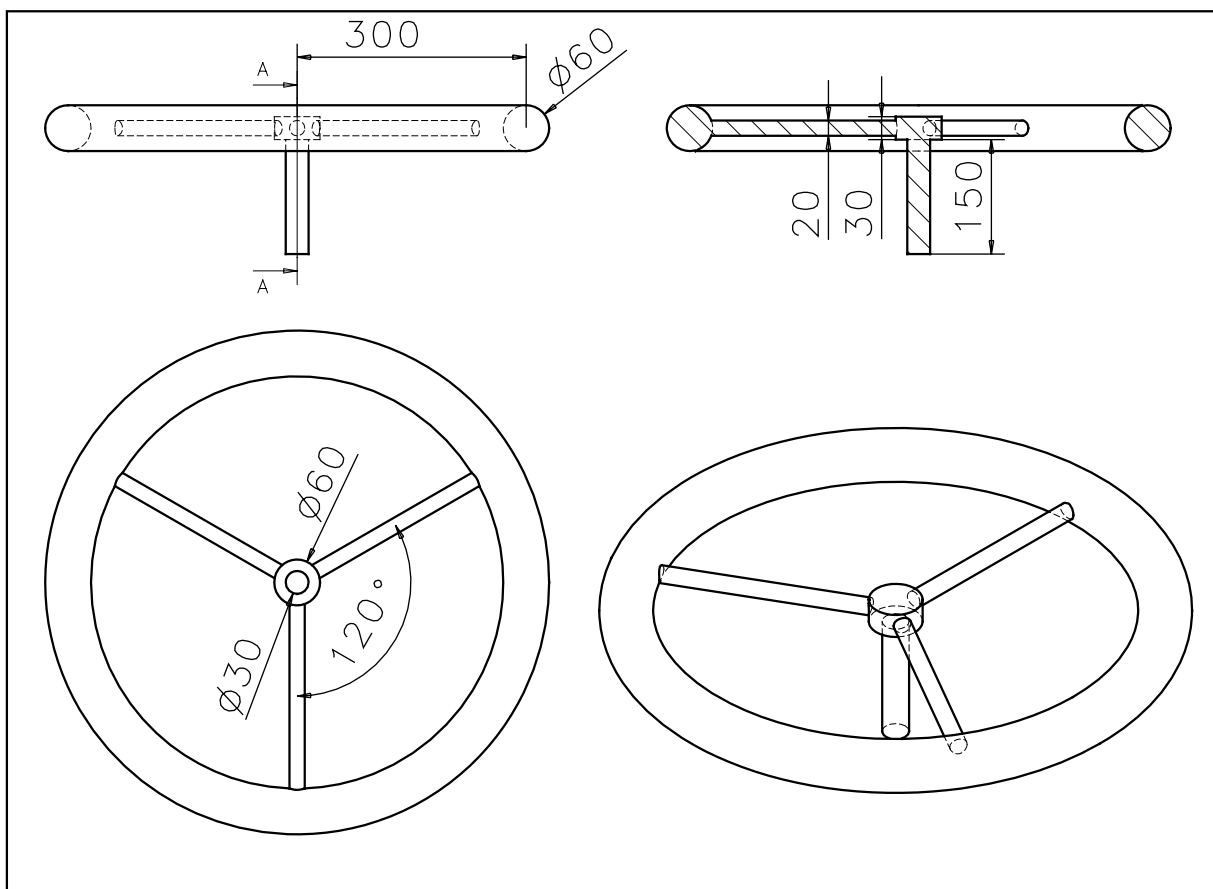


ABBILDUNG 2-18 Zeichnung des Bauteils: B17

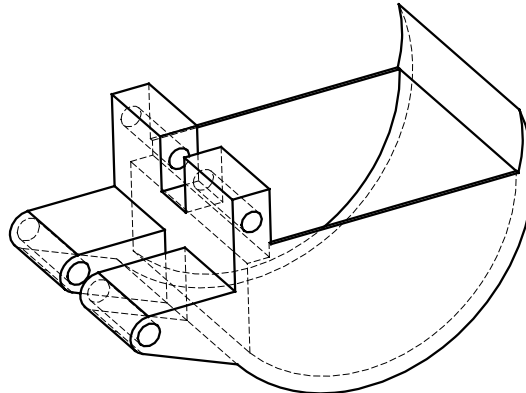




## 2.19 B19 : Schaufel

ABBILDUNG 2-21 3D-Hidden-Line-Ansicht des Bauteils: B19

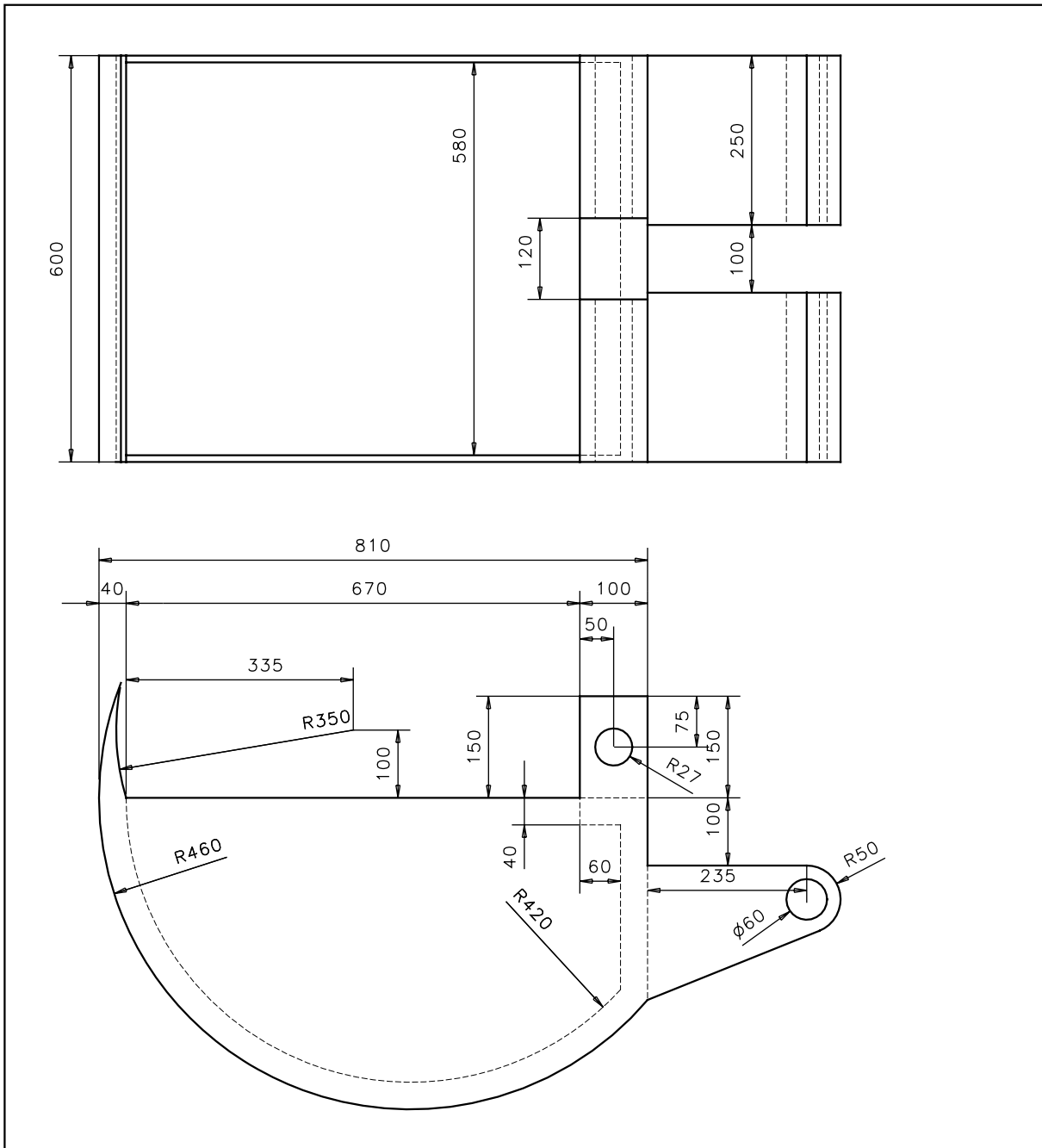
---



Die Schaufel ist ein komplexes Extrude-Teil. Die Schaufel-  
spitze kann separat erstellt und nachträglich mit dem **JOIN**  
Befehl der restlichen Schaufel hinzugefügt werden. Die  
Zuglasche (in der Konstruktionszeichnung rechts) muß  
aber mit der Profilansicht als 2D-Begrenzung konstruiert  
werden.

Das Innenteil und die beiden Nuten werden nachträglich  
„heraus-extrudiert“ (**Cut out**).

ABBILDUNG 2-22 Zeichnung des Bauteils: B19



## 2.20 B20 : Sitz



Der Sitz wird mit einer Sweep-Operation erstellt. Der Befehl **SWEEP** ist nur im MasterSurfacing-Modul zu finden. Wie man zwischen den Modulen wechselt, zeigt Ihnen [Abbildung 4-1, „I-DEAS Oberfläche,“ auf Seite 28](#) im Kapitel Bedienung von I-DEAS.

Es bietet sich bei diesem symmetrischen Teil wieder an, nur eine Hälfte des Stuhls zu konstruieren und später mit **REFLECT** zu kopieren.

Zuerst wird mit dem Befehl **3D-LINE** die Pfadkurve erstellt. Hier wählt man die Befehlsgruppe  $Pt \ t_0 \ Pt$  an und aktiviert über die rechte Maustaste die direkte Tastatureingabe (**Key In**). Jetzt kann man die Eckkoordinaten der Pfadkurve direkt eingeben.

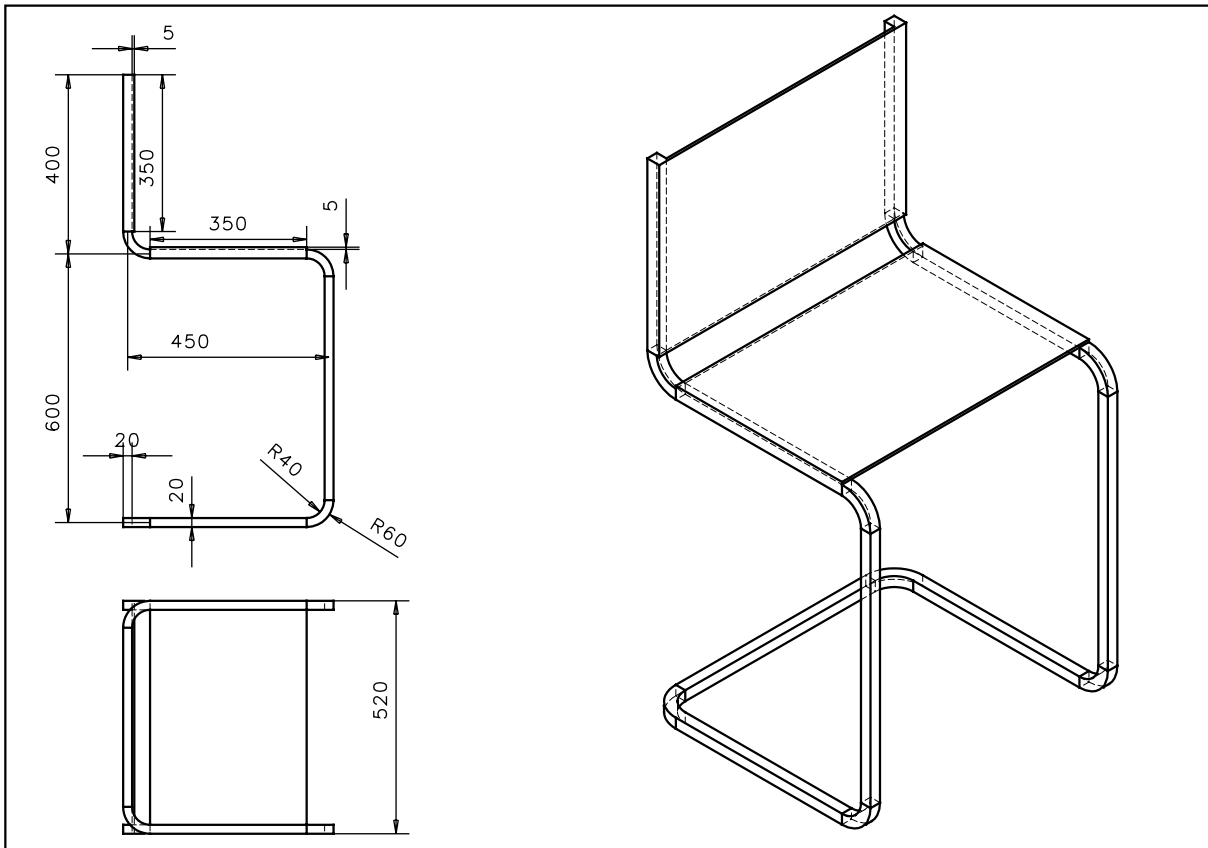
- 0,1000,0
- 0,600,0
- 450,600,0
- 450,0,0
- 0,0,0
- 0,0,250

Die Pfadkurve muß noch mit  $R=50$  abgerundet werden. Danach kann man den 20x20 Querschnitt von oben nach unten mit **SWEEP** entlang der Pfadkurve integrieren.

Bei dieser Operation wird nur in der x-y-Ebene gearbeitet. In z-Richtung muß nachträglich „gesweept“ werden. Bitte gehen Sie wie folgt vor:

- Sweep-Icon anklicken (linke Maustaste)
- rechte Maustaste => Sweep Options => Use CrossSection In Place => OK-Button
- restlichen Pfad anklicken (auf richtige Richtung achten!)
- Danach die Fläche (Ebene) anklicken, die „weitergesweept“ werden soll.
- Jetzt die äußere Kante des Quadrates anwählen.
- Die Sweep-Operation mit der mittleren Maustaste abschicken.
- Im Sweep Windows **Protrude** anklicken
- Mit dem „Augen“-Symbol (über dem OK-Schalter) bekommt man eine Vorschau
- Mit OK wird der Befehl bestätigt und ausgeführt

ABBILDUNG 2-23 Zeichnung des Bauteils: B20



## 2.21 B21 : Trittbrett



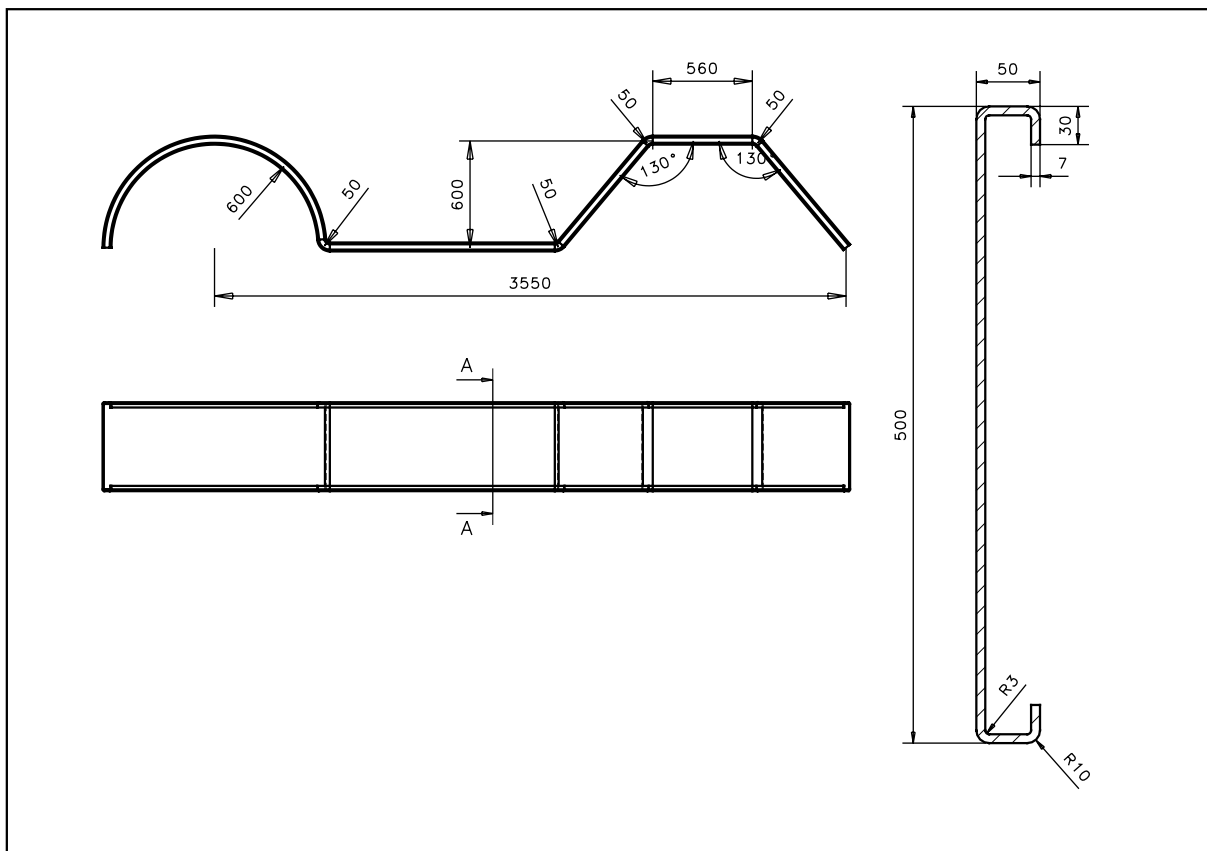
Das Trittbrett wird mit einer Sweep-Operation erstellt. Der Befehl **SWEEP** ist nur im MasterSurfacing-Modul zu finden. Wie man zwischen den Modulen wechselt, zeigt Ihnen [Abbildung 4-1, „I-DEAS Oberfläche,“ auf Seite 28](#) im Kapitel Bedienung von I-DEAS.

Als erstes soll der Sweep-Pfad erstellt werden. Dieser soll voll bestimmt (fully constraint) sein, bevor man den Querschnitt erstellt.

Da der Querschnitt nicht punktsymmetrisch ist, ist es wichtig, daß man dem Programm mitteilt, in welcher Orientierung der Querschnitt über den Sweep-Pfad gezogen wird.

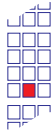
Wenn beide Objekte (**sweep path** und **cross section**) angewählt wurden, kann man im Sweepfenster noch die Options genauer bestimmen. Mit den „Augen“ bekommt man eine Vorschau auf das zu erstellende Part gezeigt. In diesem Menüfenster kann im Move-Befehl die Orientierung des Querschnittes definiert werden.

ABBILDUNG 2-24 Zeichnung des Bauteils:



## 3 Bauteile allen Konstruktionsgruppen zur Verfügung stellen

### 3.1 Teile in die Bibliothek spielen (Check In)



Jede Gruppe spielt nun mit dem Befehl **MANAGE BINS** die von ihr erstellten Teile in eine eigene Bibliothek (**Check In, Do Not Keep**) mit dem Namen:

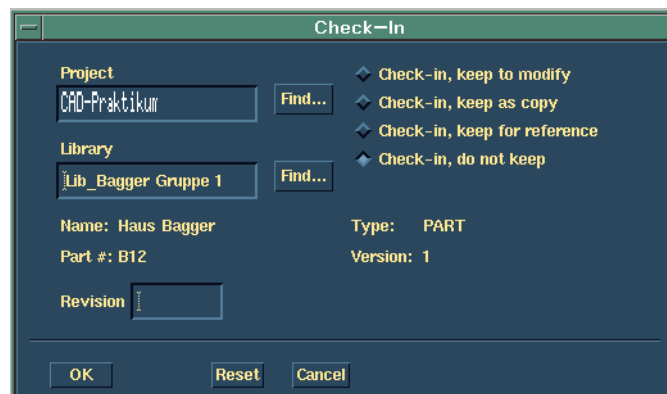
**Lib-Bagger Gruppe 1...4**,

so daß dabei vier Bibliotheken in der folgenden Art entstehen.

- Lib-Bagger Gruppe 1
- Lib-Bagger Gruppe 2
- Lib-Bagger Gruppe 3
- Lib-Bagger Gruppe 4

Die Abbildung 3-1 zeigt Ihnen, wie die Parameter beim Überspielen der Teile in die Bibliothek eingestellt sein sollen:

ABBILDUNG 3-1 Check-In Menü



### 3.2 Teile aus den Bibliotheken holen

Jede Gruppe holt die Teile, die sie für ihre Baugruppe braucht, als **Reference** aus der jeweiligen Bibliothek.

Bei den Abbildungen der Baugruppen 1-4 ist immer eine Stückliste aufgeführt, die die Informationen enthält, aus welchen Bibliotheken die Daten der verwendeten Bauteile stammen sollen.

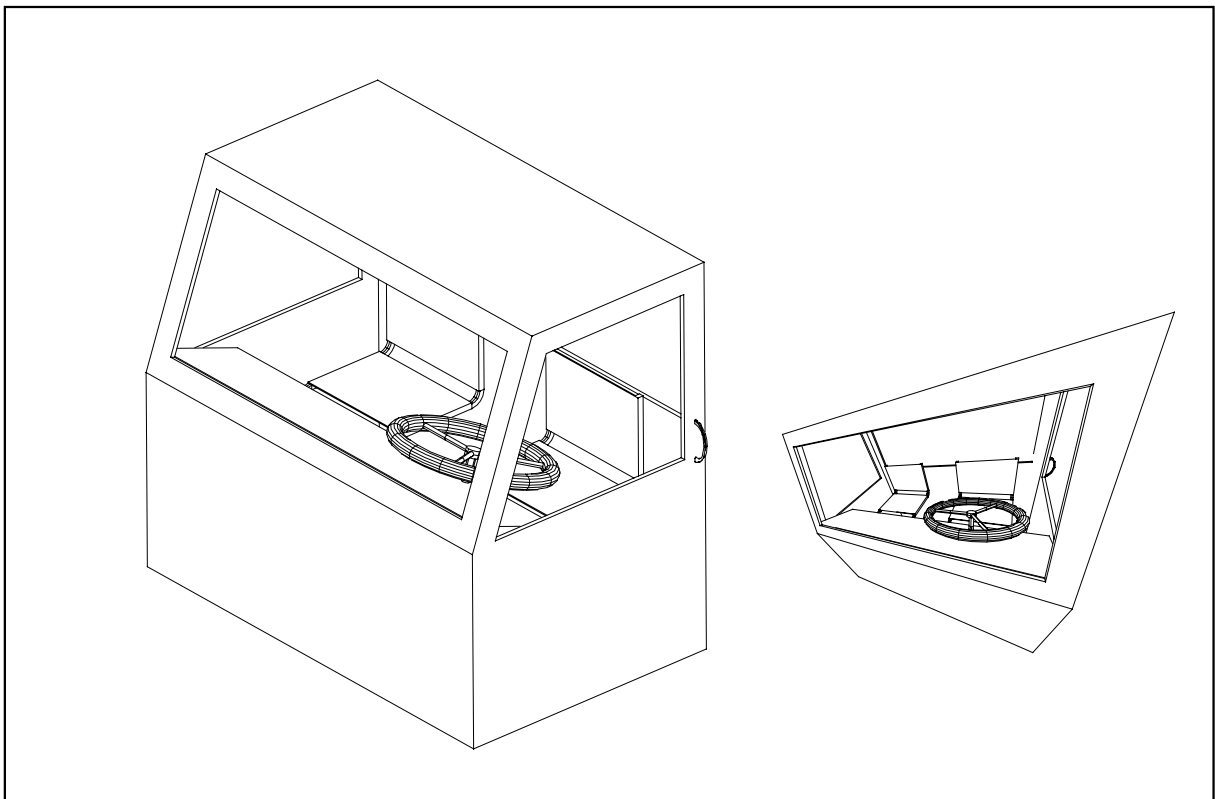
## 4 Baugruppen

### 4.1 BG1: Fahrerhaus

TABELLE 2 Stückliste der Baugruppe BG1 und Quellbibliotheken

#	Bauteilname	aus der Bibliothek:
B02	Amaturenbrett	Lib-Bagger Gruppe 2
B11	Griff	Lib-Bagger Gruppe 1
B13	Haus Fahrer	Lib-Bagger Gruppe 2
B17	Lenkrad	Lib-Bagger Gruppe 1
B20	Sitz	Lib-Bagger Gruppe 4

ABBILDUNG 4-1 Bauplan der Baugruppe BG1: Fahrerhaus

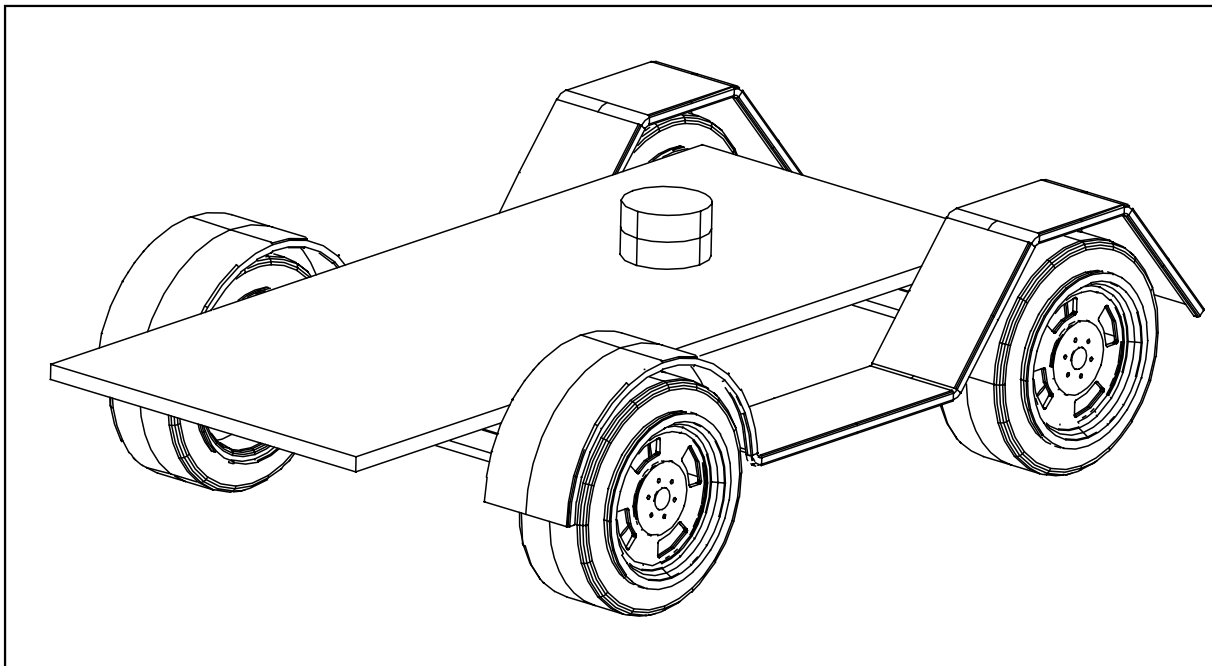


## 4.2 BG2: Fahrwerk

TABELLE 3 Stückliste der Baugruppe BG2 und Quellbibliotheken

#	Bauteilname	aus der Bibliothek:
B01	Achse	Lib-Bagger Gruppe 1
B07	Basis groß	Lib-Bagger Gruppe 1
B10	Felge	Lib-Bagger Gruppe 2
B18	Reifen	Lib-Bagger Gruppe 3
B21	Trittbrett	Lib-Bagger Gruppe 2

ABBILDUNG 4-2 Bauplan der Baugruppe BG2: Fahrwerk

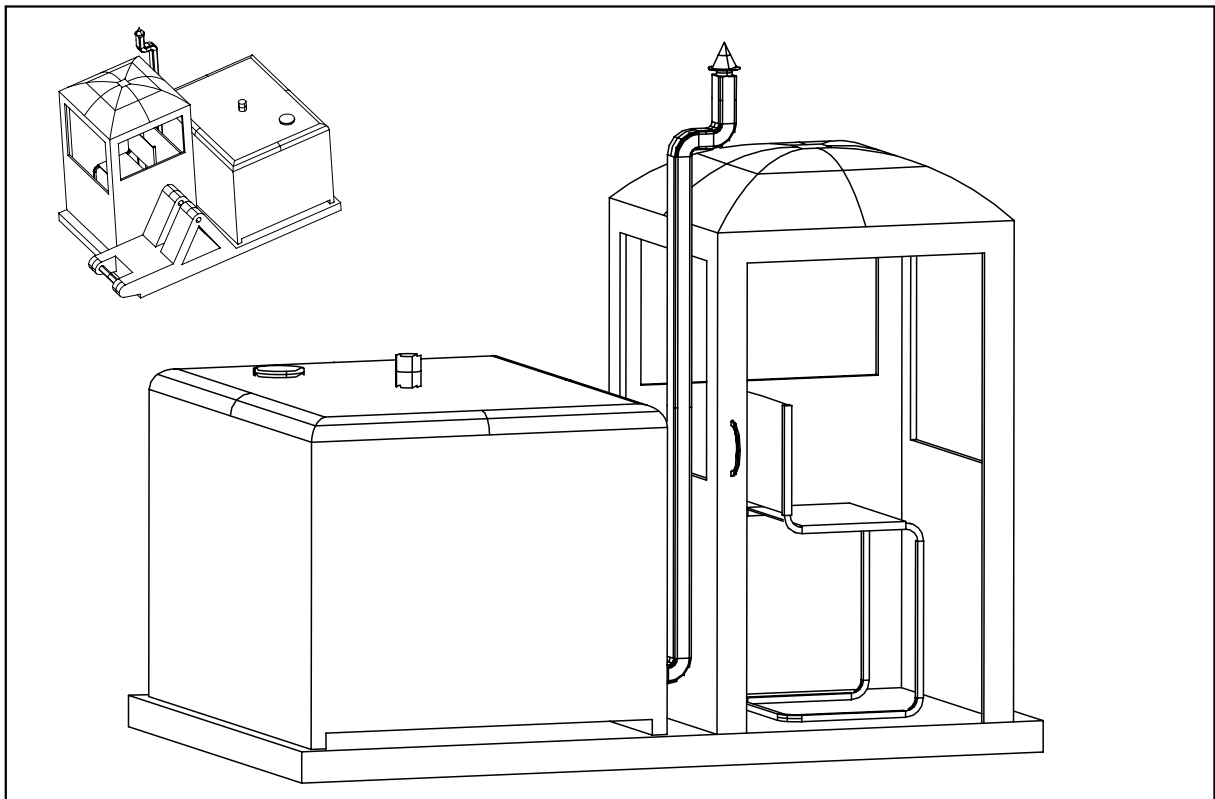


### 4.3 BG3: Aufbauten

TABELLE 4 Stückliste der Baugruppe BG3 und Quellbibliotheken

#	Bauteilname	aus der Bibliothek:
B05	Auspuffdeckel	Lib-Bagger Gruppe 2
B06	Auspuffrohr	Lib-Bagger Gruppe 3
B08	Basis klein	Lib-Bagger Gruppe 4
B11	Griff	Lib-Bagger Gruppe 3
B12	Haus Bagger	Lib-Bagger Gruppe 4
B14	Haus Motor	Lib-Bagger Gruppe 3
B20	Sitz	Lib-Bagger Gruppe 4

ABBILDUNG 4-3 Bauplan der Baugruppe BG3: Aufbauten

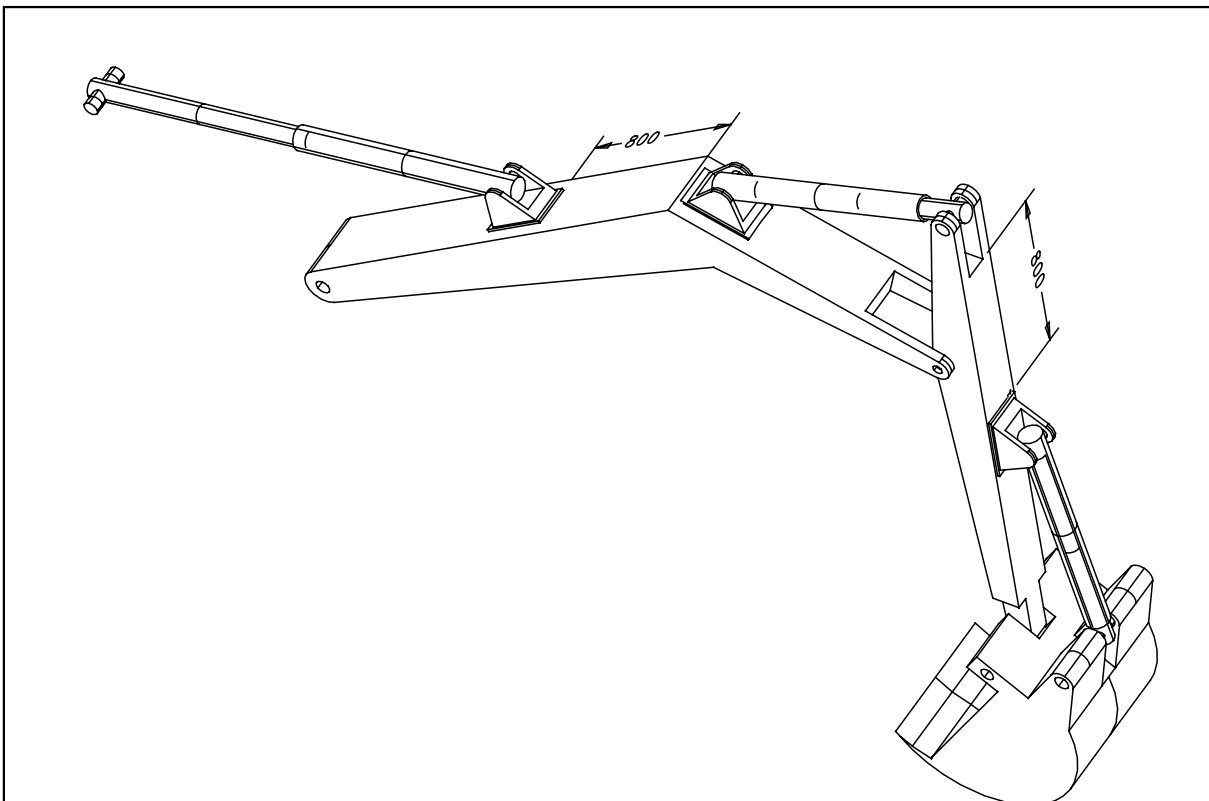


## 4.4 BG4: Ausleger

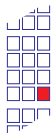
TABELLE 5 Stückliste der Baugruppe BG4 und Quellbibliotheken

#	Bauteilname	aus der Bibliothek:
B03	Ausleger groß	Lib-Bagger Gruppe 1
B04	Ausleger klein	Lib-Bagger Gruppe 3
B09	Bolzenführung	Lib-Bagger Gruppe 1
B15	Hydr. Kolben	Lib-Bagger Gruppe 2
B16	Hydr. Zylinder	Lib-Bagger Gruppe 4
B19	Schaufel	Lib-Bagger Gruppe 3

ABBILDUNG 4-4 Bauplan der Baugruppe BG4: Ausleger

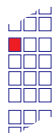
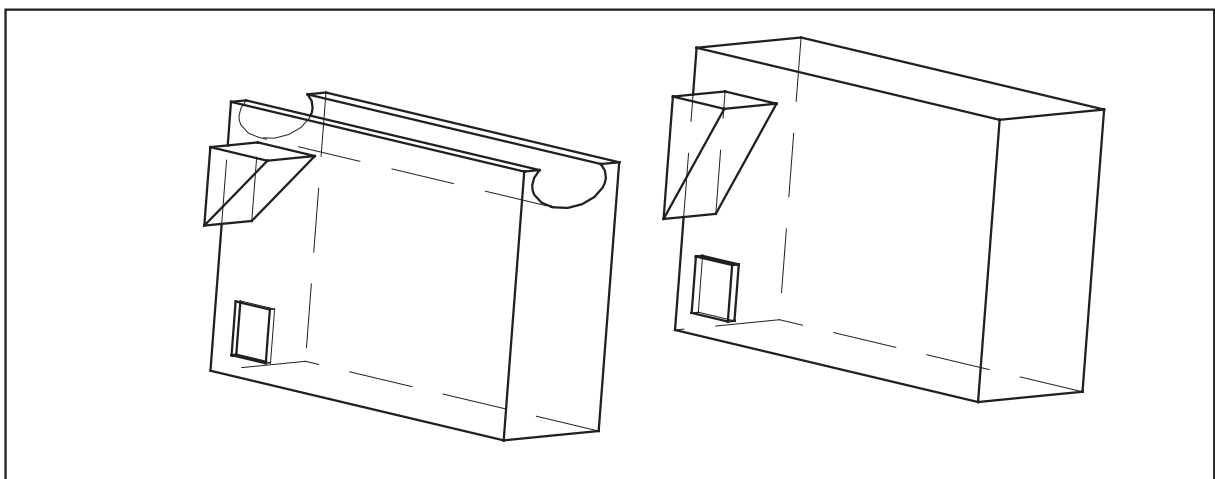


## 1 Umgang mit Modify Entity und Feature



Holen Sie das Bauteil `Modify #alt` aus einer Bibliothek. **GET FROM LIBRARY** (copy). Der Name der Bibliothek ist: `Uebung (Modify)`.

ABBILDUNG 1-1 `Modify#alt` und `Modify#neu`

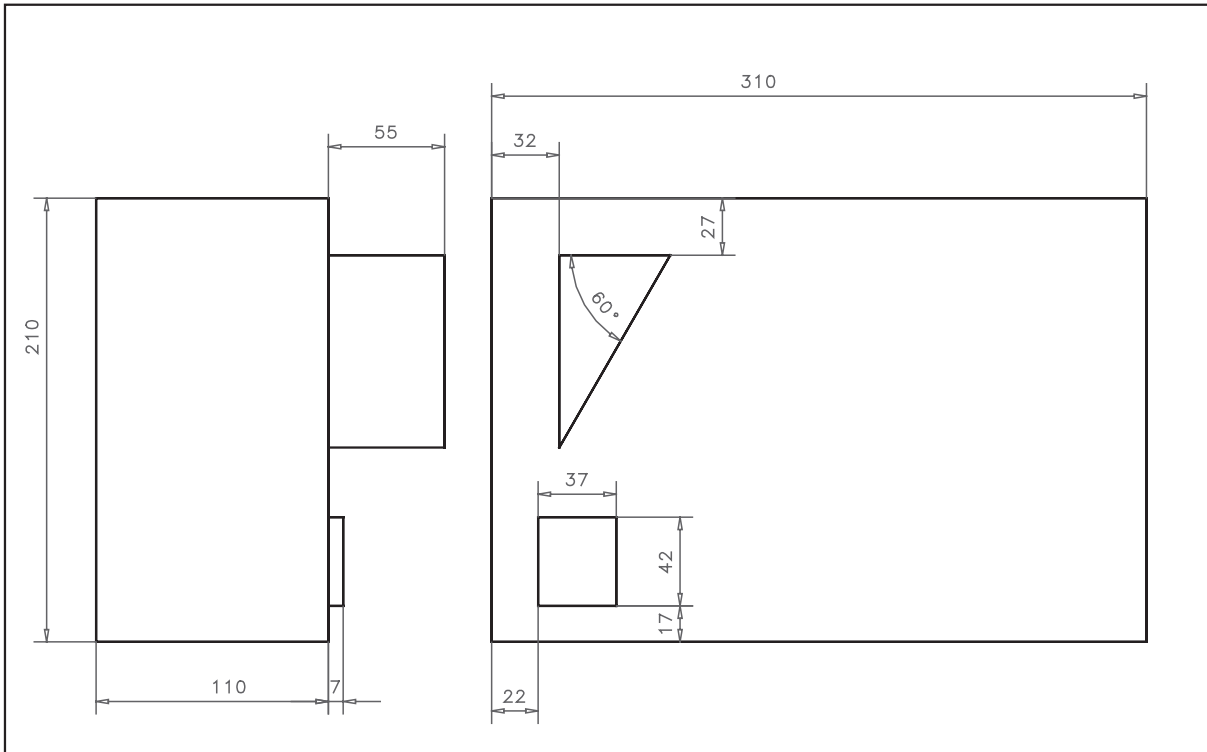


Ändern Sie die Maße am Bauteil mit **MODIFY ENTITY** wie es in [4.5 „Dimensionen ändern“](#) auf [Seite 65](#) gezeigt wurde. Die neuen Abmaße entnehmen Sie der Abbildung 1-2. Wenn wollen, daß die Berechnung des geänderten Bauteil gestartet werden sollen, aktivieren Sie **UPDATE**.



Löschen Sie das Extrude-Feature (gelb) der ovalen Nut mit **DELETE**. Um das Feature zu markieren, klicken Sie zweimal auf eine Kante.

ABBILDUNG 1-2 neue Maße des Parts: Modify#neu



## 2 Arbeiten mit Constraints

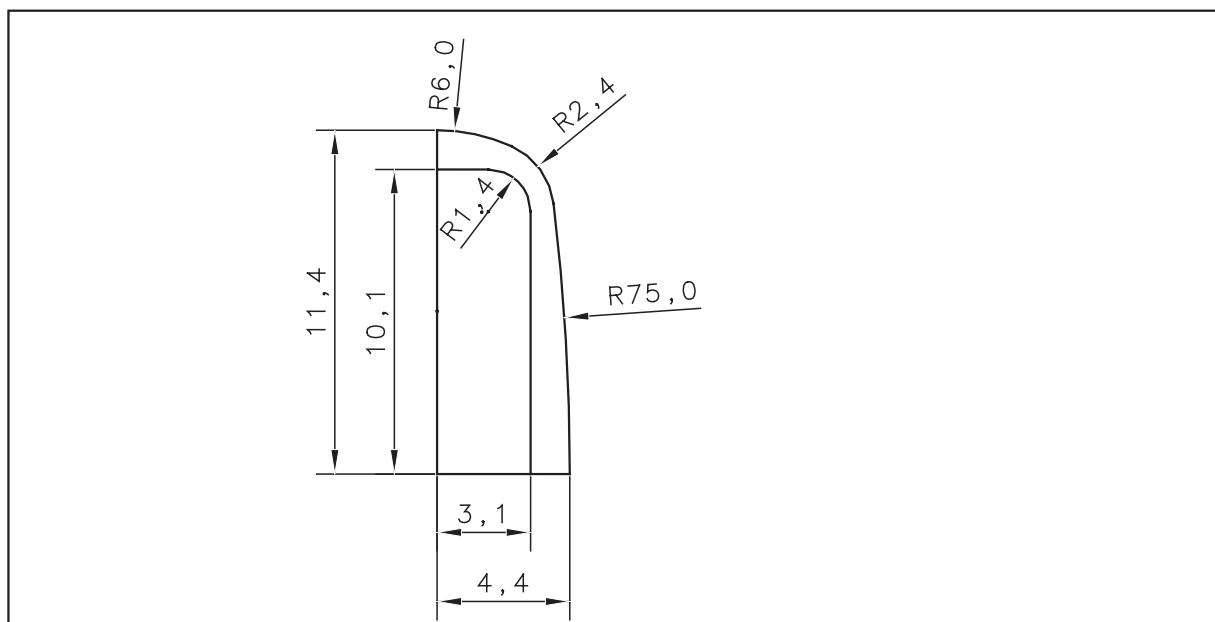
### 2.1 Vorgeschichte

I-DEAS Master Series bietet Ihnen die Möglichkeit, mit Tangential-Zwangsbedingungen zwischen zwei Kurven (Strecke/Radius oder Radius/Radius) einen knickfreien Übergang zu definieren. Solche einfach differenzierbare Übergänge werden beispielsweise an der Kontur von Spulenträgern verwendet. Diese hier zu konstruierenden Spulen kommen in Relais eines großen deutschen Herstellers zum Einsatz, siehe Abbildung 2-2.

### 2.2 Vorgehensweise

Konstruieren Sie zuerst ein Viertel der Kontur (siehe Abbildung 2-1), indem Sie zwei aufeinander senkrecht stehende Strecken zeichnen (11,4/4,4). Legen Sie nun die drei Kreisbögen an. Achten Sie darauf, daß die beiden äußeren Radien mit ihrem Mittelpunkt auf der Verlängerung der angrenzenden Strecken zu liegen kommen (Constrain). Die drei Kreisbögen müssen knickfrei ineinanderlaufen. Verwenden Sie hierzu einen Tangential-Constrain.

ABBILDUNG 2-1 Viertel des Spulenkörpers

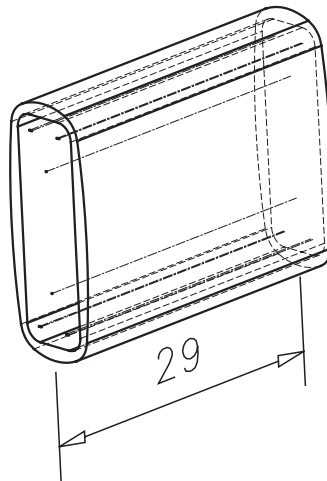


Wenn die äußere Kontur steht, kann die innere Kontur skizziert werden. Die innere Kontur besteht nur aus zwei Strecken und einem R1,4.

Wenn die gesamte Kontur voll bestimmt ist (**Fully Constrained** = alles blau), werden die Kurven zweimal um die x- und die y-Achse gespiegelt. Hierzu wird der Befehl **ROTATE 180° (Copy sw = On)** verwendet.

Nun muß nur noch die Außenkontur abzüglich der Innekon-  
tur um 29,0 mm extrudiert werden, siehe Abbildung 2-2.

**ABBILDUNG 2-2** Gesamtansicht des Spulenkörpers ohne Borte



## 3 Umgang mit parametrisierten Bauteilen und Katalogen

---

### 3.1 Vorgeschichte

I-DEAS Master Series bietet Ihnen die Möglichkeit, oft benutzte Teile als Varianten oder Teile-Familien zu katalogisieren. Diese Funktion soll Ihnen im folgenden am Beispiel einer Zylinderkopfniete näher erläutert werden.

Stellen Sie sich das folgende Szenario vor:

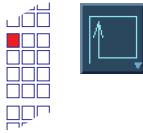
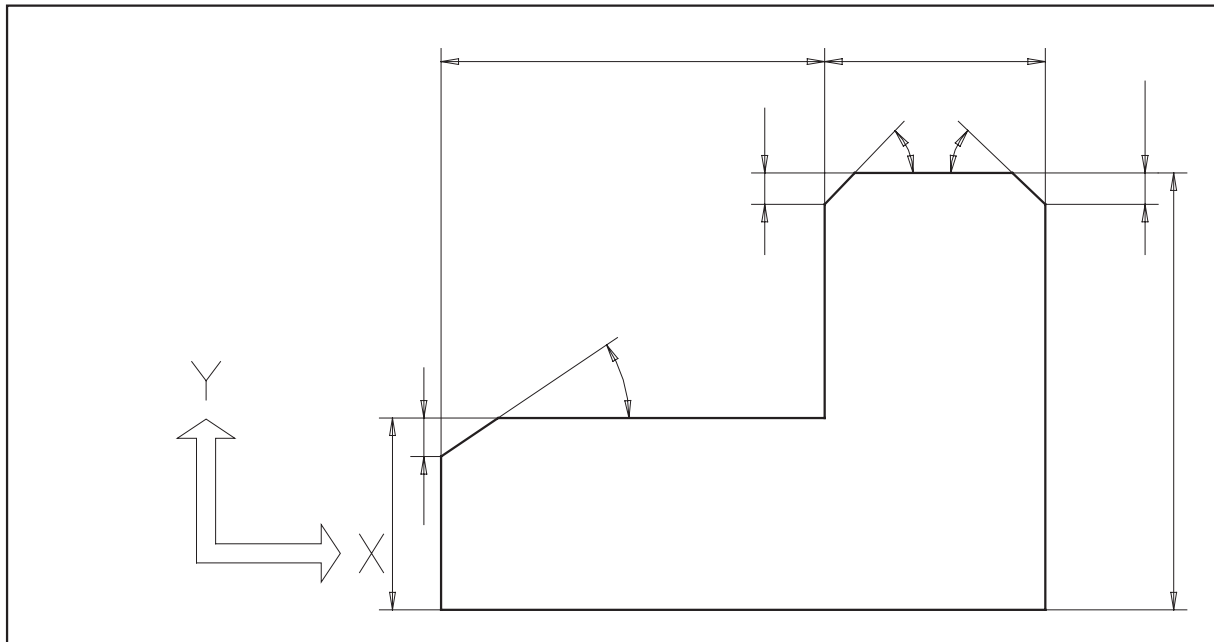
Ihr Arbeitgeber verwendet in den CAD-Zeichnungen oft Zylinderkopfnieten in verschiedenen Längen und bestimmten Durchmessern. Die Zylinderkopfniete soll die in Abbildung 3-1 angedeuteten geometrischen Eigenschaften aufweisen. Die Kopfhöhe, der Kopfdurchmesser und die Größe der Phasen sollen nur vom Durchmesser der Niete abhängig sein. Überlegen Sie sich zu Beginn geeignete Zusammenhänge!

### 3.2 Vorgehensweise

Zeichnen Sie einen halben Querschnitt einer Zylinderkopfniete, wie es in Abbildung 3-1 angedeutet ist.

Vermaßen Sie diesen komplett, so wie es in der Abbildung 3-1 dargestellt wird. Wenn bereits vergebene Zwangsbedingungen Sie daran hindern, löschen Sie diese.

ABBILDUNG 3-1 2D - Konstruktionszeichnung



Man kann jedem Dimensional-Constrain einen Namen geben. Dieser wird in dem Fenster angegeben, das man mit **MODIFY ENTITY** öffnet. Dort kann man den Namen des Maßes im linken Feld (statt **Dxx**) eintragen (siehe Abbildung 3-2).

ABBILDUNG 3-2 Modify Dimension Menü



Geben Sie beim Vermaßen jedem Maß einen geeigneten Namen (z.B. *schaftlaenge*, *Kopfhoehe*, *Kopfradius*, *Phasenwinkel*, etc.)!

Geben Sie bei Maßen, die sich aus anderen Maßen errechnen sollen, die Berechnungsformel ein.

z. B.  $\text{Kopfradius} = 2 * \text{Nietradius}$

Maße, die fest bleiben sollen (Phasenwinkel), geben Sie direkt ein ( $30^\circ$ )! Andere Winkel, die gleichgroß sind, geben Sie als „MATCH“ an.

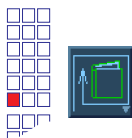
z. B.  $\text{Phasenwinkel}_1 = \text{Phasenwinkel}_2$

Wenn die Geometrie voll bestimmt ist, können Sie den Querschnitt 360° um die Symmetrieachse rotieren lassen (**REVOLTE & New Part**)!



Geben Sie dem so entstandenen Teil einen Namen! (**NAME PART**: Zyl\_niete und #:Ihre GRUPPENNUMMER)

Legen sie einen Katalog mit dem Namen **Normteile** an.



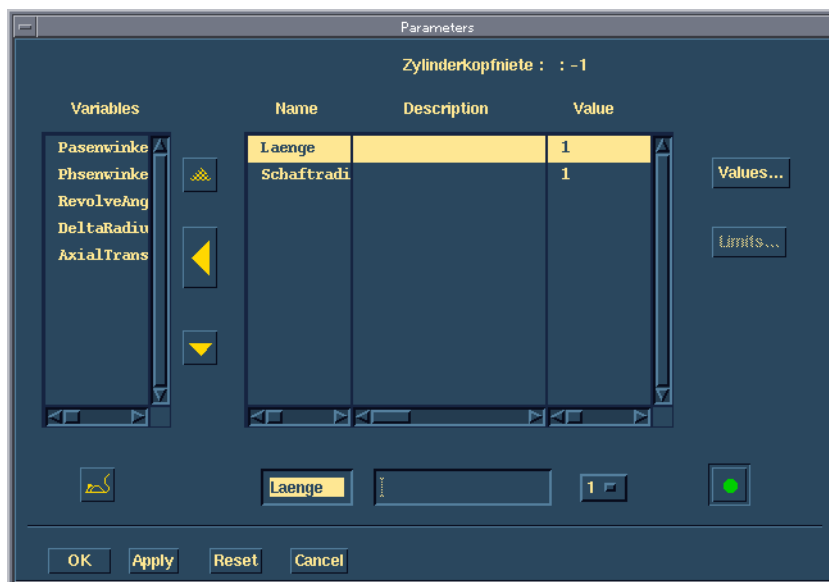
I-DEAS stellt eine eigene Befehlsgruppe zur Verfügung. Links sehen Sie, wo Sie das Katalog-Menü finden können. Dieser Befehl steht nur im Master Modeler zur Verfügung.



Verwenden Sie den links gezeigten Button, um die Maße der Niete zu parametrisieren! Wählen Sie dazu das zu katalogisierende Part aus!

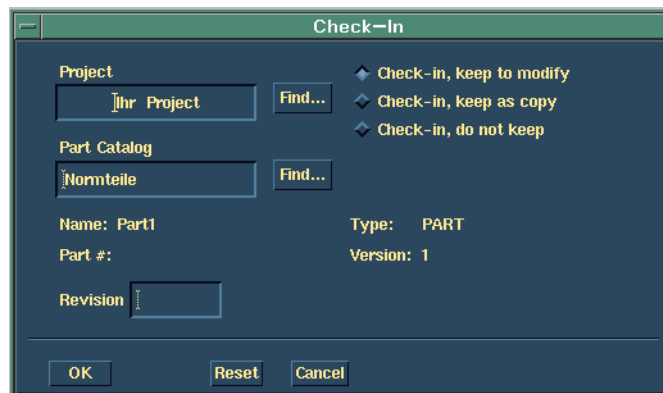
Im Parametrisierungs-Menü (Abbildung 3-3) übernehmen Sie nur die Dimensionen **Laenge** und **Schaftradius**. Für die Länge stellen Sie die Werte **5, 10, 15, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200** zur Verfügung (**value**). Für den Radius lassen Sie alle Werte zwischen 2 und 20 zu (**Limits**).

ABBILDUNG 3-3 Parameters Menü



Legen Sie dieses parametrisierte Bauteil im Katalog **Normteile** ab (**check in, do not keep**)! Verwenden Sie den links abgebildeten Befehl! Das Menü-Feld soll wie in Abbildung 3-4 ausgeführt werden.

ABBILDUNG 3-4 Check In Menü



Um den neuen Katalog zu testen, holen Sie eine Niete mit den Maßen 20x100 aus dem Katalog: *Normteile* mit dem in nebenstehender Abbildung gezeigten Befehl.

Sehen Sie mit **MODIFY ENTITY** nach, welche Maße Sie nachträglich ändern können.

## 4 Komplexe Konstruktion

### 4.1 Aufgabenstellung

Konstruieren Sie die Aufnahme für einen Robotergreifarm aus Aluminium.

1. Schätzen Sie das Gewicht und die Oberfläche des Roboterarms.
2. Konstruieren Sie zuerst den 2D-Querschnitt der in Abbildung 4-2 gezeigt wird.
3. Danach führen Sie die notwendigen Änderungen am 3D-Teil aus.
4. Die radialen Querbohrungen mit Innengewinde liegt  $45^\circ$  quer zu den Deckflächen am Kopf, das Gewinde ist nicht zu konstruieren.
5. Die 3D-Phasen am oberen Ende des Greifers werden mit dem Befehl **CHAMFER** erstellt.



Ermitteln Sie am Ende über den Befehl **PHYSICAL PROPERTIES** das Gewicht, die Oberfläche und die statische Unwucht bezüglich der Drehachse. Sie müssen die Materialart: **Alu** mit dem Befehl **quick create** neu anlegen. Dazu benötigen Sie die Dichte von Aluminium:

$2,7e-6 \text{ kg/mm}^3$ .

**ABBILDUNG 4-1** Isometrische Gesamtansicht des Greifarms

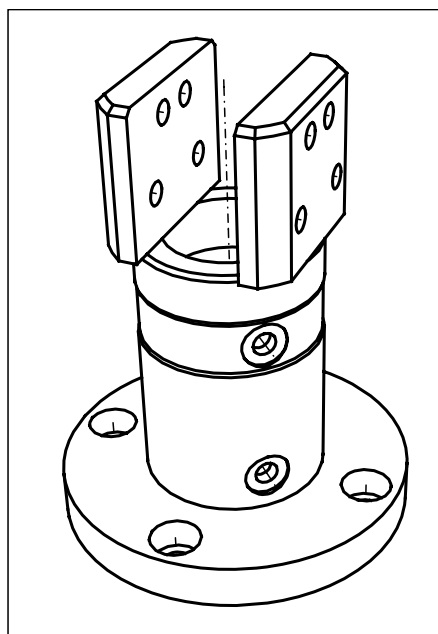


ABBILDUNG 4-2 2D Ansicht des zu rotierenden Profils

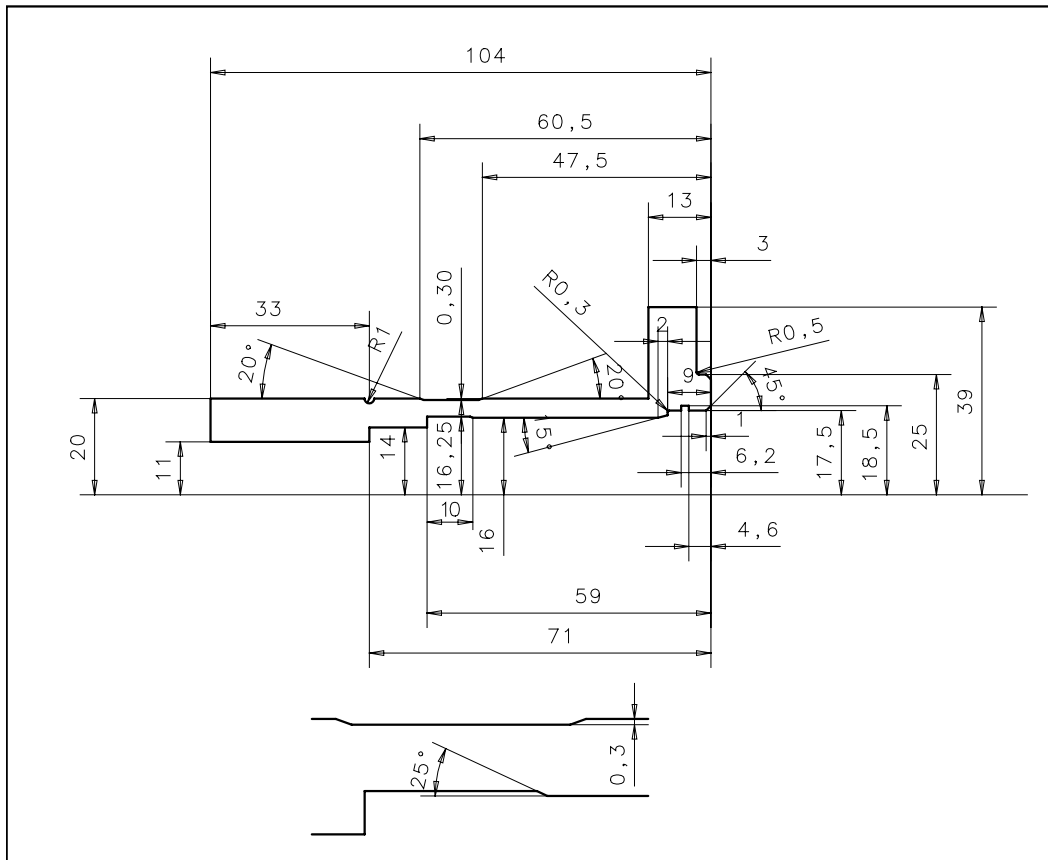
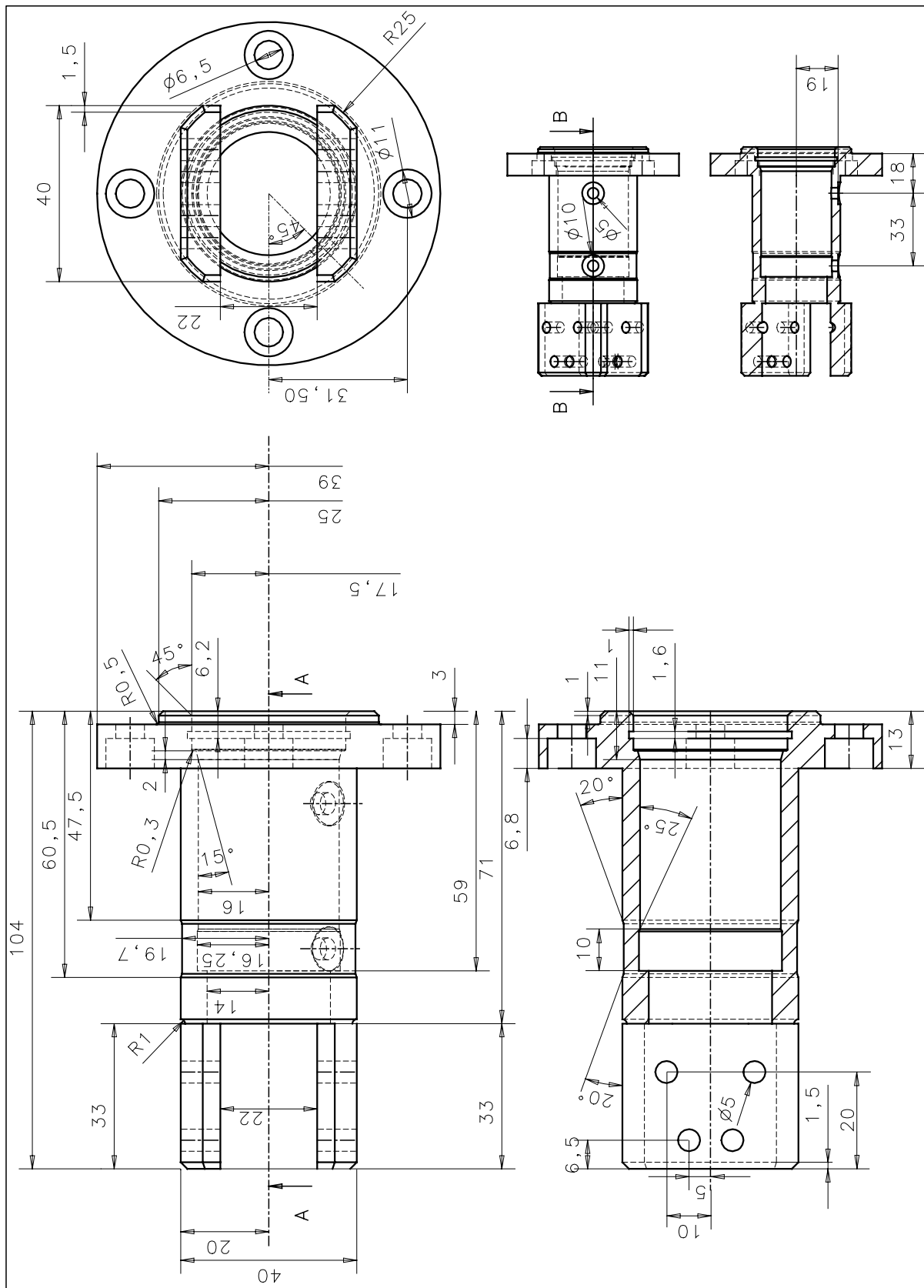


ABBILDUNG 4-3 Konstruktionszeichnung des Robotergreifarms



## 5 Kinetische Baugruppen animieren

### 5.1 Aufgabenstellung

Im ersten Teil der Übung erstellen Sie das Assembly des Hubkolbenmotormodells. Dieser soll über eine Winkelangabe zwischen Gehäuse und Kurbelwelle gesteuert werden.

Danach werden 12 verschiedene Einstellungen zwischen  $0^\circ$  und  $330^\circ$  abgespeichert und animiert.

### 5.2 Vorgehensweise

Holen Sie sich aus der Bibliothek: `uebung5 (Motor)` alle darin enthaltene Teile als Referenz in Ihr Modellfile:

- `Gehaeuse`
- `Kolben`
- `Pleuel`
- `Zylinder`
- `Kurbelwelle`

Erstellen Sie ein geeignete Baugruppen-Hierarchie.

Gehen Sie beim Zusammenbau wie folgt vor:

1. Setzen Sie den 3D-Ground-Constraint auf das Gehäuse.
2. Der Zylinder soll ins Gehäuse eingesetzt werden, so daß dieser  $45^\circ$  nach vorne offen ist (Face to Face, with Angle)
3. Die Kurbelwelle wird in das Gehäuse eingesetzt, so daß diese an der Rückseite des Gehäuses bündig abschließt. Am vorderen Ende der Kurbelwelle soll ein Drehwinkel zwischen Welle und Gehäuse definiert werden. Setzen Sie diesen auf  $45^\circ$  (Line to Line, with Angle).
4. Der Kolben soll über ein Translational Joint mit einem Freiheitsgrad in den Zylinder gesetzt werden (Dimension: None).
5. Das Pleuel wird über zwei Drehgelenke dazwischen gesetzt (Line to Line).

Jetzt sollte sich die Lage des Kolbens über eine Veränderung des Winkels zwischen Gehäuse und Kurbelwelle steuern lassen. Nach einer Veränderung des Winkels, das



**UPDATE** nicht vergessen!

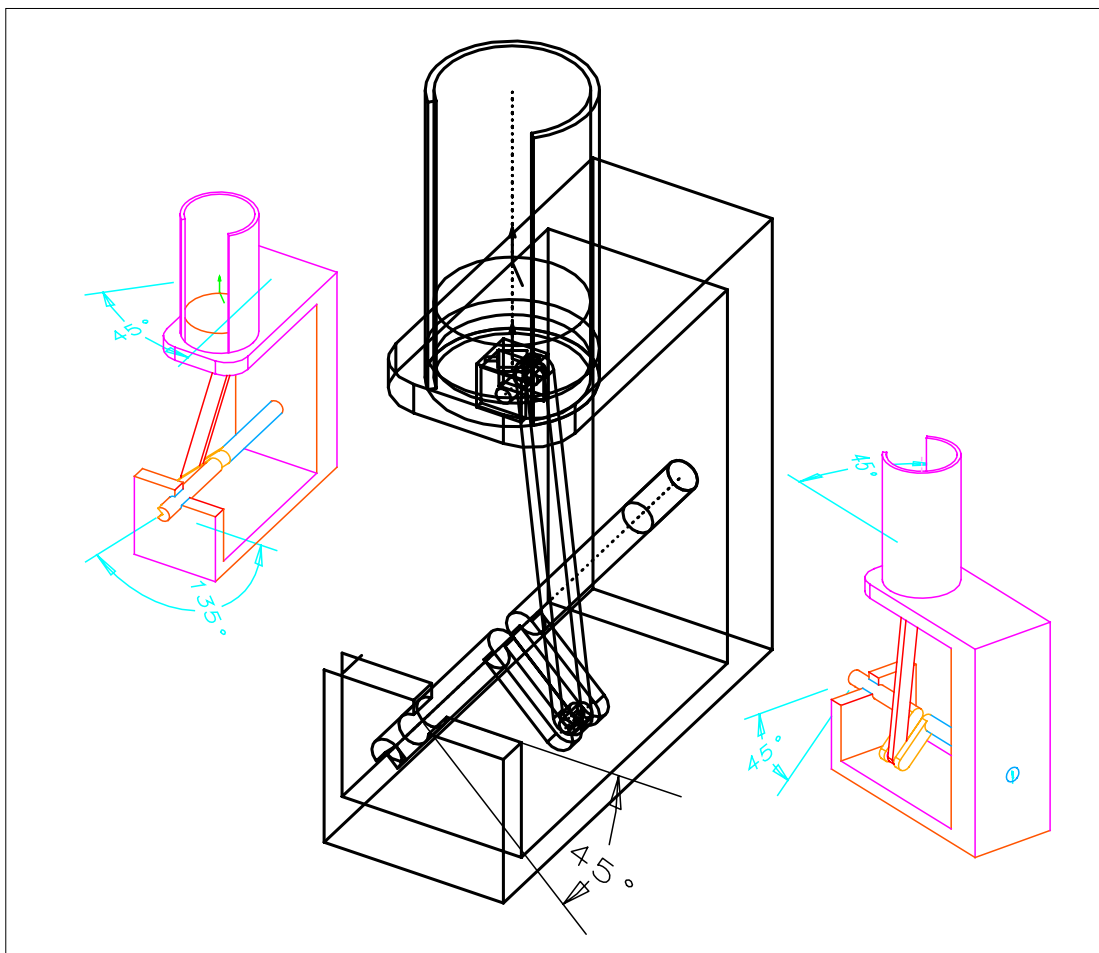
Um jetzt alle Konfigurationen einfach ablaufen zu lassen, soll der Winkel anstubsbar sein: **NUDGE**.

Über den Befehl **NUDGE PARAMETER** geben sie das anzu-stubsende Maß an und um welche Größe es sich verändern soll. Als Änderungsgröße geben Sie  $30^\circ$  an.

Setzen Sie den Winkel jetzt auf  $0^\circ$  und führen Sie ein Update durch.

Bei jeder Aktivierung des Befehls **NUDGE**, die Assembly Dimension um den in NudgeParameter angegebenen Wert erhöht, und es wird automatisch ein Update ausgeführt.

ABBILDUNG 5-1 Bauzeichnung der Baugruppe: Motor



## 6 Konstruktionen und Baugruppen

### 6.1 Vorbemerkung und Hinweise

Für die folgenden Aufgaben legen Sie sich bitte ein neues Model-File `TEST_N` mit Ihrer Gruppennummer „N“ im Project: `Pruefung` an!

Hinweise:

- Speichern Sie regelmäßig Ihr Model-File.
- Überlegen Sie sich vor der Konstruktion, wie Sie die Teile am effektivsten konstruieren, und welche Schritte vorgenommen werden sollen.

### 6.2 Konstruktionsaufgabe

Konstruieren Sie bitte die vier in den Zeichnungen aufgeführten Teile, und benennen Sie diese wie folgt:

1. **Nut** siehe [Abbildung 6-1](#)
2. **Feder** siehe [Abbildung 6-2](#)
3. **Zylinder** siehe [Abbildung 6-3](#)
4. **Kolben** siehe [Abbildung 6-4](#)

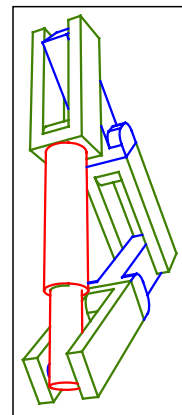


ABBILDUNG 6-1 Konstruktionszeichnung des Teils: Nut

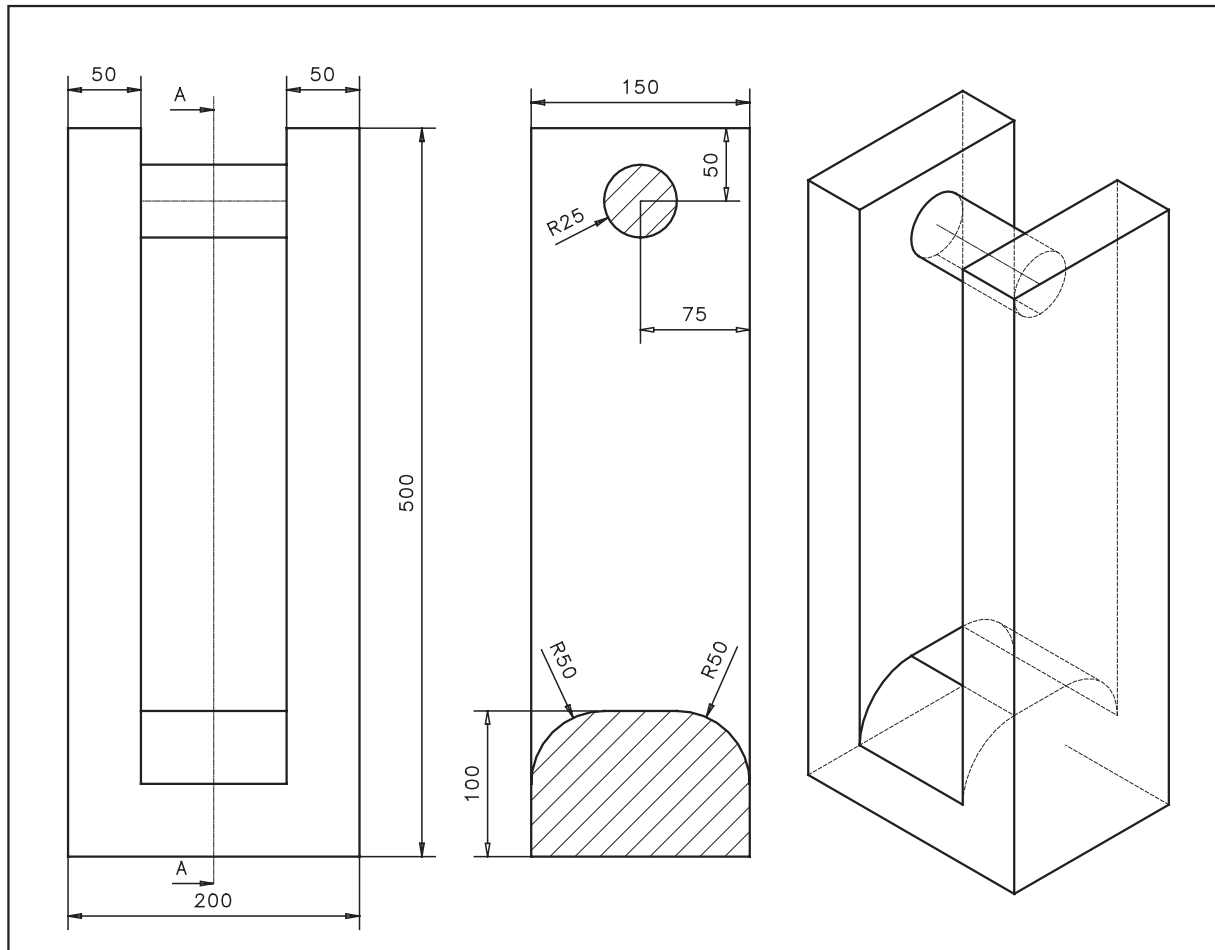


ABBILDUNG 6-2 Konstruktionszeichnung des Teils: Feder

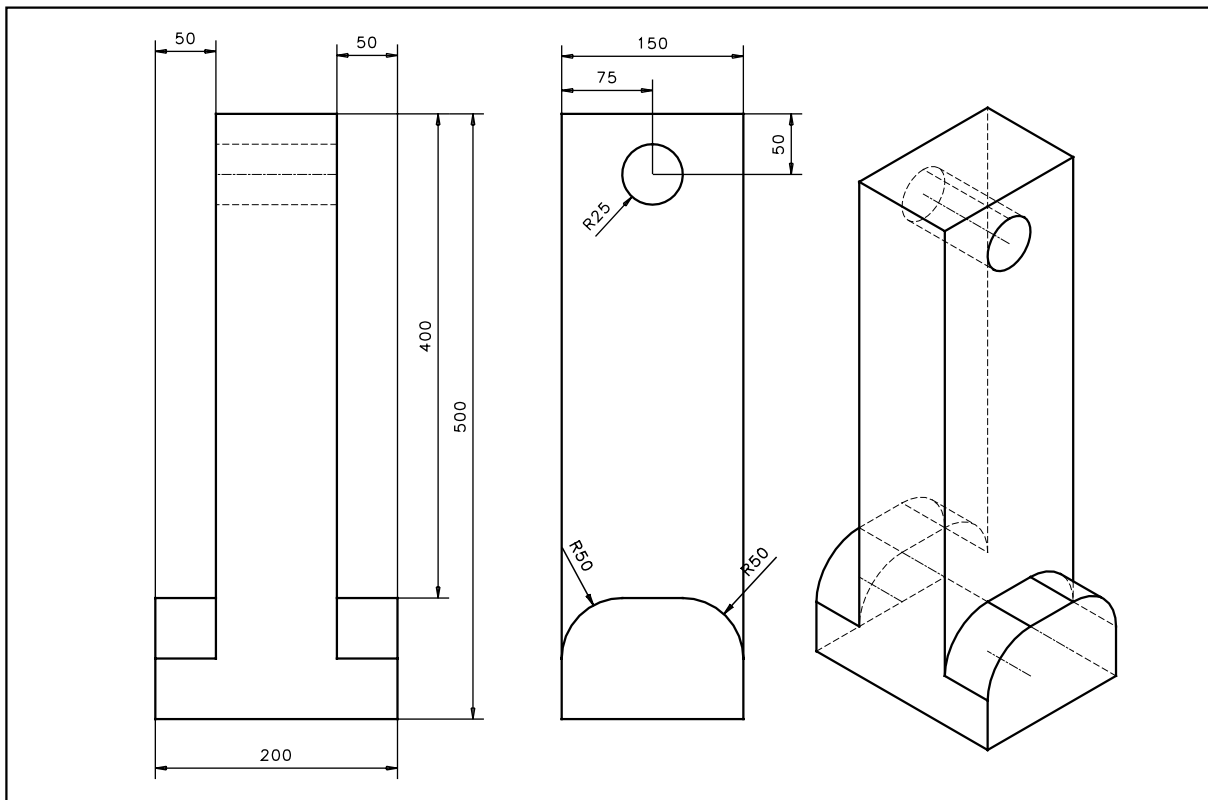


ABBILDUNG 6-3 Konstruktionszeichnung des Teils: Zylinder

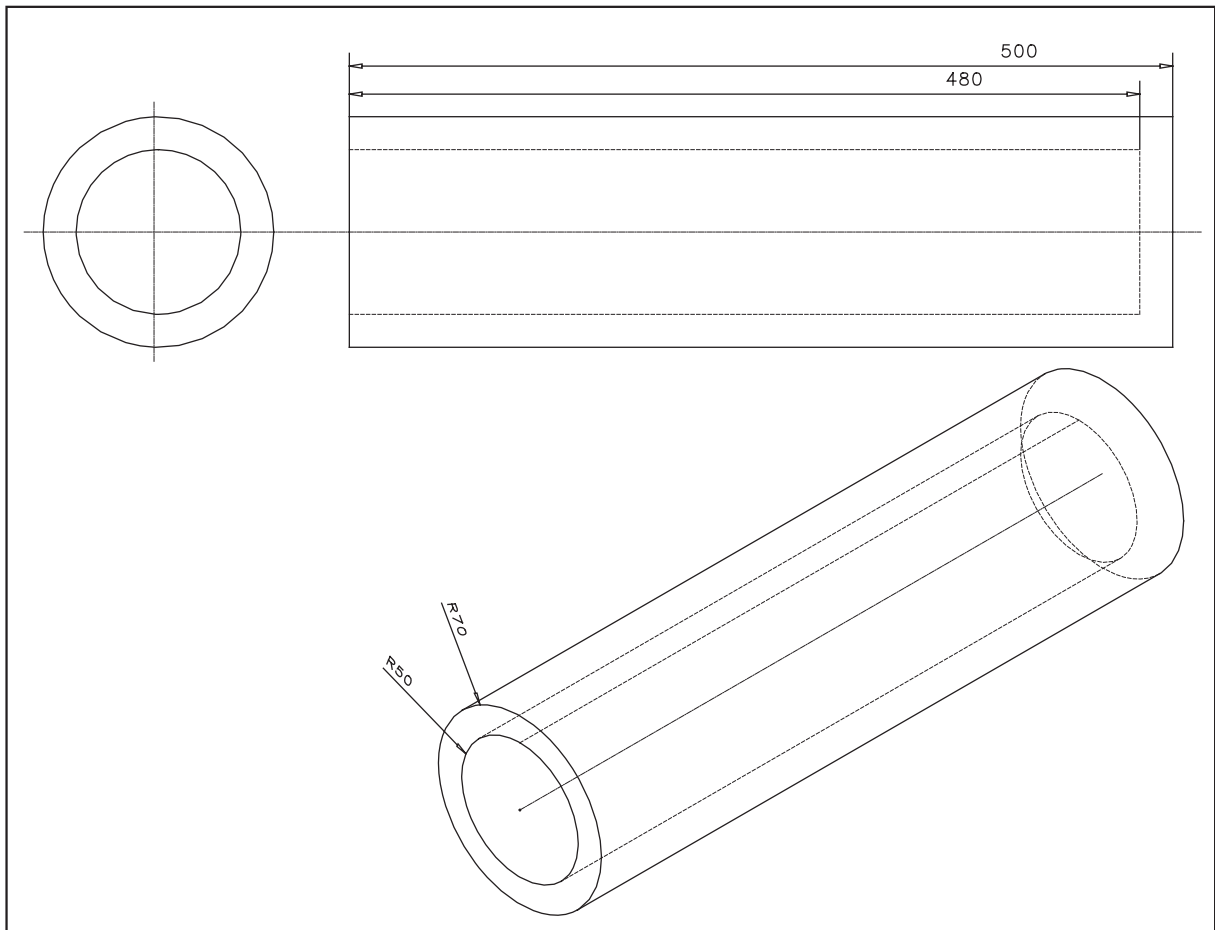
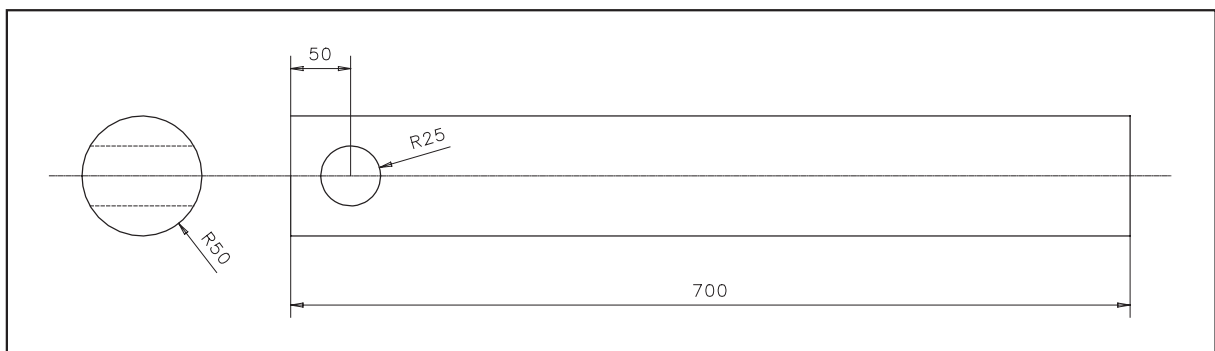


ABBILDUNG 6-4 Konstruktionszeichnung des Teils: Kolben



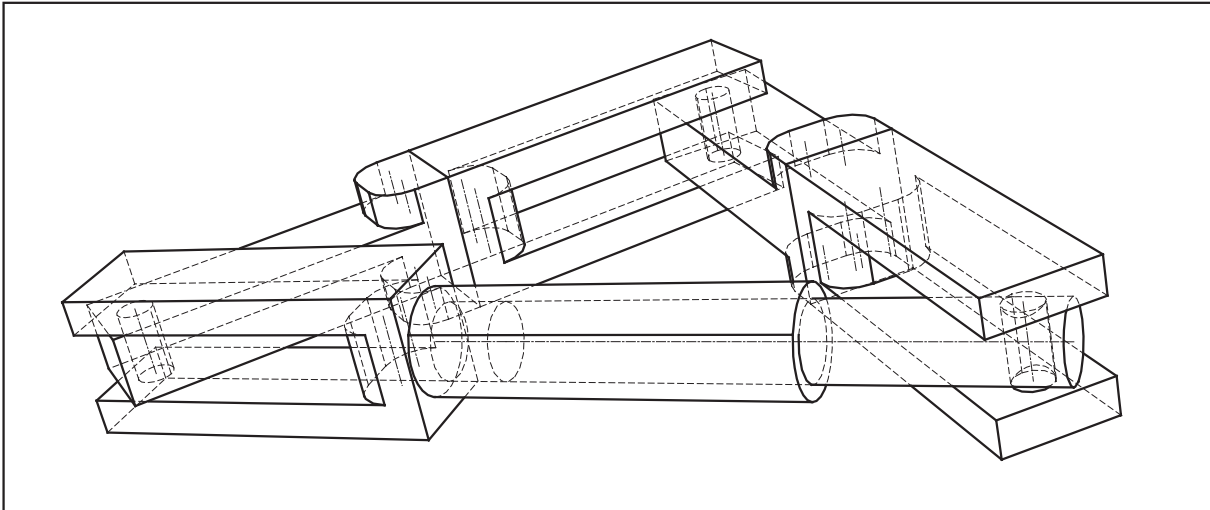
Legen Sie die Teile in einer Bibliothek mit dem Namen: **bib\_Gruppe\_N** ab. **N** ist dabei Ihre Gruppen-Nummer. **„CHECK IN, DO NOT KEEP!“**

Holen Sie die Teile **kolben** und **zylinder** als Kopie aus der Bibliothek und ändern Sie den Radius des Kolbens auf 40 mm. Führen Sie die äquivalente Änderung auch am Zylinder aus.

Legen Sie die geänderten Teile als `Kolben_B` und als `Zylinder_B` in Ihrer Bibliothek ab. „CHECK IN, DO NOT KEEP!“

Legen Sie für die auf der letzten Seite dargestellte Baugruppe einen sinnvollen Instanzen-Baum fest und realisieren Sie diesen ohne Freiheitsgrade anhand der geänderten Teile aus Ihrer Bibliothek.

ABBILDUNG 6-5 Baugruppenzeichnung



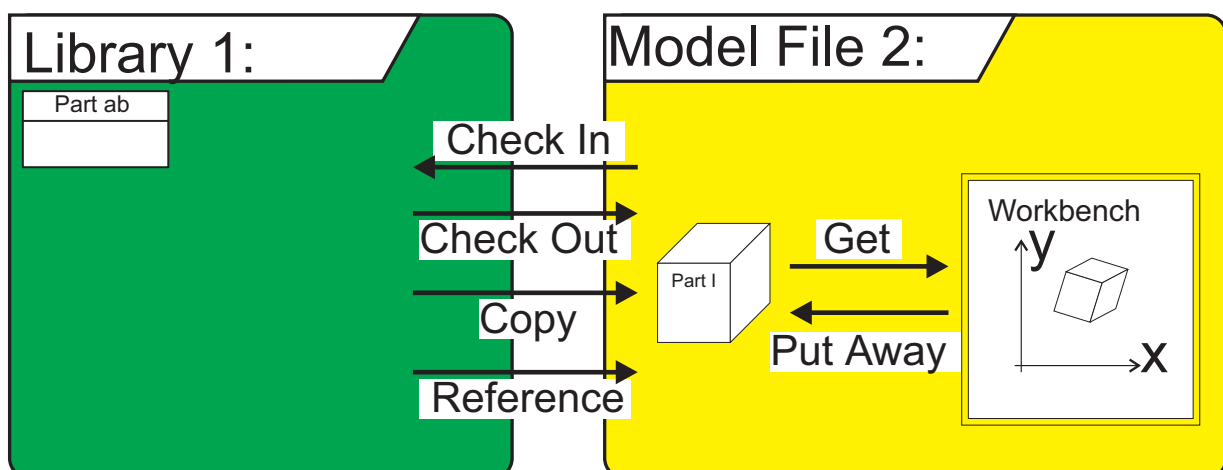
## 1 Umgang mit Bibliotheken

### 1.1 Allgemeines

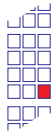
In einer Bibliothek können alle Objektdaten archiviert werden. Diese Art von Container wird zum Austausch von Daten zwischen den Model Files benutzt.

Die Abbildung 1-1 zeigt ein Schema der verschiedenen Mechanismen Daten zwischen Model File und Bibliothek auszutauschen.

ABBILDUNG 1-1 Austausch von Daten zwischen Bibliotheken und Modelfiles



## 1.2 Daten aus der Bibliothek holen (Get from Lib)



Man kann Daten aus den Bibliotheken holen. Der Befehl `GET FROM LIBRARY` liefert hierfür die Funktionalität. Die Daten, die dann in das Model File kopiert werden, können drei verschiedene Eigenschaften haben:

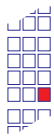
- Copy
- Reference
- Checked Out

Wenn man ein Objekt mit *Check Out* aus einer Bibliothek geholt hat, ist den anderen Benutzern des Projektes der Zugriff auf das Objekt in der Library versagt. Dadurch wird verhindert, daß mehrere Anwender gleichzeitig dasselbe Bauteil bearbeiten und unterschiedliche Versionen des Bauteils erzeugen. Man kann jetzt das Teil ändern und wieder in die Bibliothek zurückspielen. Danach liegt ein verändertes Teil in der Bibliothek, auf das wieder alle User des Projektes zugreifen können.

Werden an einer größeren Baugruppe Änderungen vorgenommen, sollte jeweils nur das Bauteil ausgecheckt werden, welches gerade benötigt wird. Das Icon: `MANAGE BINS (STATUS)` liefert Informationen, welche Bauteile und Baugruppen wann und von wem gerade ausgecheckt sind.

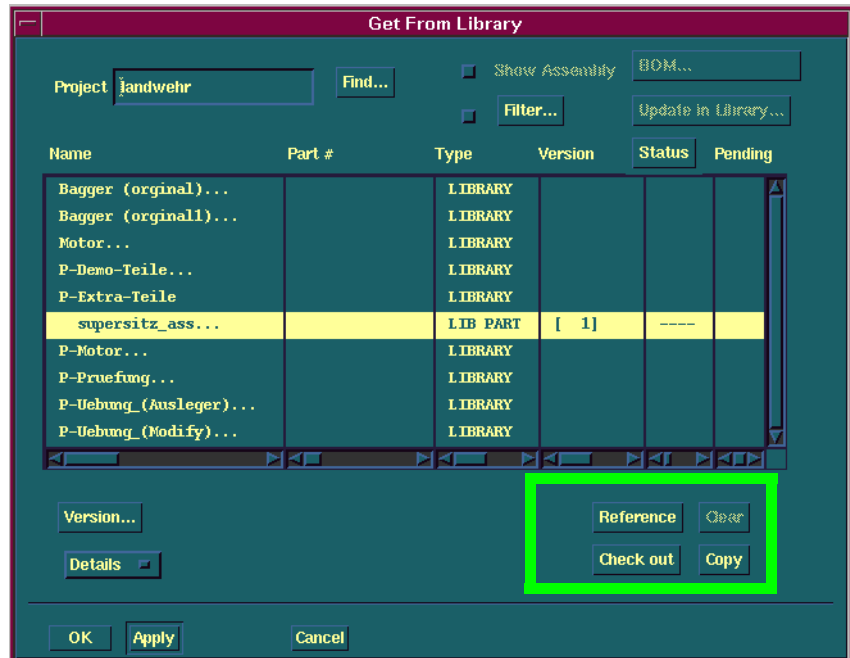
Alle User dieses Teils, die es als *Reference* ausgespielt und benutzen haben, bekommen eine Nachricht, daß sich das Bauteil in der Bibliothek geändert hat. Sie werden vor die Entscheidung gestellt, weiter das alte, unaktuelle Teil zu benutzen, oder einen Update aus der Library zu holen: `UPDATE FROM LIBRARY`. Als Benutzer einer Referenzkopie eines Teils aus einer Bibliothek hat man kein Schreibrecht auf die Ausprägung des Objektes, man darf beispielsweise nicht die Lage im Raum neu bestimmen.

Die dritte Möglichkeit, ein Teil aus der Bibliothek im Model File zu haben, ist eine Kopie eines Teil zu halten. Diese Kopie ist schreibberechtigt. Die Kopie hat aber immer noch einen Bezug zum Originalteil in der Bibliothek. Wenn das Teil in der Bibliothek eine Phase an einer Kante bekommen hat, kann man sich diese Neuerung auf die lokale Kopie ziehen, ohne daß es Auswirkungen auf die Änderungen hat, die man selbst mittlerweile durchgeführt hat.

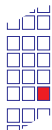


Die Abbildung 1-2 zeigt das Menü, wo diese Eigenschaften (**Copy**, **Reference**, **Check out**) bestimmt werden.

ABBILDUNG 1-2 Get From Library Menü



### 1.3 Daten in die Bibliothek spielen (Check In)



Wenn ein Objekt in eine Bibliothek gespielt werden soll, benutzt man den Befehl **CHECK IN**. Gleichzeitig können die Daten als Referenz, Kopie oder Original im Model File gehalten werden.

Den zukünftigen Lib-Status im Model File bestimmt man durch Anklicken eines Schalters beim Ausspielen:

- Check In, keep to modify
- Check In, keep as copy
- Check In, keep as reference
- Check In, do not keep

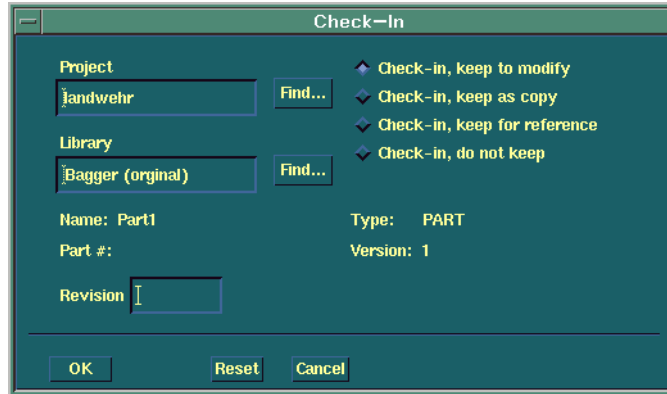
Wenn man Daten in die Bibliothek spielen möchte, fragt das Programm nach den folgenden Informationen:

- Name des Projektes, in dem sich die Bibliothek befindet
- Name der Bibliothek, (kann auch neu sein)
- Interne Revisionsnummer der Daten, die in die Library gespielt werden sollen. Diese werden vom Benutzer festgelegt.

- Der Status, den das Teil nach dem Auscheckvorgang im eigenen Modelfile haben soll.

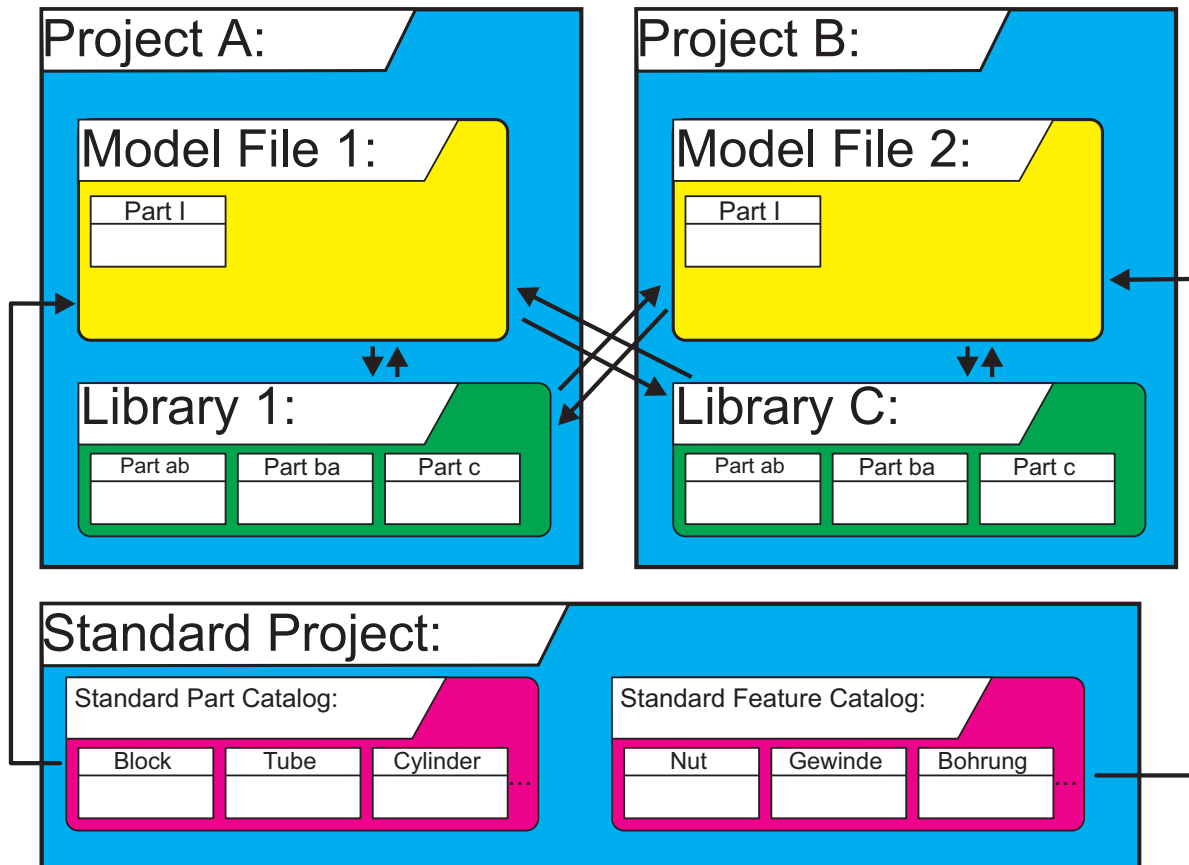
Alle diese Einstellungen nimmt man in dem in Abbildung 1-3 gezeigten Menü vor.

ABBILDUNG 1-3 Check In Menü



Daten können auch projektübergreifend ausgetauscht werden. Diese Sonderfunktion, die im Praktikum nicht zum Einsatz kommt, zeigt die Abbildung 1-4.

ABBILDUNG 1-4 Austausch von Daten zwischen Bibliotheken und Modelfiles (projektübergr.)



## 1.4 Zugriffsrechte

Lese-, Schreib-, Lösch- und Kopierrechte werden durch den Projektleiter mit Hilfe des I-DEAS-Modul Project Management erteilt. Dieses Modul ermöglicht es dem Projektleiter auch, Projekte zu definieren und diese zu strukturieren.

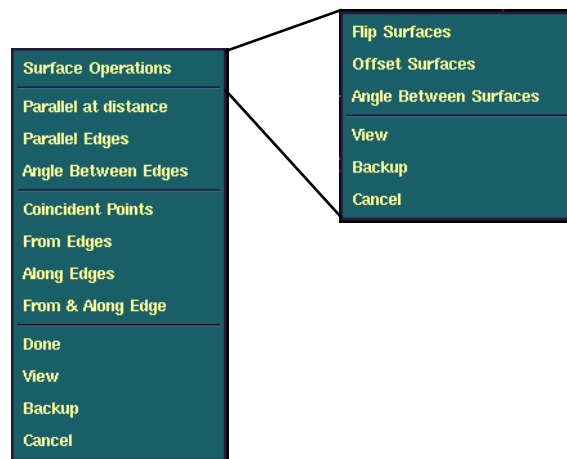
## 2 Teile aufeinander ausrichten



Wenn Teile mit einer **JOIN**-Operation verknüpft werden und der Schalter: **RELATION**, der sich im gleichen Icon-Feld befindet, auf „on“ steht, werden die Teile erst mit den beiden angewählten Flächen und deren Flächenschwerpunkten aufeinandergesetzt.

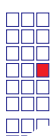
Wenn die Teile noch zueinander ausgerichtet werden sollen, hat man hierzu eine große Anzahl verschiedener Befehle zur Verfügung, wie die folgende Abbildung 2-1 zeigt.

**ABBILDUNG 2-1** Befehle, um Oberflächen aufeinander auszurichten



## 2.1 Surface Operations

Klickt man diesen Befehl an, öffnet sich ein weiteres Menü. Hier werden drei neue Befehle zum Ausrichten zur Auswahl gestellt:



### 2.1.1 Flip Surfaces



Dieser Befehl wechselt die Richtung des beweglichen Teils. Normalerweise zeigt beim **JOIN**-Befehl der *movable*

*Part* vom *stationary Part* weg; klickt man diesen Befehl an, dreht sich der Vektor um 180°.

### 2.1.2 Offset Surfaces

Mit diesem Befehl kann man einen Abstand (=Offset) zwischen den Oberflächen definieren.

### 2.1.3 Angle Between Surfaces

Normalerweise liegen die auszurichtenden Flächen der beiden Teile parallel zueinander. Mit diesem Befehl läßt sich auch ein Winkel zwischen den Ebenen definieren.

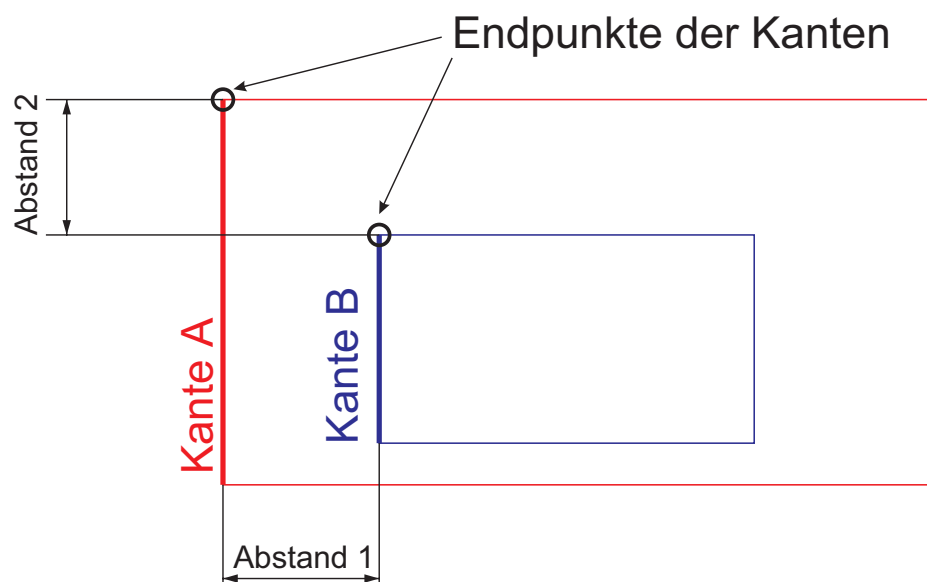
## 2.2 Kanten ausrichten

Mit den folgenden Befehlen können Kanten von Bauteilen ausgerichtet werden. Voraussetzung ist, daß es sich um gerade Kanten handelt wie bei einem Quader. Einen Zylinder kann man mit diesen drei Befehlen nicht ausrichten.

### 2.2.4 Parallel at distance

Dieser Befehl definiert zwei Kanten (Kante A und Kante B) als parallel und erwartet eine Eingabe des Abstandes 1 zwischen den Kanten und den Abstand 2 zwischen den Endpunkten (gemessen entlang der Kanten).

ABBILDUNG 2-1 Ausrichten mit dem Befehl: Parallel at distance



Dieser Befehl ist das am häufigsten benutzte Ausrichtungskommando in diesem Praktikum.

### 2.2.5 Parallel Edges

Dieser Befehl legt zwei Kanten als parallel fest. Eine Verschiebung entlang der Kanten und senkrecht zu den Kanten ist jedoch noch zulässig. Lediglich eine Verdrehung wird ausgeschlossen.

### 2.2.6 Angle Between Edges

Mit diesem Kommando kann ein Winkel zwischen Kanten festgelegt werden. Eine Verschiebung der Kanten entlang ihrer Flucht ist aber weiterhin nicht ausgeschlossen.

## 2.3 Ausrichtungskommandos mit Punkten

Diese Kommandogruppe kann beispielsweise Mittelpunkte zu Kanten ausrichten.

Mehrere Arten solcher Punkte kommen dabei in Frage:

- Eckpunkte an Rechtecken
- Linienendpunkte von Polygonzügen
- Kreismittelpunkte
- usw.

Die folgenden Befehle können Zylinder auf rechteckigen Flächen ausrichten:

### 2.3.7 Coincident Points

Punkte werden aufeinander gelegt. Der absolute Abstand zwischen den angewählten Punkten ist 0.0 mm.

### 2.3.8 From Edges

Dieses Kommando definiert einen Abstand von einem Punkt zu einer geraden Kante. Dieser wird immer senkrecht zur Kante gemessen.

### 2.3.9 Along Edges

Man kann auch einen Abstand, der entlang einer Kante definiert wird, bestimmen. Dieser Befehl kommt in diesem Praktikum nicht zum Einsatz.

### 2.3.10 From & Along Edges

Dies ist eine Kombination aus den zwei vorherigen Befehlen. Dieser Befehl kommt aber in diesem Praktikum ebenfalls nicht zum Einsatz.

## 3 Anpassen der Schriftart und -größe von Maßzahlen

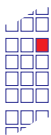
---

### 3.1 Allgemeines

Die Art, wie ein Maß dargestellt wird, kann sehr unterschiedlich sein. Es gibt international verschiedene Normen für die Erscheinungsart von Maßen. I-DEAS gibt jedem Maß diese Eigenschaften mit, wie z. B.

- Größe der Maßbeschriftung
- Farbe
- Pfeilart
- Maßpfeil innen oder außen
- Vor der Maßzahl von Radian ein 'R' setzen oder nicht
- Toleranzangaben
- Linienart
- usw.

### 3.2 Erscheinungsform von Maßzahlen verändern



Mit dem Befehl [APPEARANCE](#) können solche Einstellungen verändert werden. Man wählt das eine Objekt oder auch mehrere Objekte an, deren Erscheinungsart man verändern möchte, und aktiviert danach den Befehl: [APPEARANCE](#). Hier kann man nun die gewünschten Einstellungen zu diesem Objekt auswählen.

Eine schnelle Anpassung der Erscheinung der Maße erhält man mit dem Befehl [AUTOSCALE](#) im [APPEARANCE](#) Menü.

Der umgekehrte Mechanismus ist auch möglich. Man aktiviert den Befehl und wählt danach das Objekt aus.

### 3.3 Erscheinungsform nachhaltig verändern

Wenn man ein Objekt als Grundlage für alle weiteren Objekte gleicher Art schaffen möchte, kann man im Appearance-Menü mit dem Befehl 'set As Default' die Grundeinstellungen neu setzen.

Danach werden alle neuen Objekte mit den neuen Grundeinstellungen erstellt.

### 3.4 Alle Objekte vereinheitlichen

Wenn alle Objekte einer Art (alle Maße) auf dieselbe Grundeinstellung gebracht werden sollen, wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

1. Die Grundeinstellung wie gewünscht und in 3.3 beschrieben definieren.
2. Ein beliebiges zu veränderndes Objekt markieren.
3. Mit der rechten Maustaste und dem Befehl 'ALL' alle Objekte dieser Art markieren.
4. Im Appearance Menü 'USE DEFAULT' anwählen.

Jetzt sind alle Maße in ihrer Erscheinungsart gleich.

## 4 Wissenkontrolle

---

1. Wozu braucht man Bibliotheken?
2. Welchen Bibliotheksstatus können Daten im Modelfile haben? (drei verschiedene)
3. Wie nennt man den Vorgang: „Daten-in-die-Bibliothek-spielen“?
4. Mit welchem Befehl richtet man zwei rechteckige Flächen aufeinander aus?
5. Mit welchem Befehl richtet man einen Zylinder auf einer rechteckigen Fläche aus?
6. Wieso kann es passieren, daß verschiedene Maßzahlen im Grafikfenster verschiedengroß angezeigt werden?
7. Mit welchem Befehl kann man die Standardeinstellung neu definieren?



**A**

Abkürzung 31  
 Angular 43  
 APPEARANCE 136  
 Applikations-Icons 29  
 Arbeitsebene 56  
 Assembly 51  
 ausloggen 24  
 Austausch 21

**B**

Baugruppe 51  
 Befehlsfenster 28  
 Behälter 19  
 Bewegungssimulation 16  
 Bibliothek 129  
 Bin 19  
 Binary 19  
 Boole'sche Verknüpfung 34

**C**

CAE 13  
 Cancel 60  
 Catalog 117  
 Cataloge 20  
 CHAMFER 96  
 Check In/Out 131  
 Coincident 44  
 Colinear 44  
 Commandline 30  
 Constraint 41  
   2D 42  
     Angular 43, 64  
     Coincident 44  
     Linear 43  
     Navigator 45  
     Parallel 43, 63

Senkrecht 43  
 Tangential 43, 63, 113  
 3D 47  
   Face To Face 48  
   Ground Instance 48  
   Info 48  
   Line To Line 48  
   Löschen 48  
 Anzeige 44  
 CREATE LAYOUT 72  
 CSG-Modelle 34  
 Curve 61  
 CUT OUT 80

**D**

Darstellungs Icons 29  
 Datenaustausch 21  
 Datenstruktur 18  
 Defaulteinstellungen 136  
 DELETE 89  
 Design 13, 15, 23  
 Dimensionen ändern 65  
 Drafting 13  
 Drafting Setup 16, 72  
 Dynamik Navigator 45

**E**

Eingabezeile 30  
 einloggen 23  
 EXTRUDE 35

**F**

Face To Face 48  
 Feature 33, 111  
 FEM 17  
 Fenster  
   Grafik 28

Icon 28  
List 30  
Prompt 30

FILLET 60  
FILLET (3D) 96  
Freiformfläche 38  
Freiheitsgrad 41, 48

## G

Geometry Translators 13  
GET FROM LIBRARY 111, 130  
Grafic-Region 28  
Grafikfenster 28  
Ground Instance 48  
Grundeinstellungen 136

## H

Halbkreis 61  
HIDDEN LINE 70  
Hierarchie 53

## I

Icon 29  
Icon-Panel 28  
Icons 30  
IGES 18  
Info 48  
Instanz 52  
ISOMETRISCH 67, 68

## J

JOIN 133  
Joint 48

## K

Katalog 20, 115  
Kollision 16  
Konstruktionszeichnung erstellen 72  
Kreis 66

Kürzel 31

## L

Lager  
    Rotation 48  
    Translation 48  
Lehrinhalt 3  
Lehrziel 3  
Library 129  
    Bibliothek 21  
LINE 70  
Line To Line 48  
Linear 43  
Listfenster 30  
Listwindow 30  
LOFT 37, 91  
Login 23  
Löschen  
    Constraint 48  
    Linie 62  
    Maße 89

## M

Management 13  
Manufacturing 13  
markieren 62  
Master Assembly  
    Assembly  
    Baugruppe 16  
Master Modeler 15  
Master Surfacing 15  
Maus  
    Tasten 26  
    zoomen 26  
Mesh of Curves 38  
Model File 19  
Modell  
    Rotation 35  
    Trajektion 36  
    Translation 35  
MODIFY ENTITY 65  
MOVE 97

**N**

NAME PART 71  
Navigator 45  
Nudge 123  
NUDGE PARAMETER 123

**O**

Oberfläche von I-DEAS 28

**P**

Parallel 43  
Parametrisierung 117  
Part 33  
PARTS 34  
Pathcurve 36  
Pfadkurve 36  
Phase 96  
Polyline 57  
Primitivkörpermodell 34  
Produktionsmodell 34  
Project 19  
Promptfenster 30  
PUT AWAY 71

**R**

Radius 96  
Radkasten 55  
REDISPLAY 45  
Referenz 130  
Reflect 77, 88  
REFRESH 45  
RELATIONS 133  
Remove Constraint 48  
REVOLVE 35  
ROTATE 91  
Rotationsmodell 35

**S**

SCETCH IN PLACE 68

Schnitt 73  
SDRC 13  
SECTION 73  
Senkrecht 43  
SHELL 37, 84  
SHOW FREE 66  
Simulation 13, 16  
Sitzung 24  
Starten 24  
Starten von I-DEAS 24  
Startfenster 24  
Stückliste 76  
Sub-Assembly 52  
Surfaces by Boundary 38  
SWEEP 36, 84, 103

**T**

Tangential 43  
Task 13  
Task-Icons 29  
Teil 33  
Test 13  
Top-Assembly 52  
Tragfläche 38  
Trajektionsmodell 36  
Translationsmodell 35

**U**

Unix 23  
UPDATE 70  
UPDATE FROM LIBRARY 130

**V**

Verknüpfungsmodell 34  
View Icons 29  
Vollkreis 66  
Volumenprimitiva 34

**W**

Wandstärke 37

## Window

Grafic 28

Icon 28

List 30

Prompt 30

Winkelconstraint 43

Workplane 56

Workstation 23

## Z

Ziel der Praktikums 3

ZOOM ALL 56, 67, 70

Zugriffsrecht 133

Zwangsbedingung 41