

Stephan Hartmann | Sándor Vajna (Hrsg.)

CATIA V5 – kurz und bündig

Grundlagen für Einsteiger

3. Auflage

STUDIUM



Stephan Hartmann | Sándor Vajna (Hrsg.)

CATIA V5 – kurz und bündig

ProENGINEER Wildfire 3.0 für Einsteiger – kurz und bündig

von S. Clement und K. Kittel/herausgegeben von S. Vajna

**ProENGINEER Wildfire 3.0 für Fortgeschrittene –
kurz und bündig**

von S. Clement und K. Kittel/herausgegeben von S. Vajna

SolidWorks

von U. Emmerich

UNIGRAPHICS-Praktikum mit NX5

von G. Engelken und W. Wagner

TEAMCENTER EXPRESS – kurz und bündig

von G. Klette und T. El-Hussein/herausgegeben von S. Vajna

UNIGRAPHICS NX5 – kurz und bündig

von G. Klette/herausgegeben von S. Vajna

ProENGINEER-Praktikum

herausgegeben von P. Köhler

CATIA V5 – Grundkurs für Maschinenbauer

von R. List

SolidEdge – kurz und bündig

von M. Schabacker/herausgegeben von S. Vajna

Stephan Hartmann

CATIA V5 – kurz und bündig

Grundlagen für Einsteiger

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

Herausgegeben von Sándor Vajna

STUDIUM



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Das Buch wurde in den ersten beiden Auflagen
durch den Autor Reinhard Ledderbogen bearbeitet.

1. Auflage 2003
- 2., überarbeitete und ergänzte Auflage 2005
- 3., überarbeitete und erweiterte Auflage 2009

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009

Lektorat: Thomas Zipsner | Imke Zander

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.viewegteubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes
ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbe-
sondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die
Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem
Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche
Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten
wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Technische Redaktion: Stefan Kreickenbaum, Wiesbaden

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Krips b.v., Meppel

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in the Netherlands

ISBN 978-3-8348-0453-2

Vorwort

Am Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg werden Studenten seit bald 15 Jahren an führenden 3D-CAX-Systemen mit dem Ziel ausgebildet, Grundfertigkeiten in der Anwendung der CAX-Technologie zu erwerben, ohne sich dabei nur auf ein einziges System zu spezialisieren. Dazu bearbeiten die Studenten auf ihrem Weg zum Diplom eine große Anzahl von CAX-Übungsbeispielen allein oder gemeinsam im Team auf mindestens vier verschiedenen 3D-CAX-Systemen. Das vorliegende Buch nutzt die vielfältigen Erfahrungen, die während dieser Ausbildung gesammelt wurden. Dem Leser werden die Grundlagen der parametrischen 3D-Modellierung mit den CAD-Funktionen des Systems CATIA V5 vermittelt.

Der Fokus liegt auf einer kurzen, verständlichen Darstellung der grundlegenden Funktionalitäten von CATIA V5 R18, eingewoben in praktische Übungsbeispiele. Somit kann der Leser parallel zu den erläuterten Funktionen das Erlernte sofort praktisch anwenden und festigen.

Dabei können natürlich nicht alle Details behandelt werden. Es werden aber stets Anregungen zum weiteren Ausprobieren gegeben, denn nichts ist beim Lernen wichtiger, als das Sammeln eigener Erfahrungen.

Durch den Aufbau des Textes in Tabellenform kann das Buch nicht nur als Schritt-für-Schritt-Anleitung, sondern auch als Referenz für die tägliche Arbeit mit dem System CATIA V5 genutzt werden.

Das Buch wendet sich an Leser mit keiner oder geringer Erfahrung in der Anwendung von 3D-CAX-Systemen. Es soll das Selbststudium unterstützen und zu weiterer Beschäftigung mit der Software anregen.

Die Autoren danken Herrn cand. mach Fabian Mühlhaus für seine Unterstützung bei der Erstellung des Manuskriptes. Sie sind dankbar für jede Anregung aus dem Kreis der Leser bezüglich Inhalt und Reihenfolge der Modellierung. Weiterer Dank geht an Herrn Dipl.-Ing. Thomas Zipsner sowie alle beteiligte Mitarbeiter des Vieweg+Teubner Verlags für die engagierte und sachkundige Zusammenarbeit bei der Erstellung des Buches.

Ebenso geht ein herzlicher Dank an Herrn Dipl.-Ing. Reinhard Ledderbogen, der dieses Buch zwei Auflagen lang sachkundig betreut hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Benutzungsoberfläche	2
1.2	Datenverwaltung	3
	Neue Teiledatensatz anlegen	3
	Vorhandene Datensatz öffnen	4
	Sichern	4
	Dokumente erstmalig oder unter einem anderen Namen sichern	4
1.3	Umgebung	5
	Anpassen der Umgebung (Module)	5
1.4	Tastatur und Mausbelegung	6
1.5	Strukturbaum	6
	Darstellung des Strukturbaumes	7
1.6	Darstellung und Ansicht	7
	Konfigurieren des Grafikbereiches	8
1.7	Konfigurieren der Geometrieansicht	8
	Definierte Ansichten	10
	Wiedergabemodus	10
	Grafikeigenschaften	11
	Sichtbarer und nicht sichtbarer Bereich	11
2	Sketcher	12
2.1	Einführung	12
2.2	Bedingungen und Bemaßungen	12
2.3	Profilfunktionen	14
	Profil	14
	Rechteck	15
	Kreis	15
	Punkte	16
	Linie	16
	Spline	17
	Bearbeiten von Geometrieelementen	17
2.4	Erzeugen eines Schlüssellochprofils	18
2.5	Erzeugen und Bearbeiten einer Profilkontur	20

3 Getriebe	21
3.1 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Extrusion	21
3.2 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Rotation	25
3.3 Erzeugen einer Hülse durch Extrusion	27
3.4 Anpassen der Hülse	28
3.5 Erzeugen der Antriebswelle	29
3.6 Erzeugen der Abtriebswelle	32
3.7 Erzeugen des Rillenkugellagers	35
Hinterlegen/Erstellen einer Konstruktionstabelle	40
Verknüpfung mit einer vorhandenen Konstruktionstabelle	41
3.8 Erzeugen eines teilparametrischen Zahnrades	42
3.9 Erzeugen des Gehäuses – Antriebsseite	52
3.10 Erzeugen des Gehäuses – Abtriebsseite	61
3.11 Anpassung von Teilevorlagen	74
Zahnrad 1	74
Zahnrad 2	76
Zahnrad 3	77
Ritzelwelle	78
Erzeugen der Kugellager	80
Erzeugen der Dichtung	81
4 Drafting (Zeichnungserstellung)	82
4.1 Grundlagen	82
Öffnen einer Zeichnung ohne Teilevorlage	82
Erstellen einer Zeichnung mit einem geöffnetem Teil	83
Erstellen von verschiedenen Einzelansichten	83
Erstellen von Ansichten mit dem Assistenten	85
Bearbeiten von Ansichten	85
Aufbereiten von Ansichten	86
4.2 Zeichnungsableitung der Antriebswelle	89
5 Assembly (Baugruppenerstellung)	91
5.1 Einfügen von Komponenten	91
5.2 Bewegen von Teilen und Komponenten	92
5.3 Erstellen von Bedingungen	93
5.4 Aufbereiten von Baugruppen	94

5.5	Analysieren von Baugruppen	95
5.6	Baugruppenkomponenten	96
5.7	Erzeugen des Zusammenbaus	96
	Zusammenbau der Unterbaugruppe „Antrieb“	96
	Zusammenbau der Unterbaugruppe „Gehäuse_Antrieb“	100
	Zusammenbau der Unterbaugruppe „Gehäuse_Abtrieb“	101
	Zusammenbau der Unterbaugruppe „Ritzelwelle“	104
	Zusammenbau der Unterbaugruppe „Antriebswelle“	105
	Zusammenbau der Baugruppe „Getriebe_Gesamt“	106
5.8	Baugruppenanalysen	107
6	Photo Studio	109
6.1	Materialeigenschaften	109
6.2	Umgebung	110
6.3	Lichtquellen	111
6.4	Kameras	113
6.5	Kataloge	114
7	Ausgewählte Funktionen	115
7.1	Part Design	115
7.2	Generative Shape Design	121
	Sachwortverzeichnis	132

1 Einleitung



CATIA V5 (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) ist ein leistungsfähiges CAx-System, das ursprünglich für den Flugzeugbau entwickelt wurde und sich auch in der Automobilindustrie etabliert hat. Mit CATIA V5 ist es möglich, dreidimensionale Draht-, Flächen- und Volumenmodelle zu entwickeln und aus diesen zweidimensionale Zeichnungen abzuleiten oder zu erstellen.

Das Programm besteht aus 160 verschiedenen benutzerspezifischen Modulen (Umgebungen), die dem Anwender neben der eigentlichen Konstruktion eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten, wie Kinematikuntersuchungen, FEM-Berechnungen, NC-Programmierungen, wissensbasierte Konstruktionen oder Visualisierungen bieten.

CATIA V5 wurde von *Dassault Systèmes* entwickelt. Das Unternehmen kooperiert mit dem französischen Flugzeughersteller Dassault Aviation und beschäftigt 4000 Mitarbeiter. Die Produktpalette wird mit verschiedenen Produktdatenmanagementsystemen wie Enovia VPDM, Enovia SmarTeam und Enovia MatrixOne vervollständigt. Des Weiteren wird bei Dassault Systèmes das CAD-System Solid Works und der CAD-Modellierkern ACIS weiterentwickelt.

CATIA V5 wurde im Jahr 1999 von Dassault Systèmes als vollständig überarbeitete Version von CATIA V4 vorgestellt. Nicht nur die Benutzeroberfläche, sondern auch das Dateiformat wurde mit dem Hintergrund, ein vollständig assoziatives Konstruieren zu ermöglichen, geändert. Im regelmäßigen Abstand (ca. 6 Monate) erscheinen neue Releases des Systems. Das aktuelle Release trägt die Bezeichnung R18. Am LMI wird derzeit auch das Release R18 unterrichtet und im Buch vorgestellt, da sich in der Industrie bisher eine jährliche Neuerung mit geraden Releases etabliert hat.

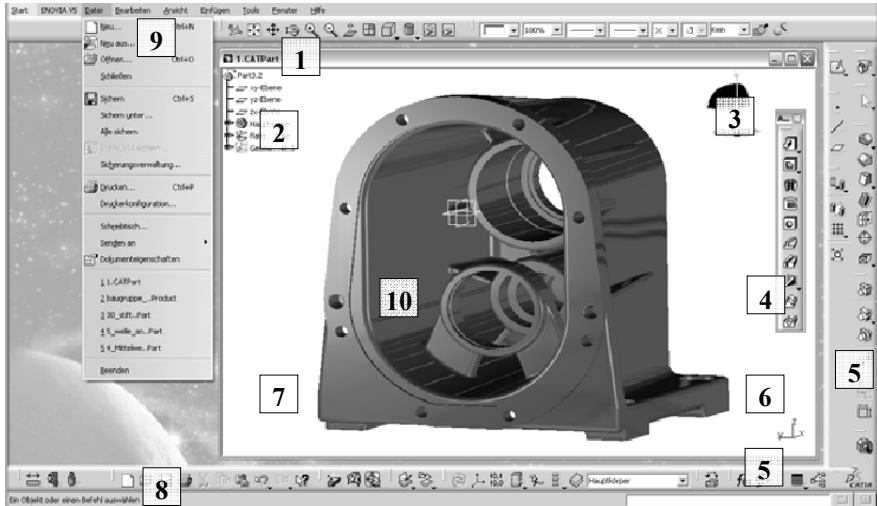
CATIA V5 ist grundsätzlich auf jedem Windows-Rechner (XP, Vista) einsetzbar, jedoch wird empfohlen, ausschließlich zertifizierte Systeme und lizenzierte Produkte zu verwenden. Grundsätzlich gilt die Empfehlung, genügend Arbeitsspeicher (ab 1 GB) und eine leistungsfähige Grafikkarte (mind. 128 MB Speicher) zur Verfügung zu stellen.

Um dem Nutzer die Handhabung des Buches zu erleichtern, werden die Handlungsfolgen und zu manipulierende Werte, **fett** hervorgehoben. Ergänzende Informationen werden *kursiv*, die Namen der Funktionen in KAPITÄLCHEN, dargestellt.

1.1 Benutzungsoberfläche



Nach dem Start des Programms und Öffnen einer Datei präsentiert sich die Benutzungsoberfläche von CATIA V5 ähnlich der folgenden Abbildung:



- | | |
|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">1</div> Titelleiste | Enthält den Namen und die Spezifikation des aktiven Dokuments. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">2</div> Strukturbaum | Enthält alle Informationen, wie z. B. Funktionen, Parameter und deren Beziehungen zum Erstellen der Geometrie in einer chronologischen Reihenfolge. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">3</div> Kompass | Dient zum definierten Drehen oder Verschieben der Geometrie oder Selektieren einzelner Flächen. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">4</div> Symbolleisten | Enthalten häufig verwendete Funktionen. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">5</div> Funktionsleisten | Enthalten die für diese Umgebung spezifischen Anwendungen mit zugehörigen Symbolleisten. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">6</div> Koordinatensystem | Anzeige der Ausrichtung des Arbeitsbereiches. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">7</div> Grafikbereich | Visualisiert die Geometrie. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">8</div> Dialog/
Statusbereich | Enthält Anweisungen und Meldungen bezüglich einer gewählten Funktion. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px; margin-bottom: 10px;">9</div> Menüleiste | Beinhaltet alle der Datenverwaltung und Datenverarbeitung zugeordneten Funktionen. Des Weiteren besteht eine Redundanz zu den Symbolleisten. |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">10</div> CAD-Modell | Bauteilvisualisierung mit Koordinatenebenen im ausgewählten Ansichtsmodus. |

1.2 Datenverwaltung



Die Menüfunktionalität von CATIA V5 ähnelt vielen Windows Programmen, so dass der Anwender über ein übersichtliches Pull-Down-Menü auf alle im Modul verfügbaren Funktionen zurückgreifen kann.

Neue Teiledati anlegen



Strg
+N

MENÜLEISTE ⇒ DATEI ⇒ NEU ⇒ ...hier kann aus verschiedenen Konstruktionsumgebungen der dafür entsprechende Dokumententyp gewählt werden. Die einzelnen Umgebungen beinhalten für die verschiedensten Anwendungen spezifische Voreinstellungen und Funktionen.



Im Dialogfenster Neues Teil besteht die Möglichkeit, den Dokumententyp der jeweiligen Sitzung zu benennen und erforderliche Optionen für die verwendete Konstruktionsumgebung anzupassen. Die folgenden Auswahlmöglichkeiten werden im Allgemeinen vom Unternehmen festgesetzt.



Hybridkonstruktion ermöglichen:



Diese Option markieren, wenn in einer Umgebung für Hybridkonstruktion gearbeitet werden soll. Es erlaubt die Anwendung von Volumenelementen, Drahtmodellelementen und Flächenelementen in ein und demselben Körper.

Ein geometrisches Set erzeugen:



Diese Option markieren, wenn ein geometrisches Set erzeugt werden soll. Es lassen sich verschiedene Funktionen der Flächenkonstruktion in einem Set zusammenfassen und dadurch komplexe oder zu lange Strukturbäume übersichtlicher erscheinen.

Ein geordnetes geometrisches Set erzeugen:



Diese Option markieren, wenn ein geordnetes geometrisches Set erzeugt werden soll, sobald ein neues Teil erzeugt wird. Die Reihenfolge der Komponenten im Set hat keine Bedeutung. Das geometrische Set erlaubt das chronologische Ordnen aller Elemente.



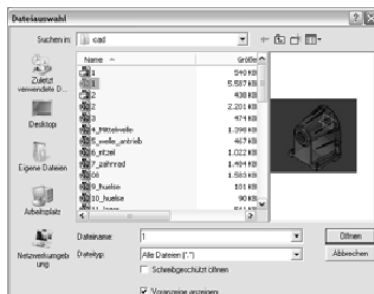
Menüleiste ⇒ Datei ⇒ Neu aus ⇒ ... mit Hilfe dieses Befehls wird ein neues Dokument, basierend auf der Kopie eines vorhandenen Dokumentes, erzeugt.

Vorhandene Datei öffnen



Strg
+O

Datei ⇒ öffnen ⇒ ...Im Fenster Dateiauswahl kann aus einer Vielzahl an vorhandenen Teildateien die gewünschte Datei geladen werden.



Es ist nicht möglich, ein mit CATIA V5 erzeugtes Dokument zu öffnen, wenn sein Name nationale Sonderzeichen oder unzulässige Sonderzeichen enthält (z. B. ü, ~ oder /)



Das Markierungsfeld **Voranzeige anzeigen** markieren, um eine Voranzeige der ausgewählten Datei anzuzeigen.

Den Dokumenttyp auswählen.



Die Liste der Dokumente, die geöffnet werden können, hängt von den installierten Konfigurationen/Produkten und den vorhandenen Lizenzen ab. Im Feld Dateityp kann zwischen verschiedenen Datentypen, wie Berechnungen, Baugruppen, Einzelteilen und Exportdaten unterschieden werden.

Sichern



Strg
+S

Menüleiste ⇒ Datei ⇒ Sichern oder in der Standardsymbolleiste das Symbol Sichern auswählen. Eine Nachricht wird in der Statusleiste angezeigt, die bestätigt, dass das Dokument gesichert wird. Wenn das zu sichernde Dokument auf Bauteile verweist, wird ein Fenster mit einem Warnhinweis angezeigt, dass auch diese Teilemodelle gesichert werden.

Dokumente erstmalig oder unter einem anderen Namen sichern

Menüleiste ⇒ Datei ⇒ Sichern unter ⇒... Im Dialogfenster Sichern unter den Speicherort des Dokuments sowie seinen Dateinamen und seinen Typ angeben.

Als neues Dokument Sichern aktivieren.



Dieses Markierungsfeld ermöglicht das Sichern eines vorhandenen Dokuments unter einem neuen Namen. Für neue Dokumente ist dieses Markierungsfeld nicht auswählbar.



Äquivalent zum Öffnen von Dateien ist es auch beim Sichern nicht möglich, nationale Zeichen oder unzulässige Sonderzeichen im Dokumentnamen zu verwenden.

1.3 Umgebung

Alle Funktionen sind für die jeweiligen Anwendungen in einer Vielzahl von Umgebungen eingeordnet. Der Nutzer muss entsprechend seiner Anwendung die spezifische Umgebung mit den darin befindlichen Werkzeugen auswählen.



Das Wechseln zwischen den Umgebungen erfolgt über **Start ⇒ Anwendungsgebiet ⇒ Umgebung**

(z. B. Start ⇒ mechanische Konstruktion ⇒ Part Design)

Oder mit Hilfe des Buttons **UMGEBUNG** aus der angepassten Umgebung ein Modul wählen.



Manche Konstruktionen verlangen aufgrund spezieller Funktionen beim Aufbau der Geometrie einen Wechsel der Umgebung während des Konstruierens.



Anpassen der Umgebung (Module)

In diesem Buch werden die Umgebungen Part Design (Volumenmodellierung), Generativ Shape Design (Flächenmodellierung), Assembly Design (Baugruppenerstellung), Drafting (Zeichnungserstellung) und das Photo Studio (Erstellung von fotorealistischen Bildern) behandelt. Um ein schnelles Wechseln der Module zu gewährleisten, bietet sich das persönliche Anpassen der Werkzeugleiste Umgebung an.

Die Option **Tools ⇒ Anpassen** auswählen oder mit der rechten Maustaste ein beliebiges Symbol in einer beliebigen Symbolleiste anklicken. Anschließend Anpassen auswählen, um das Dialogfenster Anpassen aufzurufen



Auf der Registerkarte Menü Start kann der Benutzer eine Umgebung auswählen und anschließend den Pfeil  anklicken (oder den Kontextbefehl Hinzufügen wählen), um die Umgebung in die Liste Favoriten zu verschieben. Alle ausgewählten Favoriten befinden sich anschließend in der Symbolleiste Umgebung.

1.4 Tastatur und Mausbelegung

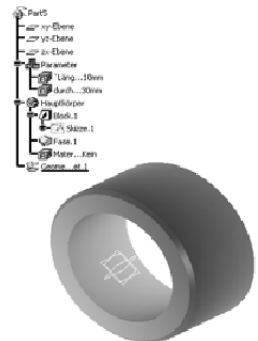
Eine Reihe von Tastaturbefehlen (Short Cuts) befinden sich sowohl im Anhang an die Werkzeugbuttons als auch neben den Funktionen in der Menüleiste. Mit Hilfe dieser Short Cuts und einem geübten Umgang mit der Maus kann sehr schnell und effizient gearbeitet werden.

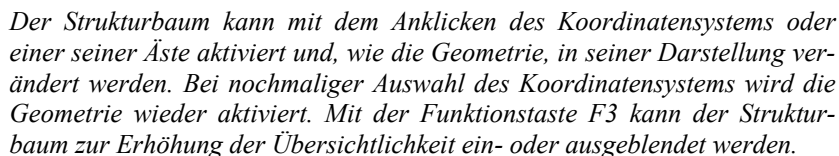
	LMT klicken	Menüs, Geometrie und Optionen selektieren
	MMT klicken	selektierten Punkt zentrieren
	MMT halten	Ansicht verschieben
	MMT halten + RMT halten oder MMT halten+ Strg halten	Ansicht rotieren
	MMT halten + RMT klicken oder MMT halten + Strg klicken	Ansicht zoomen
	Mausrad scrollen	Strukturbaum scrollen
	RMT klicken	ein objektspezifisches Kontextmenü öffnen
	LMT Doppelklick	startet die Standardaktion für dieses Objekt oder öffnet das Definitionsfenster der Geometrie
	RMT in Textfeld klicken	Kontextmenü für Auswahloptionen anzeigen
	ESC drücken	abbrechen

1.5 Strukturbaum

Der Strukturbaum im Grafikbereich bildet alle vom Nutzer angewendeten Funktionen in einer chronologischen Reihenfolge ab. Des Weiteren enthält er Informationen wie zum Beispiel Parameter, Bedingungen oder Beziehungen.

Gleiches gilt für eine Baugruppendatei. Zusätzlich kommen Informationen zu Verknüpfungen der Modelle untereinander, Messungen oder erstellte Baugruppenschnitte hinzu.





Um neben den Ebenen, dem Hauptkörper und dem geometrischen Set die Parameter und ihre Beziehungen im Strukturbaum darzustellen, muss wie folgt vorgegangen werden:

Menüleiste **Tools** ⇒ **Optionen** ⇒ **Infrastruktur** ⇒ **Teileinfrastruktur** Registerkarte **Anzeige:** **Parameter** und **Beziehungen** aktivieren.

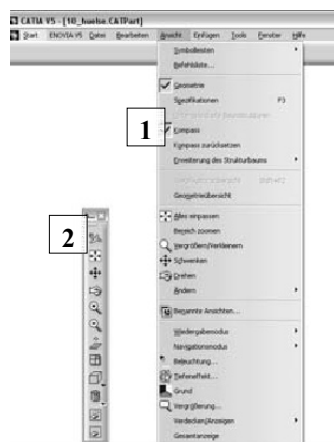


Menüleiste **Tools** ⇒ **Optionen** ⇒ **Allgemein** ⇒ **Parameter und Messungen** Registerkarte Ratgeber: **Mit Wert** und **Mit Formel** aktivieren.

Die Darstellungsart der Strukturbaumelemente kann in den selben Optionen unter **Allgemein** $\Rightarrow$ **Anzeige** Registerkarte Strukturbaumdarstellung angepasst werden.

1.6 Darstellung und Ansicht

Alle die Darstellung und Ansicht der Geometrie betreffenden Funktionen sind unter Menüleiste **Ansicht**  verfügbar. Weiterhin lassen sich einige ausgewählte Funktionen über die Symbolleiste ANSICHT  auswählen.





Der schnelle und effiziente Umgang mit CATIA V5 setzt eine genaue Kenntnis über die Darstellungsoptionen und deren Konfiguration voraus. Auf einige wichtige Aspekte des Darstellungsmodus und der Ansicht des Grafikbereiches werden wir im Folgenden genauer eingehen.

Konfigurieren des Grafikbereiches

Über den Befehl **Ansicht** ⇒ **Symbolleiste** können alle möglichen Symbolleisten inklusive deren Anwendungen im Grafikbereich ein- bzw. ausgeblendet werden.

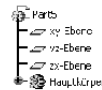
Mit Hilfe der Befehle **Ansicht** ⇒ **Geometrie**, **Spezifikation** und **Kompass** können diese Elemente im Grafikbereich ein- oder ausgeblendet werden.



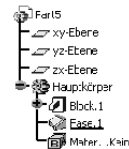
*Um den Kompass nach einer Anwendung wieder an das Koordinatensystem anzupassen, kann dies unter **Ansicht** ⇒ **Kompass zurücksetzen** oder durch Verschieben des Kompasses auf das Koordinatensystem realisiert werden.*

Eine zuverlässige Art, die Darstellung des Strukturbaums im Ganzen zu variieren, stellt der Befehl **Ansicht** ⇒ **Erweiterung des Strukturbaumes** dar. So kann zwischen einer Darstellung der ersten Ebene, der zweiten Ebene, einer vollständigen Darstellung aller Ebenen und einer ganzheitlichen Ausblendung des Strukturbaumes ausgewählt werden.

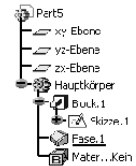
Struktur-
baum



Erste
Ebene



Zweite
Ebene



1.7 Konfigurieren der Geometrieansicht



Über **Ansicht** ⇒ **Alles einpassen** wird die aktuelle Ansicht verkleinert oder vergrößert, so dass das gesamte CAD-Modell in den im Geometriebereich verfügbaren Raum dargestellt wird.

Der Befehl **Ansicht** ⇒ **Bereich zoomen** kann genutzt werden, um einen bestimmten Bereich der Geometrie mit Hilfe eines dehnbaren Rahmens zu selektieren und auf den verfügbaren Raum zu vergrößern.



Mit der Funktion **Ansicht** ⇒ **Schwenken** kann der Inhalt des aktuellen Dokuments bewegt werden.



Die Funktion **Ansicht => Drehen** dient dazu, mit Hilfe der Rotationskugel, die das Objekt umgibt, das Modell um den Rotationskugelmittelpunkt zu drehen.



Es müssen nicht die Befehle oder Symbole der Anzeigefunktion zum Drehen eines Objektes verwendet werden. Ein schneller Zugriff kann auch über die Maus und deren Tastenkombination (Kapitel 1.4) erfolgen.



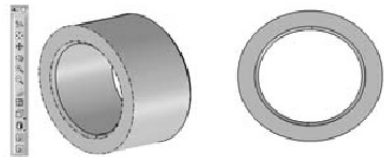
Sowohl unter **Ansicht => Ändern => Vergrößern** oder **Verkleinern** als auch mit den Buttons in der Symbolleiste Ansicht kann die Darstellung mit



jedem anklicken des Symbols um einen festgesetzten Intervallschritt vergrößert oder verkleinert werden.

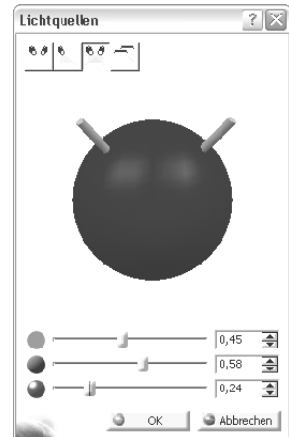


Mit Hilfe des Befehls **Ansicht => Ändern => Senkrechte Ansicht** wird das Objekt senkrecht in die selektierte Fläche gedreht.



Auch bei der Benutzung des Skizzenmodus kann die Funktion Senkrechte Ansicht beim Ausrichten der Skizze bezüglich der Senkrechten sehr hilfreich sein.

Die Beleuchtung des Modells kann mit der Funktion **Ansicht => Beleuchtung** individuell angepasst werden. Mit Hilfe des Dialogfensters Lichtquellen kann zwischen keiner Beleuchtung, einzelnes Licht, zwei Lichter oder Leuchtstoffröhrenlicht unterschieden werden. Die Kugel zeigt die aktuelle Beleuchtungsrichtung an, die durch das Ziehen des Steuerelementes um die Kugel individuell und sofort sichtbar geändert wird. Die Intensität (Umgebung), die Streuung und die Reflexion des Lichtes auf dem Objekt können mit Hilfe der Schieberegler variiert werden.



Das Leuchtstoffröhrenlicht eignet sich sehr gut zur schnellen Überprüfung der Stetigkeiten von Freiformflächen.

Mit Hilfe des Tiefeneffektes (**Ansicht => Tiefeneffekt**) können zwei Ebenen definiert werden, die sowohl im Nahen als auch im Weiten als „Abschneideebene“ dienen. Geometrie, die zwischen den beiden vertikalen Ebenen dargestellt wird, ist uneingeschränkt sichtbar.

Definierte Ansichten



Unter **Ansicht** ⇒ **Benannte Ansicht** oder über die Symbolleiste ANSICHT und Untersymbol-



leiste SCHNELLANSICHT  können vordefinierte Ansichten gewählt werden. Des Weiteren können aktuelle Ansichten durch hinzufügen im Dialogfenster *Benannte Ansicht* als individuelle Ansichten gespeichert werden.



Auch eine MEHRFACHANSICHT durch Teilung des Grafikbereiches ist möglich. Nach der Aktivierung einer Ansicht kann das Modell in dieser Ansicht manipuliert werden. Die Konfiguration der Mehrfachansichten ist unter **Ansicht** ⇒ **Navigationsmodus** ⇒ **Mehrfachansicht anpassen** möglich.



Wiedergabemodus

Der Wiedergabemodus kann sich einerseits in der Textur, dem Anzeigemodus, der Geometrieoberfläche und andererseits in der Perspektive unterscheiden.



Der ANZEIGEMODUS kann unter Ansicht Wiedergabemodus oder in der Symbolleiste ANSICHT unter der Untersymbolleiste ANZEIGE  angepasst werden.



Schattierung der reinen Volumengeometrie



Schattierung der Volumengeometrie mit Darstellung aller Kanten



Schattierung der Volumengeometrie mit Darstellung der spitzen Kanten ohne Berücksichtigung der stumpfen Kanten. Eine stumpfe Kante zeichnet sich dadurch aus, dass sie keine Unterbrechung in der Geometrie definiert.



Schattierung der Volumengeometrie mit sichtbaren und verdeckten Kanten



Schattierung der Volumengeometrie anhand des Materials, das auf die Geometrie angewendet wurde.

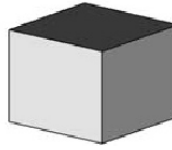


Darstellung der Geometrie im Drahtmodellmodus. Basiert ausschließlich auf der Darstellung der Kanten des Objektes.

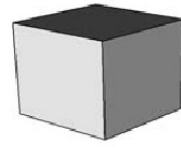


Die Option ermöglicht dem Anwender, individuelle Ansichtsparameter in einer definierten Ansicht zu bestimmen.

Die Art der Perspektive variiert zwischen einer parallelen und einer perspektivischen Ansicht



Parallelenansicht



Perspektivenansicht

Grafikeigenschaften

Die Darstellung der Füllfarbe, der Transparenz, der Linienstärke, der Linienart, des Punktsymbols und des Wiedergabemodus kann in dieser Reihenfolge in der Symbolleiste Grafikeigenschaften konfiguriert werden.

Die Grafikeigenschaften der Geometriemodelle können einerseits über **Bearbeiten** ⇒ **Eigenschaften** andererseits auch über RMT auf der Geometrie ⇒ **Kontextmenü** ⇒ **Eigenschaften** oder aber über die Symbolleiste GRAFKEIGENSCHAFTEN



definiert werden.



Um die Grafikeigenschaften eines Modells zu ändern muss vorher die zu verändernde Geometrie ausgewählt werden. Das können einzelne Flächen oder auch die gesamte Geometrie sein.

Sichtbarer und nicht sichtbarer Bereich



Die Benutzungsoberfläche ist in zwei Bereiche eingeteilt, einen sichtbaren und einen verdecktem Bereich. Im letzteren findet man alle geometrischen Elemente oder Anzeigen, welche vom Nutzer absichtlich oder System-automatisch verdeckt wurden.



Mit dem Button SICHTBAREN RAUM UMSCHALTEN kann zwischen dem sichtbaren und unsichtbaren Bereich gewechselt werden.



Mit dem Button oder der RMT Kontextmenü VERDECKEN/ANZEIGEN können selektierte Elemente in den unsichtbaren Bereich verschoben oder aus ihm wieder in den sichtbaren Bereich verschoben werden.



Sichtbarer Bereich



Unsichtbarer Bereich

2 Sketcher

2.1 Einführung



Die Skizzierumgebung (Sketcher) ermöglicht das Erstellen zweidimensionaler Objekte. Viele Folgeoperationen, zum Beispiel Blöcke, Taschen oder Bohrungen, basieren auf solchen Skizzen. Dieses Kapitel dient als Einführung in den Sketchermodus und soll den Umgang mit gängigen Operationen schulen.



Die Operation Skizze steht in mehreren Umgebungen zur Verfügung. Wir werden ihn im Part Design und Generative Shape Design benutzen.

Zum Ausführen der folgenden Schritte soll ein neues Part erstellt werden und mit dem Namen Skizzierer.CATPart versehen werden. Dabei arbeiten wir in der Umgebung **Mechanische Konstruktion** ⇒ **Part Design**.



Nach der Auswahl der Funktion SKIZZE benötigen wir anschließend eine Platzierungsebene. Dabei kann auf eine der vordefinierten Ebenen (z. B. xy-Ebene) zurückgegriffen werden.



Während einer Selektion werden alle zur Auswahl stehenden Elemente farblich hervorgehoben. Skizzen können weiterhin auch auf selbst erstellte Ebenen oder Körperflächen platziert werden.

Der Skizzenmodus wird gestartet und die gewählte Ebene oder Fläche senkrecht ausgerichtet. Alle Konfigurationen des Grafikbereiches stehen im selben Umfang zur Verfügung (Kap. 1.6).



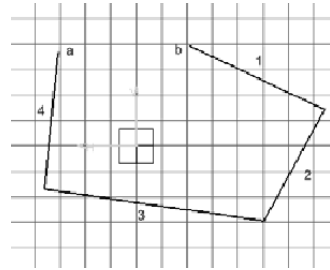
Um die Ansicht wieder auszurichten, muss der Button SENKRECHTE ANSICHT genutzt werden. Ist die Ansichtsebene bereits ausgerichtet, so dreht diese Funktion die Ansicht um 180°.

2.2 Bedingungen und Bemaßungen

Bedingungen kann zwischen implizit und explizit unterschieden werden. Implizite Bedingungen werden vom System aufgrund seiner Voreinstellungen automatisch und explizite Randbedingungen werden vom Anwender manuell gesetzt. Die Voreinstellungen der impliziten Randbedingungen können über **Tools** ⇒ **Optionen** ⇒ **Mechanische Konstruktion** ⇒ **Sketcher** ⇒ **Intelligente Auswahl** geändert werden.

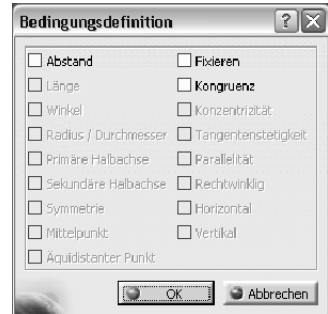


Zum Anwenden solcher Bedingungen erstellen wir mit der Funktion PROFIL vier Linien, ähnlich denen in der Abbildung. Dabei müssen die Eckpunkte im Geometriebereich platziert werden. Beim freien Navigieren der Punkte werden die impliziten Randbedingungen automatisch angezeigt. Zum Beenden der Funktion drücken wir die **ESC-Taste**.

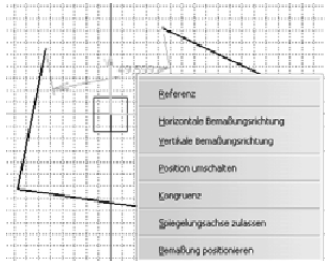


BEDINGUNGEN können auf verschiedenen Wegen erzeugt werden.

Durch eine Mehrfachauswahl (Auswahl von zwei Elementen bei zeitgleichem Drücken der Strg-Taste) von dem Punkt a und Punkt b wird das Bedingungsfeld auswählbar. Wir wählen die gewünschte Randbedingung Kongruenz aus und bestätigen das Dialogfeld. Auf diesem Weg können beliebige Randbedingungen erstellt werden.



Eine weitere Möglichkeit zum Erstellen von Randbedingungen bietet die Funktion BEDINGUNG. Sie dient gleichfalls zum Erstellen von Bemaßungen. Wir wählen nach dem Aktivieren der Funktion Bedingung die Punkte A und B und anschließend rufen wir mit der rechten Maustaste das Kontextmenü auf. Die gewünschte Bedingung kann ausgewählt werden.



Durch einen vorzeitigen Klick der linken Maustaste wird das dargestellte Maß erzeugt. Durch einen wiederholten Doppelklick auf das Maß kann es verändert werden.

Mit denen uns bekannten Funktionen können wir unseren Profilverzug so vervollständigen, dass ein Rechteck entsteht (30 mm x 50 mm), wobei die Linien drei und vier kongruent zu den H- und V-Vektoren des Ursprungs sind.



Wählt man ein jeweils vorhandenes Maß aus und aktiviert anschließend die Funktion BEDINGUNG ANIMIEREN, so kann für dieses Maß eine Ober- und Untergrenze festgelegt und dieses über die Play-Taste animiert werden. So kann das Verhalten von Maßänderungen simuliert werden.

Die Geometrie einer Skizze soll immer vollständig bestimmt sein. Ob eine Kontur vollständig bestimmt ist, erkennt man an ihrer Farbe.

Grüne Linien weisen auf einen geschlossenen, vollständig bemaßten Konturzug hin.

Solange Geometrieelemente noch einen oder mehrere Freiheitsgrade aufweisen, werden sie weiß dargestellt.

Wird eine oder mehrere Linien lila dargestellt, so weist sie zu viele oder widersprüchliche Bedingungen auf.

2.3 Profilkfunktionen

Zum Erstellen einer Geometrie stehen verschiedene Funktionen zur Verfügung. Die wichtigsten werden in den folgenden Abschnitten kurz erläutert.

Während eines Aufbaus einer Skizze bieten die Skizzentools viele Unterstützungsmöglichkeiten. Diese Toolleiste erweitert sich um unterschiedliche Funktionen während des Ausführens einer Anwendung.



Ein- bzw. Ausblenden eines Hilfsrasters



Aktivieren bzw. Deaktivieren eines Rasterfangs



Umwandeln von Skizzelementen zu Konstruktionselementen



Die gebräuchlichsten Funktionen stehen uns als fertige Feature zur Verfügung, z. B. verschiedene Profile wie Rechteck, Kreis, Ellipse, Langloch, Sechseck oder Schlüsselloch.

Viele Funktionen verfügen über weitere untergeordnete Funktionen (schwarzes Dreieck am unteren Rand).

Profil



Zum Erstellen einer Kontur nutzen wir die Funktion PROFIL. Beim ersten freien Klicken im Raum wird der Anfangspunkt festgelegt.

Durch einfaches Bewegen der Maus wird eine Linie erzeugt. Mit erneutem Klicken auf einen Raumpunkt wird die Linie dort fixiert, die Kontur aber fortgesetzt.

Zum Beenden des Profils muss entweder der Endpunkt mit dem Anfangspunkt übereinstimmen, beim Absetzen des letzten Konturpunktes doppelt geklickt werden oder die ESC-Taste betätigt werden.

Wird beim Bewegen der Maus die LMT gehalten, so wird ein Kreisbogen erzeugt. Dieser kann alternativ durch einen Dreipunktbogen oder Tangentialbogen (Skizzentools) erzeugt werden.



Bei der Erstellung einer Kontur ist es empfehlenswert, kein Element im Koordinatenursprung zu beginnen, da diese Bedingung hinterher nicht mehr entfernt werden kann. Soll sich ein Element (Punkt etc.) dennoch dort befinden, so kann nachträglich eine Bedingung hinzugefügt werden.

Rechteck



RECHTECK

Der erste Punkt legt einen Eckpunkt des Rechtecks und der zweite den gegenüberliegenden Eckpunkt fest



AUSGERICHTETES
RECHTECK

Der erste Punkt legt einen Eckpunkt und der zweite den angrenzenden Eckpunkt fest.

Von dieser Linie aus wird nun das Rechteck aufgespannt und mit erneutem Klicken fixiert.



LANGLOCH

Es wird zuerst die Ausrichtung und Länge des Langlochs definiert, anschließend der Radius.



ZYLINDRISCHES LANGLOCH

Der erste Punkt legt die Grundkurve des Langlochs fest, der zweite die Länge auf dem Kreisbogen und der dritte Punkt den Radius.



SCHLÜSSELLOCHPROFIL

Der erste Punkt definiert die Position im Raum, der zweite die Länge, der dritte legt den Radius des unteren Kreisbogens fest und der vierte Punkt den Radius des oberen Kreisbogens.



SECHSECK

Der erste Punkt definiert einen Mittelpunkt und der zweite Punkt legt Größe und Ausrichtung fest.

Kreis



KREIS

Die Funktion Kreis definieren wir durch einen Mittelpunkt und anschließender Festlegung des Durchmessers.



DREIPUNKTKREIS

Einen Dreipunktkreis definieren wir durch drei Punkte

Punkte



PUNKT

Über die Funktion Punkt können Punkte im Raum durch freie Positionierung in der Ebene oder durch die Eingabe von Koordinaten erzeugt werden.



ÄQUIDISTANTE PUNKTE

Mit der Funktion Äquidistante Punkte werden nach Anwählen einer Linie auf dieser mehrere Punkte im gleichen Abstand erzeugt. Die Anzahl der Punkte kann anschließend im Kontextmenü verändert werden.



SCHNITTPUNKT

Einen Punkt am Schnittpunkt zweier Kurven erzeugt man über die Funktion Schnittpunkt und das Auswählen der jeweiligen Kurven.

Linie



LINIE

Eine Linie wird durch Festlegen des Anfangs- und Endpunktes erzeugt, jeweils durch Klicken auf einen Punkt im Raum (LMT).



BITANGENTIALE LINIE

Um beispielsweise zwei Kreisbögen mit einer Linie zu verbinden, steht die Funktion Bitangentiale Linie zur Verfügung. Hier werden nacheinander die zu verbindenden Kreisbögen angewählt.



UNENDLICHE LINIE

Weitere Funktionen sind die Erzeugung einer unendlichen Linie, wobei nach Aktivierung der Funktion in den Skizziertools zwischen horizontal, vertikal oder mit Winkel umgeschaltet werden kann.



SYMMETRIELINIE

Die Funktion Symmetrielinie erzeugt nach Anwählen zweier bereits vorhandenen Linien eine Symmetrielinie.



LINIE SENKRECHT ZUR KURVE

Über Linie senkrecht zur Kurve erzeugt man eine Linie, indem als erstes der Endpunkt dieser Linie festgelegt wird und anschließend der zugehörige Kreisbogen angewählt wird. Die Linie wird automatisch so verschoben, dass sie sich senkrecht zur Kurve befindet.

Spline



SPLINE

Über die Funktion Spline wird bei jedem Mausklick ein neuer Punkt erzeugt. Alle Punkte sind miteinander verbunden. Somit entsteht ein beliebig langer Spline mit variablem Verlauf. Die einzelnen Punkte können anschließend frei im Raum verschoben werden.



VERBINDEN

Mit der Funktion Verbinden wird zwischen zwei Linien eine Verbindungslinie erzeugt. Die Ausrichtung dieses Splines kann nach der Erzeugung verändert werden:

Anwählen des Spline durch Doppelklicken –
Umkehren der Ausrichtung durch Klicken auf einen Pfeil oder direkt im Kontextmenü über „Richtung umkehren“.



Bei der Erzeugung schwieriger Geometrien kann es nötig sein, zusätzliche Linien zu erzeugen, welche aber später nicht in der Skizze als Elemente dargestellt werden sollen. Hierzu kann man diese in Konstruktionselemente umwandeln. Die ausgewählten Linien werden nach Auswahl dieser Funktion mit grauen, gestrichelten Linien dargestellt und sind in der 3D-Umgebung nicht mehr sichtbar.

Bearbeiten von Geometrieelementen

Bereits erzeugte Geometrien können hinterher noch bearbeitet werden. Hierzu stehen uns eine Reihe nützlicher Funktionen zur Verfügung:



TRIMMEN

Überschneiden sich zwei Linien, so kann durch Auswahl beider Linien und Aktivierung der Funktion Trimmen der überflüssige Teil der Linien entfernt werden. Hierbei ist zu beachten, dass der angewählte Bereich der Linie bestehen bleibt.



AUFBRECHEN

Mit der Funktion Aufbrechen kann eine Linie in zwei Abschnitte geteilt werden. Hierzu muss zuerst die aufzubrechende Linie und anschließend ein schneidendes Element ausgewählt werden. Beide Teile der Linie bleiben dabei erhalten.



SCHNELLES TRIMMEN

Die Funktion Schnelles Trimmen ermöglicht ein schnelles Abtrennen von überflüssigen Enden einer Linie, indem einfach das abzutrennende Ende der Linie angewählt wird.



SCHLIEßEN

Mit der Funktion Schließen kann ein Kreisbogen zu einem vollständigen Kreis umgewandelt werden.



ERGÄNZEN

Die Funktion Ergänzen erzeugt ähnlich wie beim Schließen das fehlende Kreissegment, jedoch wird dabei das vorhandene Segment gelöscht.



SPIEGELN

Soll eine symmetrische Kontur erzeugt werden, so reicht es, eine Seite der Kontur zu erzeugen und anschließend über die Funktion Spiegeln die andere Seite zu generieren. Hierzu ist es notwendig, vorher eine Spiegelungsachse zu erzeugen.



FASE

Zum Erstellen einer Fase klicken wir zwei Linien an, welche die zu bearbeitende Ecke einschließen. Die Art der Trimmung kann über die Skizzentools bestimmt werden.



VERRUNDUNG

Das Erstellen einer Verrundung erfolgt kongruent zur Fase.



3D-ELEMENTE PROJIZIEREN

Möchte man die Kontur eines bereits vorhandenen 3D-Körpers in die Skizze mit übernehmen, so kann mit der Funktion 3D-Elemente projizieren eine Abbildung dieser Kontur auf die Skizzierebene erzeugt werden. Hierzu die Funktion aktivieren und die gewünschte Geometrie anklicken.

2.4 Erzeugen eines Schlüssellochprofils



Den SKETCHER aufrufen und eine Ebene wählen, auf der die Skizze erzeugt werden soll



Die Funktion SCHLÜSSELLOCHPROFIL aus der Funktionsleiste Profilvorgabe aktivieren



Als Erstes wird die Länge, anschließend der Radius des unteren Bereiches und als letztes der Radius des oberen Kreises festgelegt.



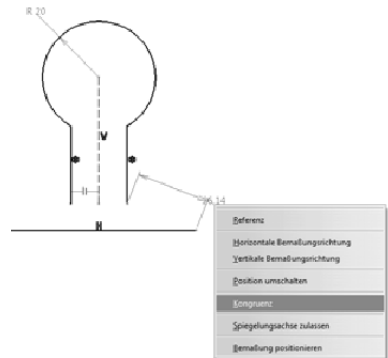
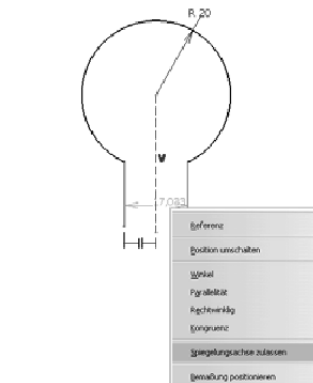
Die dargestellten Bemaßungen und die Parallelitätsbedingung werden automatisch im unteren Bereich erzeugt. Den unteren Kreisbogen können wir anschließend löschen. Dadurch geht die Spiegelsymmetrie verloren. Wir aktivieren die Funktion **BEDINGUNG** und wählen die beiden parallelen Linien des Profils an $\Rightarrow$ **RMT** $\Rightarrow$ **Spiegelungsachse zulassen** $\Rightarrow$ **gestrichelte Linie** anklicken. Das Profil ist nun wieder symmetrisch.



Eine horizontale **LINE** unterhalb des Schlüssellocks erzeugen und anschließend die Funktion **BEDINGUNG** aktivieren, einen Punkt der Linie und einen Punkt des geöffneten Profils auswählen $\Rightarrow$ **RMT** $\Rightarrow$ **Kongruenz**.



Die Funktion **SCHNELLES TRIMMEN** aufrufen und die überstehende Seite der Linie anklicken.



Über die Funktion **BEDINGUNG** lassen sich nun fehlende Maße ergänzen: **Bedingung** $\Rightarrow$ **die zu bemaßenden Teile anwählen** $\Rightarrow$ **Maß fixieren**

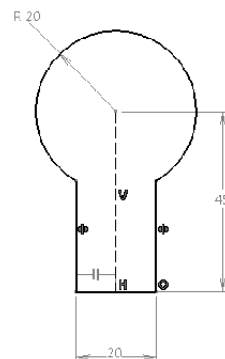


Durch einen Doppelklick auf die Maße lassen sich diese nun auf den gewünschten Wert einstellen.

Über die Funktion **BEDINGUNG** lässt sich auch die Position festlegen:

Bedingung $\Rightarrow$ **Anwählen einer Hauptachse** $\Rightarrow$ **Anwählen eines Elements des Profils** (bspw.: Symmetrielinie) $\Rightarrow$ **RMT** $\Rightarrow$ **Kongruenz**. Das gleiche mit der anderen Hauptachse wiederholen.

Das Profil ist nun vollständig.



Das neu erzeugte Profil kann sowohl an den Hauptachsen als auch an den Körperkanten oder Linien bereits vorhandener Objekte ausgerichtet werden.

2.5 Erzeugen und Bearbeiten einer Profilkontur



Wir wählen das PROFIL aus und zeichnen eine Kontur ähnlich die der Abbildung. Für den Kreisbogen halten wir während des Ziehens der Maus die LMT gedrückt.



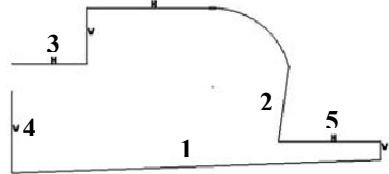
Wir wählen die BEDINGUNG und führen folgende Operationen aus.

Linie 1 $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ Horizontal

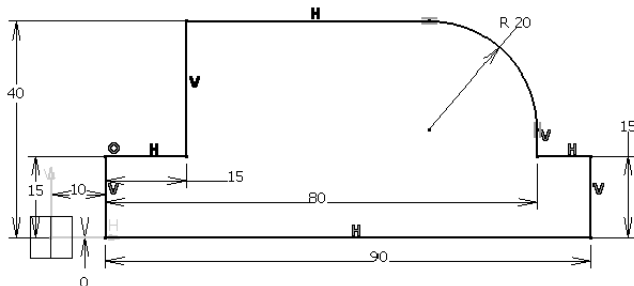
Linie 2 $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ Vertikal

Linie 2 und der Kreisbogen $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ Tangentenstetigkeit

Die offene Stelle wird ebenfalls über die Funktion Kongruenz geschlossen.



Weiterhin vervollständigen wir die Kontur mit der Funktion BEDINGUNGEN.



Da es für spätere Volumenausprägung wichtig ist einen geschlossenen Profilzug zu haben, sollte schon bei der Erstellung der Skizze sorgfältig vorgegangen werden. Um die Skizze zu überprüfen, steht das Tool SKIZZIERANALYSE zur Verfügung (**Tools $\Rightarrow$ Skizzieranalyse**). Dort werden alle vorhandenen Skizzen aufgeführt. Sollte ein Profilzug nicht geschlossen sein, so wird dies hier angezeigt und die offenen Punkte der Skizze hervorgehoben.



Sollten bereits komplexere Flächen oder Volumenteile existieren, so kann dies beim Erstellen einer neuen Skizze verwirren. Deshalb ist es möglich, die Ansicht umzuschalten und bestimmte Elemente auszublenden.



Zum Verlassen der Sketcherumgebung auf Umgebung verlassen klicken.

3 Getriebe

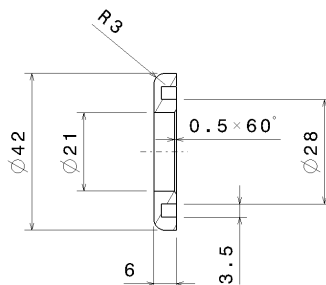


Im Folgenden werden wir gemeinsam ein zweistufiges Getriebe modellieren. Der Fokus des Buches ist die Vermittlung von Fertigkeiten mit dem CAD-System CATIA V5. Viele Einzelteile sind aus diesem Grund sehr stark vereinfacht oder abgewandelt. Weiterhin wird versucht, ein möglichst breites Spektrum an Funktionen zu verwenden. Daher werden teilweise ähnliche Teile auf verschiedenen Wegen erstellt.

3.1 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Extrusion

Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Erzeugen einer Extrusion basierend auf einer Skizze
- II. Erzeugen einer Tasche
- III. Erzeugen von Kantenverrundungen
- IV. Erzeugen einer Fase



Datei ⇒ Neu... ⇒ Part ⇒ OK

Im anschließenden Dialogfenster benennen wir unser Teil mit dem Namen „rwdr_42_21“ (Teilenummer wird geändert).



Eine Komponente kann mit einer Teilenummer und mit einem Teilnamen versehen werden. Die Teilenummer dient zur eindeutigen Identifizierung der Komponenten. Sie kann auch über Eigenschaften des Teils im Strukturbaum verändert werden. (**RMT** auf Teil ⇒ **Eigenschaften** Registerkarte Produkt oder Alt + Eingabetaste: rwdr_42_21)



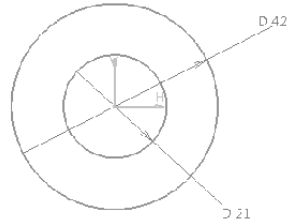
Erzeugen einer SKIZZE in der xy-Ebene.



Wir erzeugen zwei beliebige KREISE im Grafikbereich.



Die Skizzenelemente nicht im Koordinatenursprung erzeugen, da in einem solchen Fall eine spätere Positionierung an einem anderen Ort nicht mehr möglich ist.



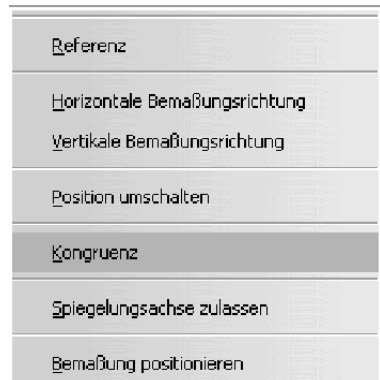
Mit LMT BEDINGUNG anwählen, dann einzeln die Kreise anklicken, über einen zweiten Klick die Bemaßung positionieren. Mit einen anschließenden Doppelklick auf die Maßzahl können wir den Wert (**21 mm, 42 mm**) verändern.



Wenn wir beim Aufrufen der Funktion Bedingungen einen Doppelklick ausführen, bleibt diese weiterhin nach einer Ausführung der Aktion aktiv.



Die Kreise können wir auch mit der Funktion BEDINGUNG im Kontextmenü (nach der Auswahl des Kreismittelpunktes und dem Koordinatenursprung ⇒ **RMB**) kongruent setzen.



Das gleiche Ergebnis erreicht man auch über die Bedingungsdefinition.



Die Skizze ist vollständig bestimmt, wenn die Elemente sowohl geometrisch im Raum bestimmt sind, als auch die Bemaßung der Skizzenelemente vollständig ist. Ist dies der Fall, wechselt die Linienfarbe der Skizzenelemente von weiß auf grün.



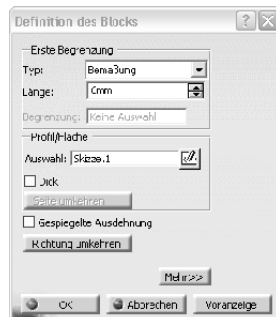
Anschließend können wir den SKETCHER VERLASSEN.



Eine Extrusion wird über die Funktion BLOCK erzeugt. Nach dem Aufruf muss die Skizze selektiert werden. Sie wird im Dialogfenster unter Profil eingetragen.

Länge $\Rightarrow$ 6 mm.

Anschließend kann das Dialogfeld mit OK bestätigt werden.

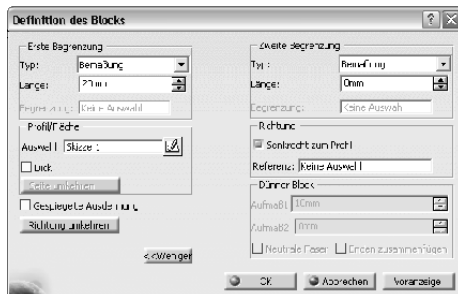


Standardmäßig wird eine Extrusion immer senkrecht zur Skizzenebene ausgeführt. Die Extrusionsrichtung kann aber auch beliebig verändert werden.



Wählt man die Option *gespiegelte Ausdehnung*, so wird die Extrusion, ausgehend von der Ebene der Skizze, zu beiden Seiten ausgeführt.

Wählt man die Option **Dick**, so können im erweiterten Menü das **Aufmaß** (Dünner Block) sowie die Richtung des Aufmaßes angepasst.



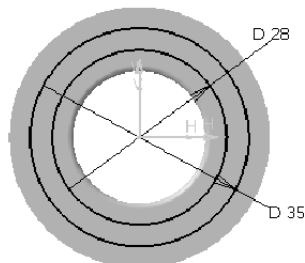
Über den Button „Mehr“ im Dialogfenster können erweiternde Funktionen gewählt werden. Die zweite Begrenzung ermöglicht eine Extrusion um einen definierten Wert in die Gegenrichtung. Der Typ der Begrenzung kann auch zwischen „Bemaßung“ (festgelegter Wert), „bis zum nächsten“ (Extrusion bis zum nächsten Objekt), „bis zum letzten“ (Extrusion bis zum letzten Objekt), „bis zur Fläche“ (Extrusion bis zur nächsten Fläche) oder „bis zur Ebene“ (Extrusion bis zur nächsten Ebene) variiert werden.



Das Feature Tasche basiert, wie in der Blockerstellung, auf einer SKIZZE.

Als Grundfläche der Skizze wählen wir eine der beiden Seitenflächen des Körpers.

Die Skizze enthält zwei konzentrische Kreise (28 mm, 35 mm). Die Geometrie ist ebenfalls zu der vorhandenen Geometrie konzentrisch.





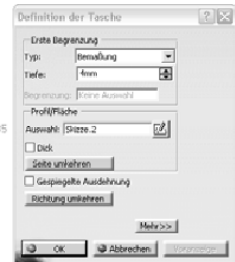
Zur Positionierung von Skizzengeometrie können vorhandene Elemente verwendet werden. Dabei sollte aber beachtet werden, dass sich bei Änderung der Ausgangsgeometrie auch die Skizzengeometrie verändern kann.



Anschließend rufen wir die Funktion TASCHE auf. Nach dem Selektieren öffnet sich das Kontextmenü.

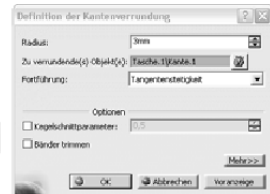
Tiefe $\Rightarrow$ **4 mm**

Das Dialogfenster der Tasche ist äquivalent zur Funktion Block aufgebaut.



Anschließend erzeugen wir eine KANTENVERRUNDUNG. Nach dem Aufruf der Funktion können wir eine äußere Kante auswählen.

Radius $\Rightarrow$ **3 mm**



Über den Button „Mehr“ können Zusatzfunktionen gewählt werden. Diese sind z. B. bei der Kantenverrundung von mehreren Kanten erforderlich.

Weiterhin können mit dieser Funktion Kanten oder auch Flächen selektiert werden. Bei der Auswahl einer Fläche werden alle angrenzenden Kanten verrundet.



Werden mehrere Elemente ausgewählt, können sie über die Mehrfachselektion angezeigt und bearbeitet werden.

Die Selektion einer Kante kann durch eine wiederholte Auswahl oder über die Mehrfachselektion aufgehoben werden.



Die FASE wird ähnlich wie die Verrundung modelliert.

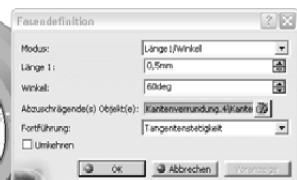
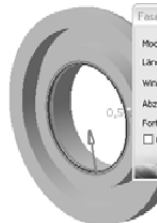
Es kann ausgewählt werden, ob die Fase über zwei Längen oder einen Winkel und eine Länge definiert werden soll.

In unserem Fall wählen wir die

Option $\Rightarrow$ **Länge & Winkel**

Länge $\Rightarrow$ **0,5 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **60 deg**





Die Ausrichtung der Fase kann im Dialogfenster mit **Umkehren** oder durch das Anklicken des Pfeiles im Grafikbereich verändert werden.



Schließlich können wir unserem Modell eine beliebige Farbe oder das Material „Gummi“ zuweisen. Dazu rufen wir die Funktion MATERIAL ZUORDNEN auf und wählen das entsprechende Material aus. Zum Zuordnen muss der Hauptkörper im Strukturbaum angeklickt werden ⇒ **Material zuweisen** ⇒ **Schließen**.

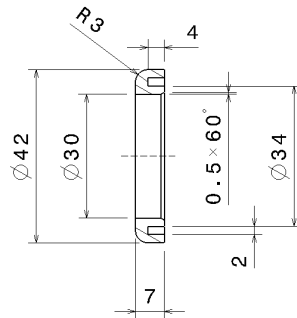


Zum Schluss SICHERN wir das Bauteil an einem beliebigen Ort über **Datei** ⇒ **Speichern unter** „rwdr_42_21“

3.2 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Rotation

Allgemeine Vorgehensweise:

- V. Erzeugen einer Skizze
- VI. Rotation der Skizze
- VII. Erzeugen der Fasen und Ver-
rundungen



Datei ⇒ **Neu** ⇒ **Part** ⇒ **OK**

Im anschließenden Dialogfenster benennen wir unser Teil mit dem Namen „rwdr_42_30“.





Erzeugen einer SKIZZE basierend auf der xy-Ebene.



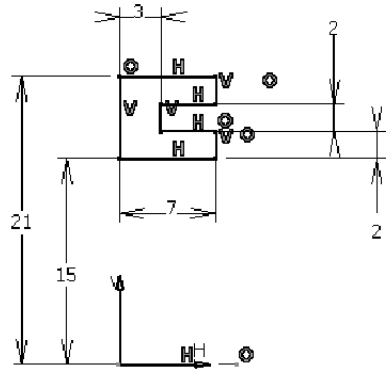
Über die Funktion RECHTECK erzeugen wir zwei sich verschneidende Rechtecke (ähnlich der Abbildung). Alle nicht benötigten Elemente können durch SCHNELLES TRIMMEN entfernt werden.



Anschließend vervollständigen wir unsere Skizze mit allen notwendigen Maßen und Bedingungen.



Für die ROTATION ist eine Rotationsachse notwendig. Diese wird ebenfalls im Sketcher erzeugt und durch die Bedingung kongruent zum H-Vektor positioniert.

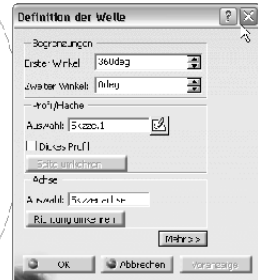
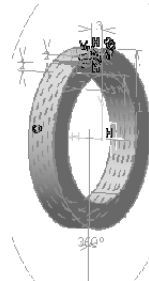


Wird in einer Skizze eine Rotationsachse festgelegt, muss diese nicht mehr während einer Ausführung der Rotation ausgewählt werden. So lässt sich das CAD-Modell besser strukturieren.



Durch die Auswahl der Funktion WELLE und der Selektion der Skizze öffnet sich das Dialogfenster und wir können uns die Voranzeige der Rotation anschauen. Dieses Dialogfeld kann mit OK bestätigt werden.

Im Erweiterungsfeld des Features können Aufmassdefinitionen festgelegt werden.



Wir erzeugen eine VERRUNDUNG mit einem Radius $\Rightarrow$ 3 mm



Wir erzeugen eine FASE mit Länge $\Rightarrow$ 0,5 mm Winkel $\Rightarrow$ 60 deg



Schließlich weisen wir unserem Körper das MATERIAL „Gummi“ zu.



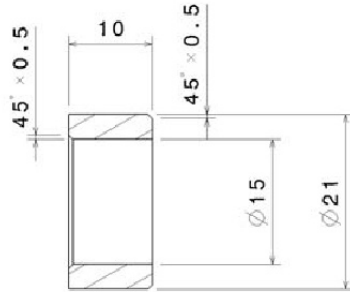
Zum Schluss SICHERN wir das Bauteil an einem beliebigen Ort über **Datei** $\Rightarrow$ **Speichern unter** „rwdr_42_30“.

3.3 Erzeugen einer Hülse durch Extrusion

Die erste Hülse erhält den Namen „huelse_21“.

Allgemeine Vorgehensweise:

- VIII. Erzeugen einer Skizze
- IX. Extrusion der Skizze
- X. Erzeugen der Fasen



Wir erzeugen eine SKIZZE basierend auf der xy-Ebene.

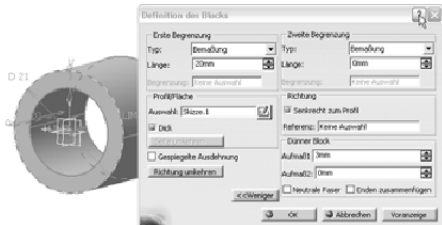


Wir erzeugen einen KREIS mit einem Durchmesser von $D \Rightarrow 21 \text{ mm}$.



Zur EXTRUSION der Skizze nutzen wir die Funktion Block. Dabei wählen wir die Option „Dick“, mit einem Aufmaß $\Rightarrow 3 \text{ mm}$

Länge $\Rightarrow 10 \text{ mm}$



Beide FASEN können mit einem Feature erzeugt werden

Winkel $\Rightarrow 45 \text{ deg}$

Länge $\Rightarrow 0,5 \text{ mm}$

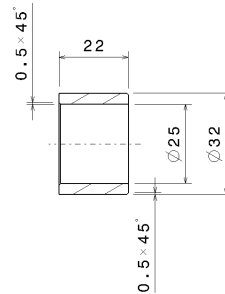


Zum Schluss SICHERN wir das Bauteil an einem beliebigen Ort über **Datei** $\Rightarrow$ **Speichern unter „huelse_21“**

3.4 Anpassen der Hülse

Allgemeine Vorgehensweise:

- XI. Öffnen der kleinen Hülse
- XII. Ändern der Maße
- XIII. Speichern unter einem anderen Namen



Um die zweite Hülse zu erzeugen, öffnen wir die erste Hülse über **Datei** ⇒ **Neu aus...** ⇒ „huese_21“ wählen

Im Strukturbaum klicken wir die Skizze doppelt an. Die Sketcherumgebung öffnet sich und wir können den Durchmesser auf

D ⇒ **32 mm** ändern.

Anschließend rufen wir den Block im Strukturbaum mit einem Doppelklick auf (oder **RMT** auf Block ⇒ **Definition**) und ändern die Parameter

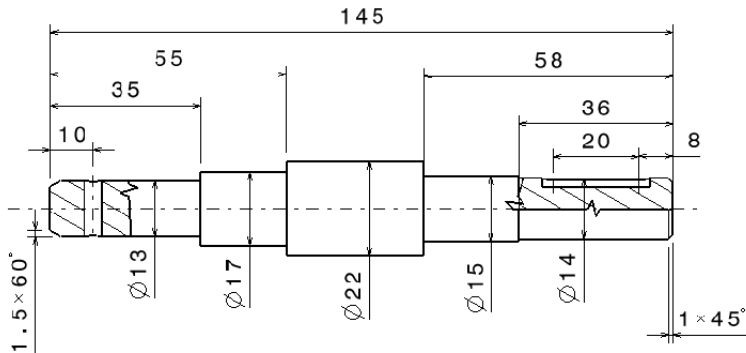
Länge ⇒ **22 mm**

Aufmaß1 ⇒ **3,5 mm**



Zum Schluss **SICHERN** wir das Bauteil an einem beliebigen Ort über **Datei** ⇒ **Speichern unter** ⇒ mit dem Namen „huese_32“ (inklusive der Teilenummer).

3.5 Erzeugen der Antriebswelle



Allgemeine Vorgehensweise:

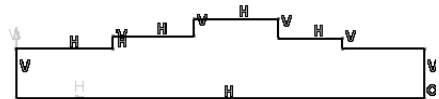
- XIV. Skizze erstellen
- XV. Skizze rotieren
- XVI. Hilfsebene einfügen und Tasche erzeugen
- XVII. Beide Fasen erzeugen
- XVIII. Bohrung erzeugen



Wir erzeugen eine SKIZZE basierend auf der yz-Ebene.



Wir erzeugen ein geschlossenes PROFIL ähnlich der Abbildung.



Über die Funktion BEDINGUNG erzeugen wir alle notwendigen geometrischen Randbedingungen zur vollständigen Bestimmung der Skizze.



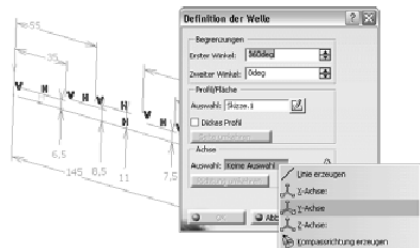
Wir verlassen den Sketcher.



Anschließend können wir unsere Skizze mit der Funktion WELLE rotieren.

In diesem Beispiel wurde im Sketcher keine Rotationsachse erzeugt. Diese muss im Dialogfeld WELLE ausgewählt werden.

Dafür klicken wir im Definitionsfeld der Achse **Auswahl** ⇒ **RMB** ⇒ **y-Achse**





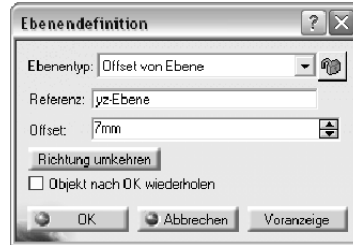
Zum Platzieren von Nuten eignen sich Hilfebenen.

Dazu die Funktion EBENE anklicken.

Ebenentyp $\Rightarrow$ **Offset von Ebene**

Referenz $\Rightarrow$ **yz-Ebene**

Offsetwert $\Rightarrow$ **7 mm**

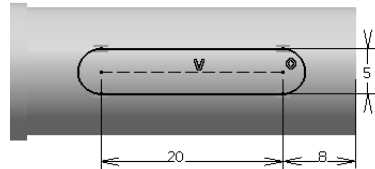


Über das Menü Ebenentyp kann die Art der Ebenendefinition ausgewählt werden (Ebenenendefinition durch Offset von Ebene, durch zwei Linien, tangential zur Fläche etc.).

Ebenen dienen unter anderem als Stützelement für verschiedenste Feature. Bei komplexen parametrischen Modellen sollte vermieden werden, vorhandene Körperflächen als Stützelemente für Skizzen zu verwenden. Bei Topologieveränderungen können diese eventuell nicht mehr vorhanden sein.



Das Profil der Passfeder basiert auf einer SKIZZE. Diese wird auf der Hilfebene erzeugt. Die Funktion LANGLOCH eignet sich dafür sehr gut.



Mit dem Feature TASCHÉ erzeugen wir unsere Paßfeder

Tiefe $\Rightarrow$ **2 mm**



Das Dialogfeld des Features Tasche ist kongruent zu dem des Features Block.



Wir erzeugen die erste FASE mit folgenden Parametern:

Modus $\Rightarrow$ **Länge1/Winkel**

Winkel $\Rightarrow$ **60 deg**

Länge $\Rightarrow$ **1,5 mm**



Wir erzeugen die zweite FASE mit folgenden Parametern:

Modus $\Rightarrow$ **Länge1/Winkel**

Winkel $\Rightarrow$ **45 deg**

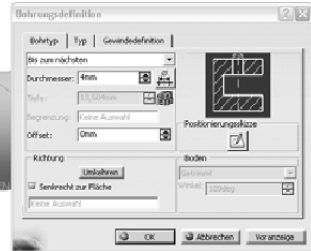
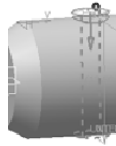
Länge $\Rightarrow$ **1 mm**



Die erzeugte Ebene dient auch als Stützelement für die BOHRUNG.

Modus $\Rightarrow$ **bis zum nächsten**

Durchmesser $\Rightarrow$ **4 mm**

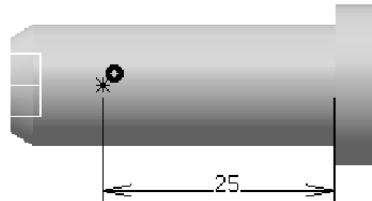


Unter der Registerkarte **Typ** kann die Art der Bohrung verändert werden (z.B. normal, konisch). Die Prinzipskizze erläutert dazu weitere notwendige Parameter.

Die Registerkarte **Gewindedefinition** ermöglicht das Erzeugen eines Gewindes. Das Gewinde wird im Modell nicht dargestellt.



Um die Bohrung zu positionieren, klicken wir auf die POSITIONIER-SKIZZE im Bohrungsdialog. Der Bohrungsmittelpunkt wird als Stern angezeigt. Dieser kann wie ein Punkt mit Bedingungen versehen werden. Nach dem VERLASSEN der Sketcherumgebung wechseln wir wieder zum Bohrungsdialog.



Wir bestätigen das Dialogfeld mit OK.

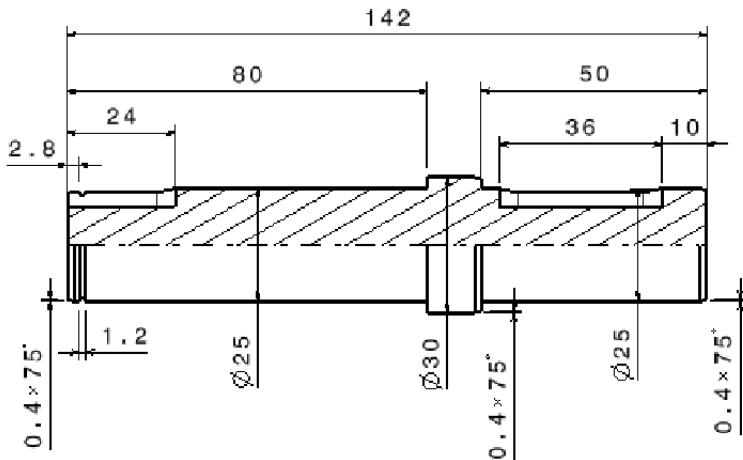


Schließlich weisen wir unserem Körper das MATERIAL „Stahl“ zu.



Zum Schluss SICHERN wir das Bauteil an einem beliebigen Ort über **Datei** $\Rightarrow$ **Speichern unter** mit dem Namen „antriebswelle“

3.6 Erzeugen der Abtriebswelle



Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Grundkörper aus mehreren Extrusionen erzeugen
- II. Fasen erzeugen
- III. umlaufende Nut erzeugen
- IV. Passfedernut erzeugen
- V. Muster für die zweite Passfedernut erzeugen



Als erstes wird ein Block erzeugt. Dafür wechseln wir in die SKIZZIERUMGEBUNG (Sketcher) und erzeugen einen Kreis

$D \Rightarrow 25 \text{ mm}$

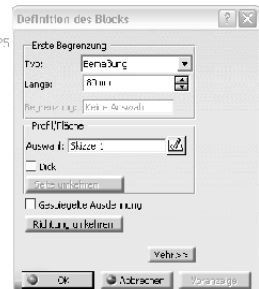
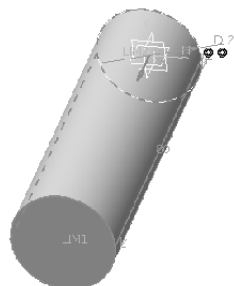


Nach der vollständigen Bestimmung verlassen wir den Sketcher.



Mit der Funktion BLOCK erzeugen wir aus der Skizze eine Ausprägung

Länge $\Rightarrow 80 \text{ mm}$





Der nächste Wellenabsatz wird als weiterer Block auf der Stirnfläche des ersten Blocks erzeugt. Für den SKIZZIERER wählen wir eine Stirnfläche und erzeugen einen Kreis ($D \Rightarrow 30 \text{ mm}$) konzentrisch zum ersten Block.



Aufgrund der einfachen Geometrie müssen wir keine separate Hilfsebene für die Skizze erzeugen.



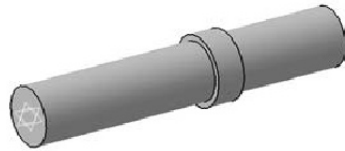
Mit dem Feature BLOCK prägen wir unsere Skizze aus
Länge $\Rightarrow 12 \text{ mm}$



Analog zum zweiten BLOCK wird der letzte Wellenabsatz basierend auf einer SKIZZE erzeugt



Kreis $\Rightarrow 25 \text{ mm}$
Länge $\Rightarrow 50 \text{ mm}$



Alle Fasen mit gleichen Parametern können in einem Feature erzeugt werden.

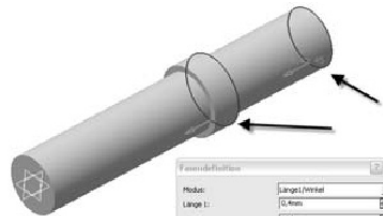


Wir erzeugen die ersten beiden FASEN mit folgenden Parametern:

Modus $\Rightarrow$ **Länge1/Winkel**

Winkel $\Rightarrow 75 \text{ deg}$

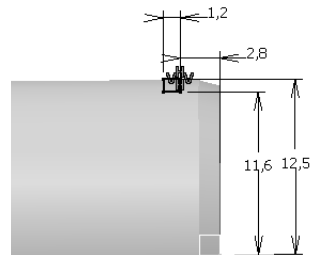
Länge $\Rightarrow 0,4 \text{ mm}$



Die dritte FASE erhält die gleichen Parameter, allerdings in einer anderen Ausrichtung.



Für das Erzeugen der Nut benötigen wir eine SKIZZE. In unserem Beispiel können wir die zx-Ebene als Stützelement nutzen. Wir erzeugen ein vollständig bestimmtes RECHTECK und können die Skizze verlassen.



Das Dialogfeld der NUT hat den gleichen Aufbau wie das der Welle. Wir benötigen folgende Parameter:

Erster Winkel $\Rightarrow 360 \text{ deg}$

Auswahl der Achse $\Rightarrow$ **z-Achse**



Die Skizze der Passfedernut benötigt als Stützelement eine EBENE.

Als Ebenentyp $\Rightarrow$ **Offset von Ebene**

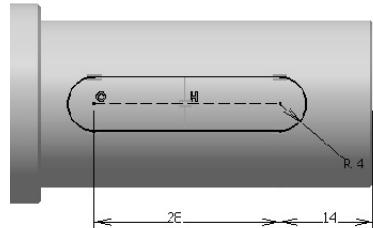
Abstand $\Rightarrow$ **12,5 mm**



Zur Erzeugung der SKIZZE für die Passfedernut nun diese Ebene auswählen und in die Sketcherumgebung wechseln.



Mit der Funktion LANGLOCH kann die Geometrie schnell erstellt werden.



Die TASCHE soll ausgeprägt werden.

Tiefe $\Rightarrow$ **4 mm**



Die zweite Passfeder kann auf dem gleichen Weg wie die erste erstellt werden. Da sie aber gleiche geometrische Ausprägungen aufweist, kann sie über ein Muster erstellt werden.



Wir möchten ein RECHTECKMUSTER erzeugen. Folgende Parameter führen uns zum richtigen Ergebnis.

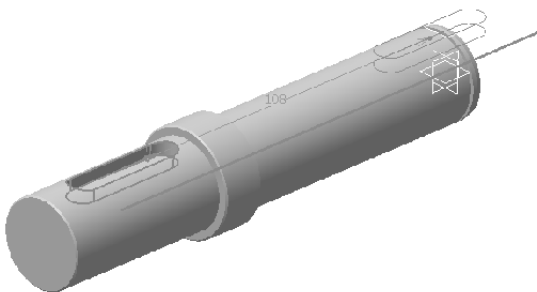
Parameter $\Rightarrow$ **Exemplare und Abstand**

Exemplare $\Rightarrow$ **2**

Abstand $\Rightarrow$ **108 mm**

Referenzelement $\Rightarrow$ **Mittelachse der Welle** (wird im Grafikbereich angezeigt, sobald die Auswahl erfolgen soll)

Objekt $\Rightarrow$ **Tasche** (standardmäßig wird ein vollständiges Muster des Objektes erzeugt)





Elemente können bei Bedarf in zwei verschiedene Richtungen gemustert werden. Unter der Registerkarte „zweite Richtung“ können die Parameter und die Richtung über das Referenzelement entsprechend angepasst werden.

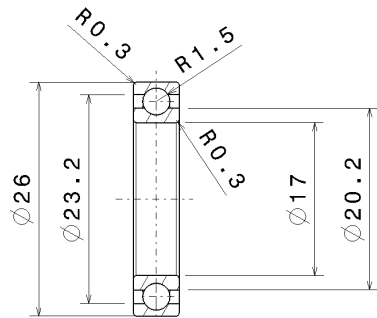


Letztendlich weisen wir dem Teil das Material „Stahl“ zu und **SPEICHERN** es unter dem Namen „abtriebswelle“.

3.7 Erzeugen des Rillenkugellagers

Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Modellieren der Geometrie
- II. Erstellen von Parametern
- III. Verknüpfen der Geometrie und der Parameter
- IV. Hinterlegen/Erstellen einer Konstruktionstabelle



Unser Kugellager unterteilen wir in eine Oberschale, eine Unterschale und die Kugelkörper. Jedes Bauteil bekommt daher einen eigenen Körper. Somit können automatische Boole'sche Additionen vermieden werden.

Zur Unterscheidung möchten wir den „Hauptkörper“ im Strukturbaum umbenennen.

Hauptkörper ⇒ **RMB** ⇒ **Eigenschaften** (oder **Alt + Eigenschaften**) ⇒ **Komponenteneigenschaften** ⇒ **Komponentenname** ⇒ umbenennen zu „aussen“



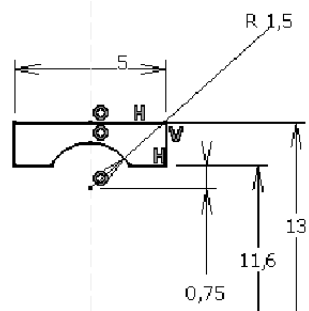
Wir erzeugen eine SKIZZE in der yz-Ebene.



Dabei empfiehlt es sich, die Hälfte mit der Funktion PROFIL zu zeichnen (offene Kontur).



Anschließend kann dieses offene Profil an der zx-Ebene mit der Funktion SPIEGELN vervollständigt werden. Dabei ist zu beachten, dass der Kreismittelpunkt und der Endpunkt des Kreisbogens kongruent zur Spiegelebene sind. Das Profil wird nun vollständig bemaßt.





Wir rotieren die Skizze mit dem Feature WELLE und folgenden Parametern:

Erster Winkel $\Rightarrow$ **360 deg**

Achse $\Rightarrow$ **y-Achse**



Die äußeren Kanten werden VERRUNDET

Radius $\Rightarrow$ **0,3 mm**



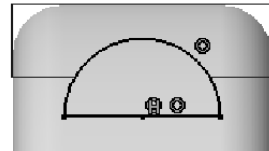
Die Kugeln werden in einem separaten Körper (**Einfügen $\Rightarrow$ Körper**) erzeugt. Diesen können wir wieder über die Eigenschaften in „Kugeln“ umbenennen.



Wir erzeugen wieder eine SKIZZE auf der yz-Ebene. Dabei würde zum Beispiel ein KREIS mit einer GETRIMMTEN LINIE durch den Mittelpunkt zum Ergebnis führen.



Der Halbkreis soll kongruent zur vorherigen Skizze gesetzt werden. Diese muss dafür über den Strukturbaum eingeblendet werden (**RMT auf Skizze 1 $\Rightarrow$ verdecken/ anzeigen**).



Wir rotieren die Skizze mit der Funktion WELLE und folgenden Parametern:

Erster Winkel $\Rightarrow$ **360 deg**

Achse $\Rightarrow$ **waagerechte Linie aus der Skizze**



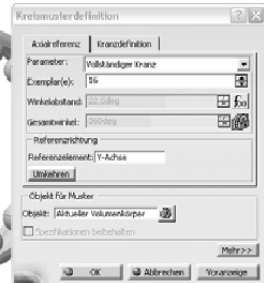
Zum Erzeugen der anderen Kugeln verwenden wir das Feature KREISMUSTER mit folgenden Einstellungen:

Parameter $\Rightarrow$ **Vollständiger Kranz**

Exemplare $\Rightarrow$ **16**

Referenzelement $\Rightarrow$ **y-Achse**

Objekt $\Rightarrow$ **Aktueller Volumenkörper**



Über die Registerkarte „Kranzdefinition“ erhält man Kopien des Objektes in der gleichen Ebene. Alle Elemente werden mit einem definierten Kreisabstand erzeugt.



Die innere Schale wird in einem separaten Körper (**Einfügen $\Rightarrow$ Körper**) erzeugt. Diesen können wir wieder über die Eigenschaften in „innen“ umbenennen.



Wir erstellen eine SKIZZE basierend auf der yz-Ebene.



Die Hälfte der Kontur kann mit der Funktion PROFIL gezeichnet werden (offene Kontur).



Anschließend kann dieses offene Profil an der zx-Ebene gespiegelt werden.

Die Breite der Skizzenkontur kann mit der ersten Skizze kongruent gesetzt werden.

Weiterhin wird der Kreisbogen mit dem Kreisbogen der äußeren Schale kongruent gesetzt.



Wir rotieren die Skizze mit der Funktion WELLE und folgenden Parametern:

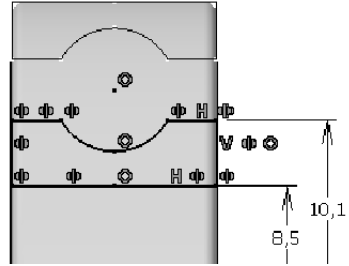
Erster Winkel $\Rightarrow$ **360 deg**

Achse $\Rightarrow$ **y-Achse**



Alle inneren Kanten werden VERRUNDET

Radius $\Rightarrow$ **0,3 mm**



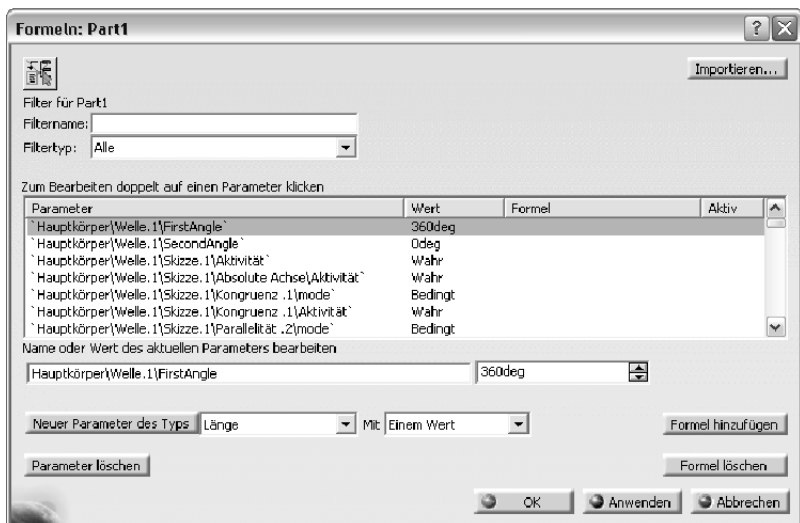
Für unsere Baugruppe benötigen wir verschieden große Kugellager. Zur Ausprägung von einem Modell in verschiedenen Größen bietet sich das Verknüpfen mit einer Konstruktionstabelle an. Ein Zwischenschritt, den wir zusätzlich einfügen, ist das Erzeugen von Führungsparametern. Dabei soll der Umgang mit einem parametrisierten CAD-Modell geschult werden.



Wir öffnen den FORMEDITOR. Es öffnet sich ein Fenster, in dem bereits alle vorhandenen Parameter der Geometrie jeglicher Art aufgelistet sind.

Um einen neuen Parameter hinzufügen zu können, muss als erstes die Art des Parameters gewählt werden. Hierfür stehen diverse Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.

Hier wählen wir den Typ „Länge“ und „mit einem Wert“ aus und klicken anschließend auf „neuen Parameter des Typs“.



Der neu erzeugte Parameter erscheint nun in der Parameterliste (mit einem Wert von 0) und kann umbenannt werden. Es kann ein beliebiger Wert zugewiesen werden. Nach dem Umbenennen können wir den Dialog mit Anwenden bestätigen.

Es werden nacheinander folgende Parameter des gleichen Typs (Länge) erstellt:

D = 26 mm, D1 = 23,2 mm, d = 17 mm, d1 = 20,2 mm, kr = 1,5 mm, 12 = 0,3 mm und B = 5 mm.

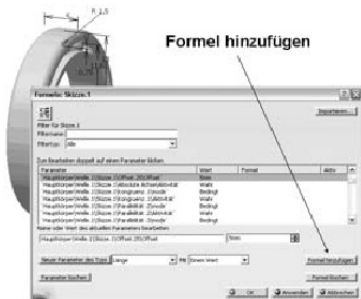
Wurden die in Kapitel 1.5 genannten Einstellungen (Parameter im Strukturbaum anzeigen) geändert, sind nun alle Parameter im Strukturbaum aufgeführt.

Alle erzeugten Parameterwerte werden im Formeleditor mit der Geometrie verknüpft.

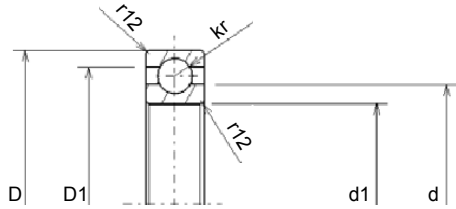
Wird bei dem geöffneten Formeleditor auf bestimmte Geometrie (z. B. Skizze 1) geklickt (LMB), so werden alle bereits angetragenen Maße sichtbar.

Wird das erste Maß (z. B. 5 mm) ausgewählt, wird dieses automatisch in der Parameterliste ausgewählt. Anschließend soll diesem Wert eine Formel hinzugefügt werden.

Werden Features im Strukturbaum angeklickt, werden diese ebenfalls in der Liste ausgewählt.



Das Dialogfeld zeigt in der obersten Zeile den ausgewählten Namen an. Die zweite Zeile wird durch das Anklicken (LMT) des Parameters im Strukturbaum oder Doppelklick des umbenannten Parameters gefüllt. Anschließend sind die Parameter mit der Geometrie verknüpft. In der mittleren Spalte können alle Elemente gefiltert werden (in unserem Beispiel sind es die umbenannten Parameter).



Da in der Skizze nur Radiuswerte angegeben wurden, muss vor dem Bestätigen in die Formelzeile $D/2$ (D „durch“ 2) eingetippt werden. Dies ist bei allen Durchmesserwerten zu beachten.

Gleiches gilt auch bei dem Abstand des Kreismittelpunktes ($kr/2$).

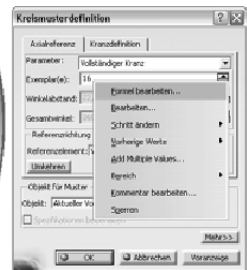
Wir verlinken $D = 26 \text{ mm}$, $D1 = 23,2 \text{ mm}$, $B = 5 \text{ mm}$ und $kr = 1,5 \text{ mm}$ mit den passenden Maßen der Skizze 1. Der Radius $r12$ wird mit den Verrundungen verknüpft.

Wir verlinken $d = 20,2 \text{ mm}$ und $d1 = 17 \text{ mm}$ mit den passenden Maßen der Skizze 3. Der Radius $r12$ wird mit den Verrundungen verknüpft.



Werden die Werte der Parameter im Strukturbaum verändert, ändert sich dementsprechend die Geometrie. Somit sind schnelle Manipulationen möglich.

Schließlich müssen wir die Anzahl der Kugeln parametrisieren. Wir rufen das Kreismuster auf. Im Dialogfeld **Exemplare** $\Rightarrow$ **RMT** $\Rightarrow$ **Formel bearbeiten** öffnet sich der Formeleditor. Folgende Formel wird eingetragen: $\text{int}(\text{PI} \cdot D1 / kr / 3)$



*„int“ steht für Integer (ganze Zahl). Diese Funktion finden wir unter **Datenverzeichnis** $\Rightarrow$ **Math** (im Formeleditor). Somit verändern die Anzahl der Kugeln mit dem Durchmesser. Weiterhin ist unbedingt darauf zu achten, dass in allen Formeln die Einheiten der Maße beachtet werden müssen.*

Hinterlegen/Erstellen einer Konstruktionstabelle

Nun können die erstellten Parameter mit einer externen Tabelle verknüpft werden. Es müssen nicht alle Werte einzeln geändert, sondern lediglich eine Variante ausgewählt werden. Den Parametern werden dann die jeweiligen Werte zugeordnet.

Es gibt zwei Möglichkeiten:

- I. Man erzeugt aus dem Programm heraus eine neue Tabelle, die anschließend mit Werten gefüllt und separat abgespeichert werden kann.
- II. Es kann eine externe, bereits erstellte Tabelle eingefügt werden.



Wir erzeugen eine KONSTRUKTIONSTABELLE mit aktuellen Parameterwerten.

Wir nehmen dabei folgende Einstellungen vor. Den Namen ändern wir in „Lager“.

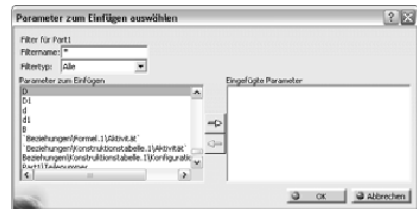
Wir erzeugen eine Konstruktionstabelle mit aktuellen Parameterwerten.

Ausrichtung $\Rightarrow$ vertikal



Anschließend müssen wir alle erzeugten Parameter (D, D1, d, d1, B, r12, kr) in das Feld „eingefügte Parameter“ setzen.

Dabei erleichtert der Filter die Auswahl der Parameter.



Nach dem Bestätigen muss ein Ort zur Ablage eines Excel-Sheets gewählt werden (es bietet sich der gleiche Speicherort des Part-Files an).

Im folgenden Dialogfeld wird die erste Variante des Lagers dargestellt. Über „Tabelle bearbeiten“ wechseln wir automatisch in das Excel-Sheet und können die Tabelle ergänzen.

Tabelle 1: Kugellagerparameter

D(mm)	D1(mm)	B(mm)	d1(mm)	d(mm)	r12(mm)	kr(mm)
52	40	15	34,4	25	1	4,8
32	26	10	18,2	12	0,6	3,9
40	32,8	12	24,2	17	0,6	4,3
42	35	12	27	20	0,6	4
42	33,9	13	23,7	15	1	5,1



Da alle Parameter eine externe Referenz besitzen, können diese einzeln nicht mehr verändert werden. Wird die Tabelle verändert und gespeichert, sind alle Varianten aufrufbar. Im Strukturbaum wird auf die Konstruktionstabelle (Beziehung) verwiesen.

Verknüpfung mit einer vorhandenen Konstruktionstabelle



Bei einer vorhandenen Tabelle muss hinter jedem Parameternamen in Klammern eine Einheit vorhanden sein. Zum Nachvollziehen dieser Übung muss die vorhandene Konstruktionstabelle im Strukturbaum entfernt werden. Weiterhin sollten wir in der vorhandenen Tabelle einen beliebigen Parameternamen umbenennen (z. B. **D** ⇒ **D_test**).



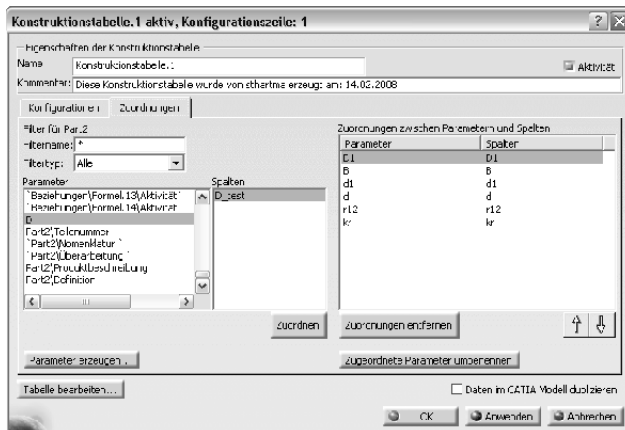
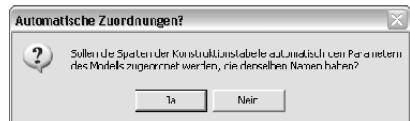
Wir wollen eine KONSTRUKTIONSTABELLE erzeugen. In diesem Fall wählen wir folgende Einstellungen:

⇒ **Eine Konstruktionstabelle aus einer bereits existierenden Datei erzeugen**

Ausrichtung ⇒ **vertikal**

Nach der Auswahl des Excel-Sheets bestätigen wir das Dialogfeld.

Alle gleichen Parameternamen werden einander zugeordnet.

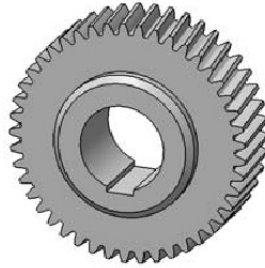


Da wir einen Parameter im Excel-Sheet umbenannt haben, müssen wir eine Zuordnung mit dem CAD-Modell wiederherstellen.

Unter der Registerkarte Zuordnen müssen wir den **Parameter D** und die **Spalte D-test** zuordnen ⇒ **OK**

Die Konstruktionstabelle kann wieder vollständig angewendet werden.

3.8 Erzeugen eines teilparametrischen Zahnrades



Vorgehensweise am Beispiel eines Zahnrades:

- I. Erstellen von den benötigten Parametern
- II. Modellieren der Stützelemente (eine Zahnflanke als Drahtmodell)
- III. Erzeugen von Stützflächen (ein Zahn als Flächenmodell)
- IV. Generieren eines Volumenkörpers
- V. Erzeugen eines Powercopys



Das Zahnrad basiert auf Draht- und Flächenelementen. Die Möglichkeiten von Flächenoperationen sind vielfältiger als die von Volumenoperationen. Somit kann komplexere Geometrie erstellt werden.



Wir öffnen ein neues Teil und wechseln in die Umgebung des Generative-Shape-Design (Erstellen von Draht- und Flächenelementen).



Anschließend werden drei Parameter erzeugt und mit Startwerten belegt:

Modul = 1,5 mm (vom Typ **Länge**)

Zähnezahl = 15 (vom Typ **ganze Zahl**)

Breite = 20 mm (vom Typ **Länge**)



Zur übersichtlichen Gestaltung des Strukturbaums fügen wir ein geometrisches Set ein (**Einfügen** $\Rightarrow$ **Geometrisches Set**) und nennen es „Stuetzelemente“.

Hier werden nun alle im Folgenden erzeugten Kurven und Punkte eingeordnet. Dazu muss es in Bearbeitung definiert sein (**Stuetzelemente** $\Rightarrow$ **RMT** $\Rightarrow$ **Objekt in Bearbeitung definieren**). Aktive Körper sind unterstrichen.



Ein KREIS benötigt ein Stützelement, einen Mittelpunkt, einen Durchmesser und die Öffnungswinkel.

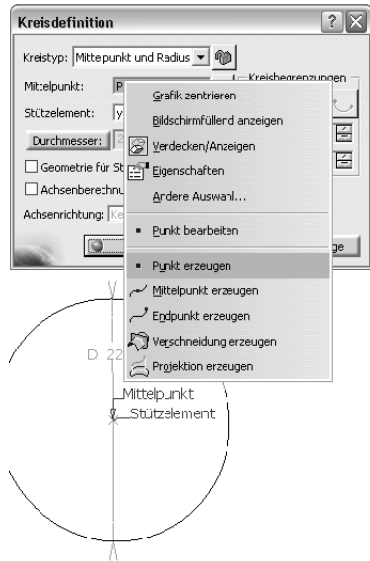
Mittelpunkt $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ **Punkt erzeugen** (automatischer Wechsel zur Punkterzeugung) $\Rightarrow$ **über Koordinaten (0,0,0)**

Stützelement $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ **yz-Ebene**

Kreisbegrenzung $\Rightarrow$ **Ganzer Kreis**

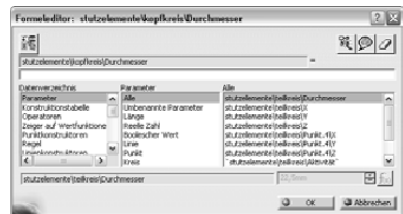
Durchmesser $\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ **Formel bearbeiten** (automatischer Wechsel zum Formeleditor) $\Rightarrow$ **Zähnezahl * Modul**

Zur Unterscheidung benennen wir den Kreis in „Teilkreis“ um) **LMT** auf den Kreis im **Strukturbaum** $\Rightarrow$ **Eigenschaften** $\Rightarrow$ **Komponenteneigenschaften**.



Während der Definition weiterer Kreisdurchmesser, wie z. B. dem Kopfkreis, referenzieren wir uns auf den Teilkreisdurchmesser. Diese werden analog zum Teilkreis erzeugt.

Bei geöffnetem Formeleditor klicken wir auf den Teilkreis (Geometrie). Im Feld „Alle“ wird automatisch stuetzelemente\teilkreis\Durchmesser aktiv.



Mit einem Doppelklick wird dieser Parameter in das Eingabefeld kopiert. Somit muss in der Eingabezeile der Formel für den Kopfkreis vollständig „**stuetzelemente\teilkreis\Durchmesser + 2 * modul**“ stehen.

Zur Bestimmung eines Zahnprofils benötigen wir vier weitere Kreise mit folgenden Formeln:

Kopfkreis: $\text{Teilkreisdurchmesser} + 2 * \text{Modul}$

Fußkreis: $\text{Teilkreisdurchmesser} - 2 * (1.167 * \text{Modul})$

Grundkreis: $\text{Teilkreisdurchmesser} * 0.9397$

Zwischenkreis: $(\text{Teilkreisdurchmesser} + \text{Grundkreisdurchmesser}) / 2$.



Im Formeleditor muss das Komma durch einen Punkt ersetzt werden.



Zur Kontrolle steht in der untersten Zeile des Formeleditors der Wert des Parameters.

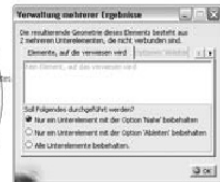
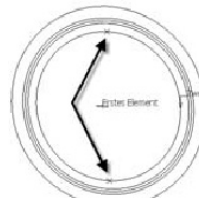
Wird bei einem geöffneten Formeleditor Geometrie selektiert, werden alle Parameter zu dieser Geometrie unter „Alle“ aufgelistet.



Als nächstes wird ein Referenzpunkt erzeugt. Dieser muss auf der gleichen Ebene wie die der Kreise liegen. Hierfür die Funktion PUNKT aktivieren und die entsprechenden Koordinaten eingeben (z. B.: 0,0,20).



Anschließend wird jeder der fünf Kreise mit der zx-Ebene verschnitten. Da es bei jeder VERSCHNEIDUNG zu zwei Schnittpunkten kommt, öffnet sich das Fenster „Verwaltung mehrerer Ergebnisse“.

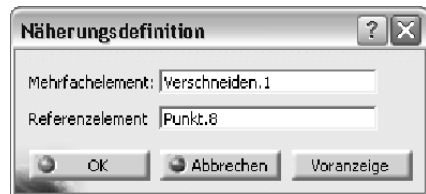


⇒ ein Unterelement mit der Option Nähe beibehalten ⇒ OK

Anschließend öffnet sich die „Nährungsdefinition“.

Referenzelement ⇒ **erstellter Referenzpunkt**

Somit bleibt der Punkt erhalten, der dem Referenzpunkt näher ist.



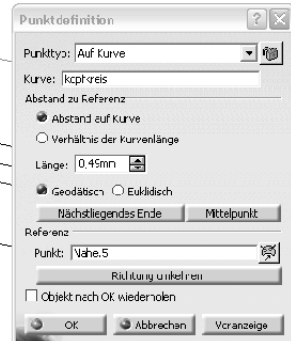
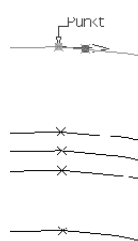
Zur Beschreibung der Zahnflanke des Zahnrades erzeugen wir PUNKTE im definierten Abstand auf dem Kopf-, Teil-, Gund-, und Zwischenkreis.

Punkttyp ⇒ **Auf Kurve**

Kurve ⇒ **Kreis**

Abstand ⇒ **Abstand auf Kurve**

Referenz ⇒ **Schnittpunkt des Kreises mit der xz-Ebene**



Folgende Längen werden für die jeweiligen Kreise gewählt:

Kopfkreis $\Rightarrow 0,49 \text{ mm}$

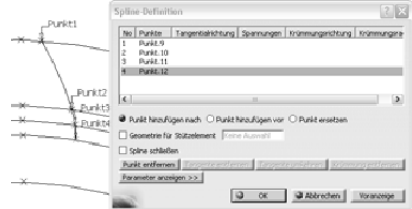
Teilkreis $\Rightarrow 1,178 \text{ mm}$

Grundkreis $\Rightarrow 1,26 \text{ mm}$

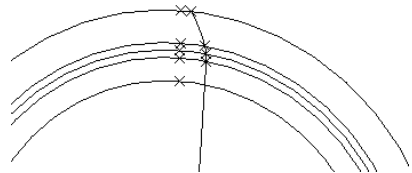
Zwischenkreis $\Rightarrow 1,246 \text{ mm}$



Die erzeugten Punkte werden über einen SPLINE verbunden. Die Reihenfolge der Punkte ist zu beachten. Das Ergebnis ist die Evolvente.



Wir erzeugen eine SKIZZE in der yz-Ebene inklusive einer LINIE, deren Anfangspunkt in der Nähe der Kreismitte (kongruent zur xy-Ebene) liegt und deren Endpunkt kongruent mit dem Punkt des Grundkreises ist und tangential zum Spline der Punkte verläuft.



$\Rightarrow$ **Skizze verlassen**



Nun wird eine VERBINDUNG erzeugt. Sie besteht aus der Evolvente und unserer erzeugten Skizze $\Rightarrow$ **OK**.



Die Verbindung ermöglicht das Verschmelzen von mehreren Elementen (Draht- oder Flächenelemente) zu einem Element. Es dient zum Ausführen von Folgeoperationen.



Die Funktion ECKE erstellt einen Übergang zwischen der Skizze und dem Fußkreis.

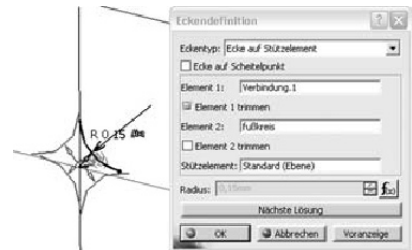
Eckentyp $\Rightarrow$ **Ecke auf Stützelement**

Element 1 $\Rightarrow$ **erzeugte Verbindung**

Element 2 $\Rightarrow$ **Fußkreis**

Element 1 trimmen

Radius $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ Formel bearbeiten $\Rightarrow 0.1 * \text{Modul}$**



Es stehen uns für die Ecke vier Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die gewählte Lösung wird blau dargestellt.

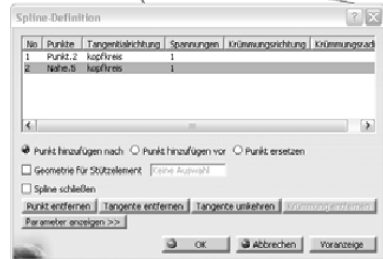
Die Ecke verbindet die Flanke und den Fußkreis.



Die Funktion SPLINE erzeugt den Kopf eines Zahnes.

Wir wählen den Schnittpunkt des Kopfkreises und anschließend den Kopfkreis (der Kopfkreis gibt eine Tangentialrichtung an) und den Abstandspunkt auf Kopfkreis und wieder den Kopfkreis.

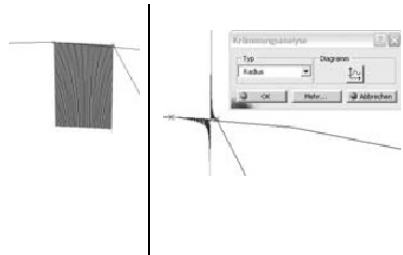
Beim Erzeugen ist auf die richtige Tangentialrichtung des Splines zu achten. Sie wird durch LMT auf den roten Pfeil (für jeden Punkt) verändert. Somit sind vier Lösungen möglich.



Durch die zusätzliche Auswahl des Kopfkreises wird die Tangentialrichtung des Splines bestimmt.



Über die KRÜMMUNGSANALYSE (**Einfügen ⇒ Analyse ⇒ Krümmungsanalyse mit Stacheln**) kann der Spline analysiert werden. Das Ergebnis soll der linken Abbildung gleichen. Kreuzen die Stacheln den Spline, muss die tangentiale Ausrichtung korrigiert werden.



Nun wird eine VERBINDUNG erzeugt. Sie besteht aus dem erzeugten Splines, der ersten Verbindung und der Ecke.



Wir spiegeln die Verbindung an der zx-Ebene mit der Funktion SYMMETRIE.



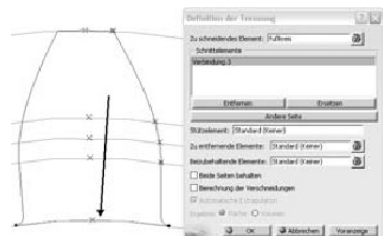
Die Symmetrie und die Verbindung werden wieder vereint (VERBINDUNG).



Der Fußkreis muss mit der neuen Verbindung GETRENNT werden.

Zu schneidendes Element ⇒ **Fußkreis**
 Schnittelement ⇒ **Verbindung.3**

Die Kante des Zahnfußes soll erhalten bleiben (mit „Andere Seite“ wird die Lösung verändert).





Das Ergebnis des Trennens und die VERBINDUNG werden wieder vereint (Verbindung). Somit ist das Zahnprofil fertig gestellt.



Anschließend erzeugen wir aus unserem Drahtmodell ein Flächenmodell. Für die Flächen erzeugen wir ein neues geometrisches Set mit dem Namen „Flächen“. Wir definieren es als Objekt in Bearbeitung.

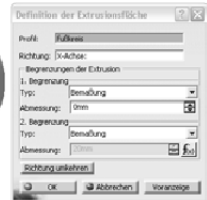
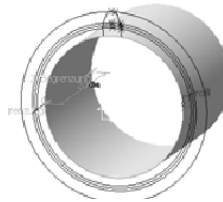


Die erste Fläche entsteht durch die EXTRUSION des Fußkreises.

Profil $\Rightarrow$ **Fußkreis**

Richtung $\Rightarrow$ **x-Achse**

2. Begrenzung $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ Formel bearbeiten $\Rightarrow$ breite (erstellter Parameter**



Das Zahnrad ist schräg verzahnt. Dafür benötigen wir eine Führungslinie zur Beschreibung eines Zahnes.



Wir erzeugen eine LINIE:

Linienart $\Rightarrow$ **Winkel/Senkrecht zur Kurve**

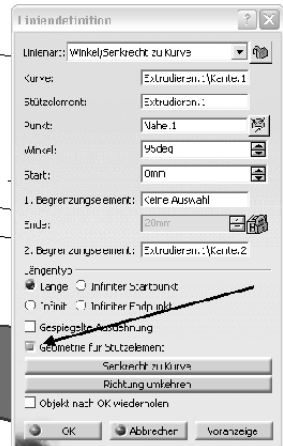
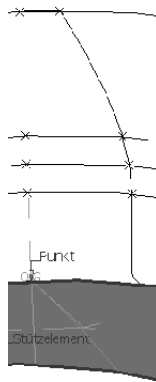
Kurve $\Rightarrow$ **die vordere Kante der Extrusionsfläche**

Punkt $\Rightarrow$ **Verschneidungspunkt des Fußkreises**

Winkel $\Rightarrow$ **85°**

$\Rightarrow$ **Geometrie für Stützelement aktivieren**

Stützelement $\Rightarrow$ **Extrusion**



Das erste Begrenzungselement muss nicht angegeben werden, da der Punkt genau dort liegt, wo die Kurve beginnen soll.

Für das zweite Begrenzungselement wählen wir die hintere Kante der Extrusion aus. Somit wird sichergestellt, dass die Linie über die komplette Breite der Extrusionsfläche verläuft.



Die TRANSLATION bildet die Außenfläche unseres Zahnes.

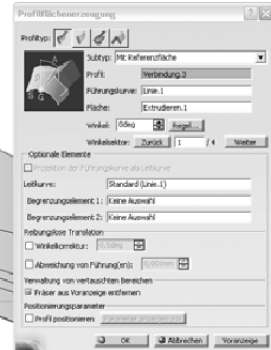
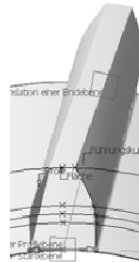
Profiltyp $\Rightarrow$ **Explizit**

Subtyp $\Rightarrow$ **Mit Referenzfläche**

Profil $\Rightarrow$ **Verbindung (Profil des Zahnes)**

Führungskurve $\Rightarrow$ **Linie auf der Extrusionsfläche**

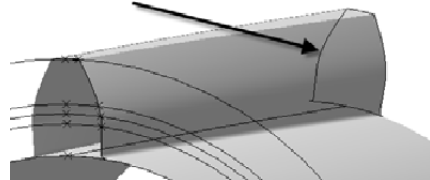
Fläche $\Rightarrow$ **Extrusionsfläche $\Rightarrow$ OK**



Zum einfacheren Füllen der Vorder- und Rückseite benötigen wir einen Linienzug (BEGRENZUNG) der erzeugten Fläche.

Fortführungstyp $\Rightarrow$ **Punktstetig**

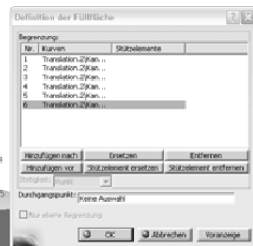
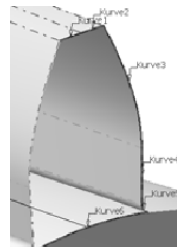
Flächenkante $\Rightarrow$ **Extrusionskante**



Die Begrenzungskurve und die Verbindung (Extrusion) werden anschließend mit einer FLÄCHE GEFÜLLT.



Wird keine Begrenzung erzeugt, müssen beim Füllen aneinander grenzende Linien gewählt werden. Generell ist die Fläche punktstetig.



Alle erzeugten Flächen (zwei Füllflächen und eine Translation) werden miteinander verschmolzen (VERBINDUNG).



Anschließend generieren wir aus den Flächenelementen ein Volumen. Dazu wechseln wir in das Part-Design.



Wir erzeugen zunächst eine Volumenextrusion (Block). Da sich noch das geometrische Set in Bearbeitung befindet, kommt eine Warnung. Das System wechselt nach der Bestätigung in den Hauptkörper.





Wir erzeugen einen BLOCK:

Typ $\Rightarrow$ **Bemaßung**

Länge $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ Formel bearbeiten $\Rightarrow$ Breite (Parameter)**

Profil $\Rightarrow$ **Fußkreis**



Das Volumen eines Zahnes entsteht aus dem Flächenverbund (Verbindung) mit der Funktion FLÄCHE SCHLIESSEN.



Im nächsten Schritt erzeugen wir ein KREISMUSTER.

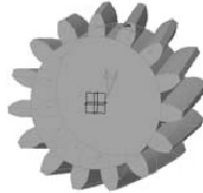
Parameter $\Rightarrow$ **Vollständiger Kranz**

Exemplare $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ Formel bearbeiten $\Rightarrow$ Zahnzahl (Parameter)**

Referenzelement $\Rightarrow$ **x-Achse**

Objekt $\Rightarrow$ **Aktueller Volumenkörper**

$\Rightarrow$ **OK**



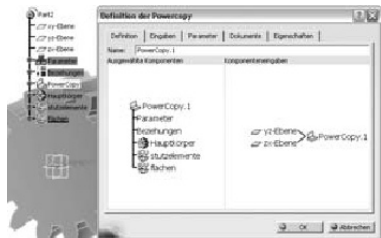
Das Zahnrad ist nun fertig gestellt. Die geometrischen Sets können ausgeblendet werden.



Wir benötigen das Zahnrad in verschiedenen Größen. Daher soll unser Zahnrad als Vorlage für alle anderen dienen. Für Teilevorlagen bietet CATIA V5 Powercopies oder Benutzerkomponenten (UDF) an. Bei beiden Varianten wird eine Kopie der Vorlage in eine neues Teil kopiert. Das Powercopy bietet im Unterschied zur Benutzerkomponente den Vorteil, dass der vollständige Strukturbaum erhalten bleibt.

Die Vorlage erstellen wir über **Einfügen $\Rightarrow$ Wissensvorlagen $\Rightarrow$ Powercopy**. Dabei öffnet sich die Definition des Powercopies.

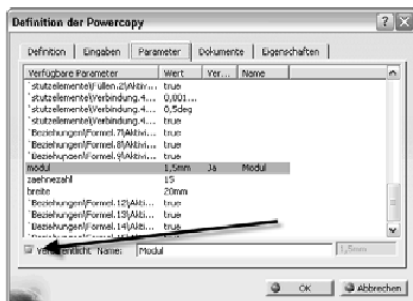
Bei geöffnetem Dialogfenster wählen wir im Strukturbaum Parameter, Beziehungen, Hauptkörper, Stützelemente und Flächen an. Diese werden unter ausgewählte Komponenten aufgeführt. Unter den Eingaben sind alle Elemente enthalten, welche zum Einbau definiert werden müssen.



Im Dialogfeld Name kann der Name des Powercopies geändert werden. Unter der Registerkarte Eingaben können alle Eingabebelemente umbenannt werden.

Unter der Registerkarte **Parameter** werden alle Parameter des Modells aufgeführt. Hier können bestimmte Parameter ausgewählt, veröffentlicht und umbenannt werden.

Nur die Parameter, die beim Erzeugen des Powercopy veröffentlicht wurden, können später auch verändert werden.



Wir veröffentlichen folgende Parameter und benennen sie wie folgt um:

Schraegverzahnung ⇒ **Winkel** (Wert ⇒ 85 deg)

Zaehnezahl ⇒ **Zaehne**

Breite ⇒ **Breite**

Abstandpunkt auf Kopfkreis ⇒ **Kopfkreis** (Wert ⇒ 0,49 mm)

Abstandpunkt auf Teilkreis ⇒ **Teilkreis** (Wert ⇒ 1,178 mm)

Abstandpunkt auf Grundkreis ⇒ **Grundkreis** (Wert ⇒ 1,26 mm)

Abstandpunkt auf Zwischenkreis ⇒ **Zwischenkreis** (Wert ⇒ 1,246 mm)

Leider müssen alle zu veröffentlichen Parameter mühsam aus der Liste gesucht werden.



Die Registerkarte **Dokumente** informiert über externe Dokumente, wie zum Beispiel Konstruktionstabellen.

Unter **Eingaben** können Symbole und Voranzeigen definiert werden. Das erzeugte Powercopy kann über den Strukturbaum wieder aufgerufen und verändert werden.



Anschließend können wir das Teil speichern.

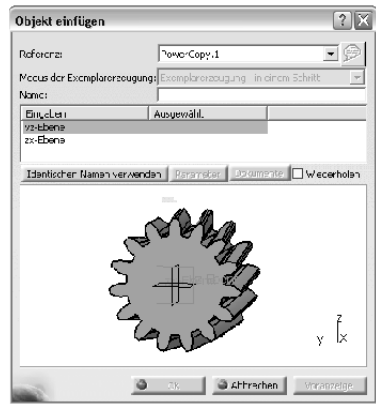


Bei einer Wiederverwendung muss das Powercopy geschlossen sein.

Anschließend über **Einfügen ⇒ Exemplar von Dokument erzeugen** im Dateibrowser das Teil auswählen, aus dem das Powercopy erzeugt wurde ⇒ **OK**.

Es öffnet sich ein Fenster in dem unsere Vorlage angezeigt wird. Zur eindeutigen Definition müssen wir im leeren Part zwei Ebenen auswählen. Dies kann einzeln per Mausklick auf die entsprechende Ebene erfolgen, oder über identischen Namen wieder-verwenden erfolgen

Anschließend können über die Option Parameter aller Veröffentlichungen verändert werden.



Zur Verdeutlichung erzeugen wir ein Zahnrad mit folgenden Parametern:

Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1,351 mm**

Grundkreis $\Rightarrow$ **1,422 mm**

Kopfkreis $\Rightarrow$ **0,553 mm**

Teilkreis $\Rightarrow$ **1,178 mm**

Breite $\Rightarrow$ **10 mm**

Zähne $\Rightarrow$ **30**

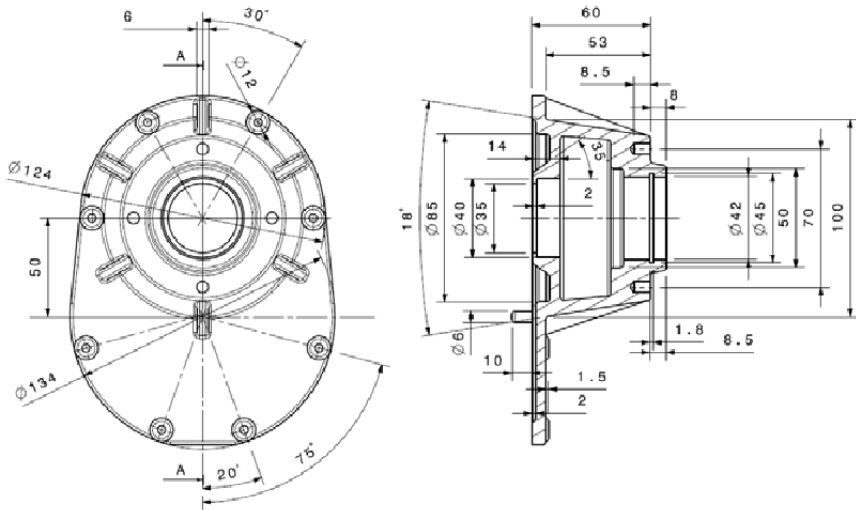
Winkel $\Rightarrow$ **85 deg**

Da der Hauptkörper unseres Ursprungsteils hier als neuer Körper eingefügt wurde, kann dieser nun als neuer Hauptkörper definiert und der andere Körper gelöscht werden. Dafür **RMT** auf den Körper in dem die Geometrie enthalten ist $\Rightarrow$ **Objekt Körper.1 $\Rightarrow$ Hauptkörper ändern**.



Vom ursprünglichen Teil wird nun eine Kopie erstellt. Durch das Manipulieren der Parameter können nun Anpassungen vorgenommen werden. Nachdem das Zahnrad die gewünschten Eigenschaften aufweist, können wir es unter einem charakteristischen Namen speichern.

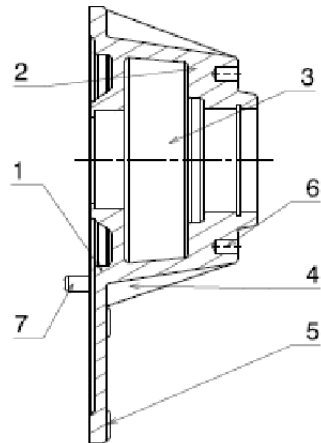
3.9 Erzeugen des Gehäuses – Antriebsseite



Die Zeichnung ist aufgrund der Komplexität nicht vollständig. Alle fehlenden Informationen werden in der fortlaufenden Erklärung dargestellt. Alle unbemaßten Radien haben den Wert $R=1,5$ mm.

Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Erzeugen des Flansches (1)
- II. Erzeugen des Gehäuses inklusive der Lagersitze (2;3)
- III. Erzeugen aller Rippen (4)
- IV. Erzeugen der Bohrungen am Flansch (5)
- V. Erzeugen aller Bohrungen für den Antrieb (6)
- VI. Erzeugen der Zentrierbohrungen



Wir wählen die yz-Ebene und öffnen den SKETCHER.



Wir erstellen die Geometrie mit der Funktion PROFIL. Dabei bietet sich die Anwendung der Funktion SPIEGELN an (Hälfte der Kontur zeichnen und danach spiegeln).



Alternativ kann ein LANGLOCH erzeugt werden. Anschließend sollte das automatisch erzeugte Maß gelöscht und eine LINIE (Sehne am unteren Kreisbogen) erzeugt werden. Letztendlich muss die Linie mit dem Profil GETRIMMT und die Kontur vollständig bemaßt werden.



Der Mittelpunkt des oberen Kreisbogens befindet sich im Koordinatenursprung.



Wir erzeugen eine Extrusion (BLOCK) mit folgenden Eigenschaften:

Erste Begrenzung: $\Rightarrow 7 \text{ mm}$ (in negative x-Richtung)

Profil $\Rightarrow$ **dick**

Richtung $\Rightarrow$ **negative x-Richtung**

Aufmaß1 $\Rightarrow 0 \text{ mm}$

Aufmaß2 $\Rightarrow 12 \text{ mm}$



Ein weiterer BLOCK (aus der gleichen Skizze) mit folgenden Eigenschaften vervollständigt den Flansch.

Auswahl $\Rightarrow$ **Skizze.1**

Erste Begrenzung $\Rightarrow$ **Bis Ebene** (entstandene Fläche des Blocks (7 mm), siehe Pfeil)

Zweite Begrenzung $\Rightarrow -2 \text{ mm}$



Die Skizze wurde dem ersten Block zugeordnet und muss eingeblendet werden.



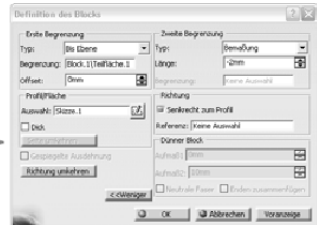
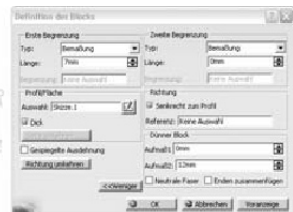
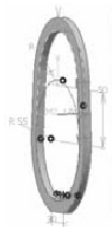
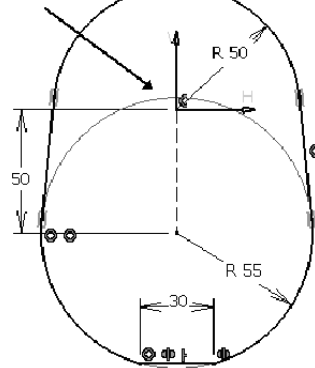
Wir erzeugen eine EBENE.

Offset $\Rightarrow 60 \text{ mm}$

Richtung $\Rightarrow$ **negative x-Richtung**

Referenzelement $\Rightarrow$ **yz-Ebene**

Ursprung





Anschließend erstellen wir einen Kreis (**D = 100 mm**) in einer SKIZZE, basierend auf unserer erstellten Geometrie (Fläche 1).

Der Kreis ist konzentrisch zur Kreisfläche des Flansches.



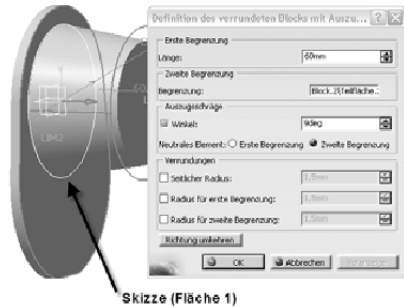
Daraus erzeugen wir einen **VERRUNDETEN BLOCK MIT AUSZUGSSCHRÄGE** mit folgenden Eigenschaften:

Länge $\Rightarrow$ **53 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **9 deg**

$\Rightarrow$ **zweite Begrenzung aktivieren**
und die Skizzenebene auswählen

$\Rightarrow$ **Deaktivierung aller Radien**



Das Feature „Verrundeter Block mit Auszugsschräge“ ist eine Kombination der Features „Block“, „Auszugsschräge“ und drei „Verrundungen“. In dieser Reihenfolge werden sie im Strukturbaum aufgelistet. Bei einer Deaktivierung werden die jeweiligen Features nicht erzeugt.



Wir fügen einen neuen Körper ein (**Einfügen $\Rightarrow$ Körper**).



Alle folgenden Operationen sollen in diesem Körper ausgeführt werden. Daher muss darauf geachtet werden, dass dieser Körper aktiv ist (**RMT auf den neuen Körper $\Rightarrow$ Objekt in Bearbeitung definieren**).



Wir erstellen einen Kreis (**D = 85 mm**) in einer SKIZZE. Die Positionierungsebene ist die Fläche 1 des Flansches. Der Kreis ist konzentrisch zur Kreisfläche des Flansches.



Die zweite SKIZZE (Kreis: **D = 75 mm**) basiert auf der erstellten Offsetebene. Auch dieser Kreis ist konzentrisch zur Kreisfläche des Flansches.



Das Volumen entsteht aus der Funktion **VOLUMENKÖRPER MIT MEHRFACHSCHNITTEN** und den vorher erzeugten Skizzen als Schnittelemente. Führungskurven oder Leitkurven sind nicht notwendig.



Führungskurven dienen zur Begrenzung von diesem Feature. Leitkurven hingegen beschreiben den Verlauf des Volumenkörpers.



Weiterhin erzeugen wir einen BLOCK mit der ersten Skizze des neuen Körpers ($D = 85 \text{ mm}$) und prägen diesen in positiver x-Richtung um die Länge $\Rightarrow 10 \text{ mm}$ aus.



Als Ergebnis erhält man die Geometrie im Hauptkörper (transparent) und das Ergebnis des eingefügten Körpers (nicht transparent).



Der neue Körper muss vom Hauptkörper entfernt (**Einfügen $\Rightarrow$ Boole'sche Operation**) werden. Nach dem Aufrufen der Funktion muss lediglich der Körper 2 ausgewählt werden. Der Hauptkörper wird automatisch ausgewählt.



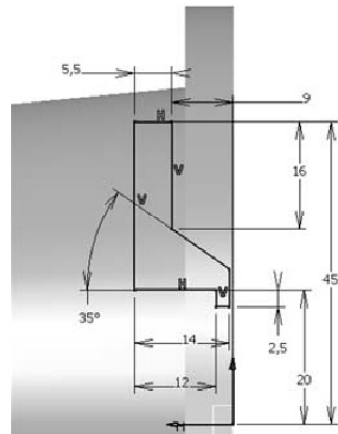
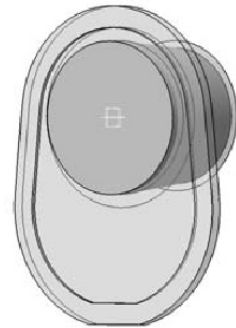
Sollten mehrere Körper in einem Part vorhanden sein, muss der Zielkörper zusätzlich ausgewählt werden.



Wir erzeugen eine SKIZZE, in der zx-Ebene. Es bietet sich in diesem Fall an, mit der Funktion PROFIL zu arbeiten.



Zur vollständigen Bestimmung sind die Maße der Abbildung zu entnehmen.



Die Skizze wird mit der Funktion WELLE rotiert.

Winkel $\Rightarrow 360 \text{ deg}$

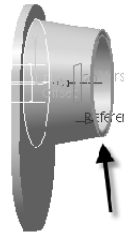
Rotationsachse $\Rightarrow \text{RMT} \Rightarrow \text{x-Achse}$



Wir erzeugen eine neue HILFSEBENE. Die Referenzfläche ist in der Abbildung dargestellt (Ebene 1).

Offset $\Rightarrow$ **20 mm**

Richtung $\Rightarrow$ **positive x-Richtung**



Auf dieser Ebene erstellen wir eine SKIZZE. Sie besteht aus zwei Kreisen (**D1 = 80 mm; D2 = 50 mm**). Beide sind konzentrisch zum vorhandenen Flansch.



Diese Skizze wird in negativer x-Richtung ausgeprägt (BLOCK).

Länge $\Rightarrow$ **20 mm**



Wir benötigen eine SKIZZE auf der Fläche 2. Dabei handelt es sich um einen konzentrischen Kreis zum Flansch mit einem (**D = 42 mm**).



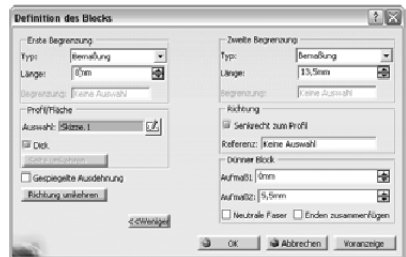
Diese Skizze wird mit folgenden Eigenschaften ausgeprägt (BLOCK).

Erste Begrenzung $\Rightarrow$ **8 mm**

Zweite Begrenzung $\Rightarrow$ **13,5 mm**

Profil $\Rightarrow$ **dick**

Aufmaß2 $\Rightarrow$ **5,5 mm**



Durch eine weitere SKIZZE (zx-Ebene) erzeugen wir das Profil einer Ringnut.



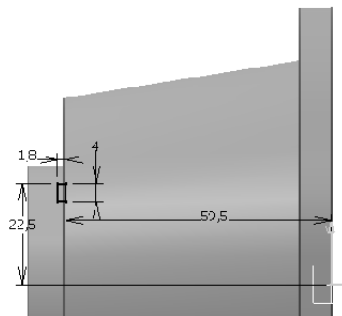
Diese Skizzengeometrie kann zum Beispiel durch die Funktion RECHTECK (**4 mm x 1,8 mm**) realisiert werden (siehe Abbildung). Der Abstand zum Flansch beträgt **59,5 mm** und zur Rotationsachse **22,5 mm**.



Skizze wird mit der Funktion NUT rotiert.

Rotationsachse $\Rightarrow$ **RMT x-Achse**

Winkel $\Rightarrow$ **360 deg**



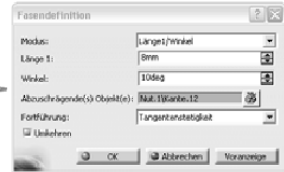
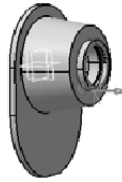


Erzeugen einer FASE mit folgenden Eigenschaften:

Modus $\Rightarrow$ **Länge1/Winkel**

Länge1 $\Rightarrow$ **8 mm**

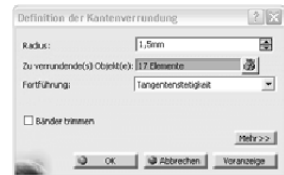
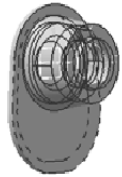
Winkel $\Rightarrow$ **10 deg**



Das Gehäuse wird außen VERRUNDET.

Radius $\Rightarrow$ **1,5 mm**

Fortführung $\Rightarrow$ **Tangentenstetigkeit**



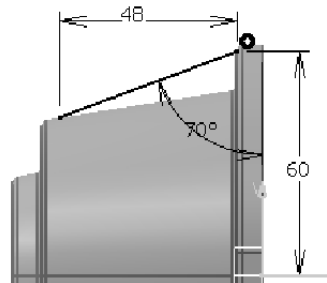
Alle Verrundungen können in einem Arbeitsschritt erzeugt werden. Die Lagersitze und die Flanschfläche dürfen dabei nicht verrundet werden.



Die folgende SKIZZE (zx-Ebene) bildet die Grundlage einer Versteifung.



Dafür benötigen wir lediglich eine vollständig bemaßte LINIE.



Die VERSTEIFUNG weist folgende Eigenschaften auf:

Modus $\Rightarrow$ **Von der Seite**

Aufmaß1 $\Rightarrow$ **6 mm**

Auswahl $\Rightarrow$ **Skizze für die Versteifung**



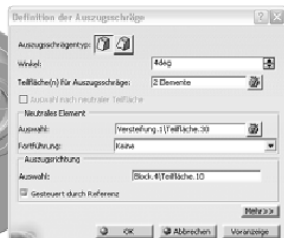
Unsere Versteifung wird seitlich mit einem Winkel versehen (AUSZUGS-SCHRÄGE)

Winkel $\Rightarrow$ **4 deg**

Teilfläche für Ausz. $\Rightarrow$ **Seitenflächen**

Neutrales Element $\Rightarrow$ **Kopffläche**

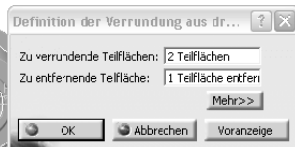
Fortführung $\Rightarrow$ **keine**





Die Versteifung wird mit der Funktion **VERRUNDUNG AUS 3 TANGENTEN** verrundet.

verrundende Teilf. $\Rightarrow$ **Seitenflächen**
entfernende Teilf. $\Rightarrow$ **Kopffläche**



Die untere Kante der Rippe wird **VERRUNDET**.

Fortführung $\Rightarrow$ **Tangentenstetigkeit**

Radius $\Rightarrow$ **1,5 mm**



*Bevor die Funktion **Muster** gewählt wird, sollten alle zu musternden Elemente (Rippe, Verrundungen) durch Mehrfachauswahl (Strg-Taste) ausgewählt werden.*

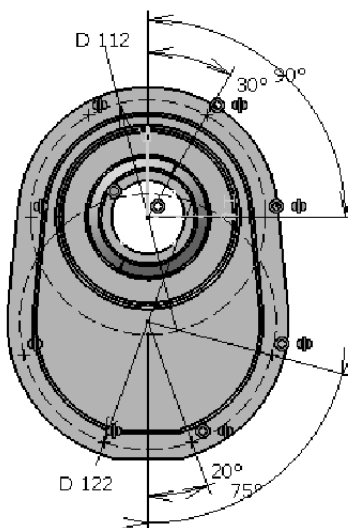
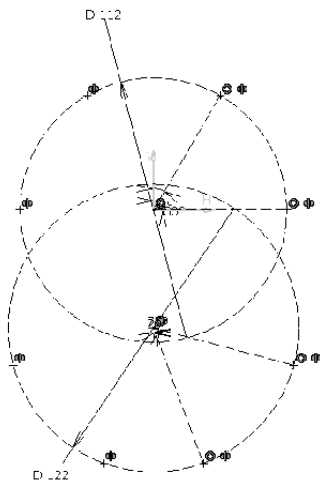
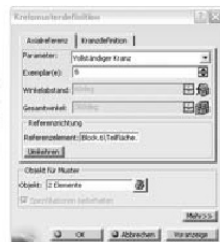
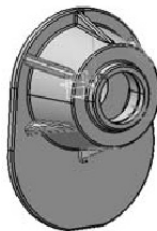


Das **KREISMUSTER** der Rippen weist folgende Eigenschaften auf:

Parameter $\Rightarrow$ **vollständiger Kranz**

Exemplare $\Rightarrow$ **6**

Referenzelement $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ x-Achse wählen**





Die vorherige SKIZZE bildet die Basis für alle Flanschbohrungen. Dafür werden Kreise und Linien als Referenzelemente benötigt. Alle Elemente können als Referenzelement (**Konst./Standardelement** $\Rightarrow$ **Skizziertools**) umgewandelt werden. Für den Bohrungsmittelpunkt werden Punkte (Standardelement) erzeugt. Die Winkel und Durchmesser sind der Skizze zu entnehmen.



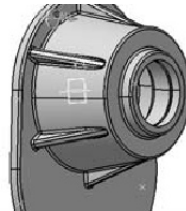
Die Kreise können zum Beispiel mit vorhandenen Skizzenelementen konzentrisch gesetzt werden.



Wir erzeugen eine SKIZZE auf der Fläche 1 (Kreis; konzentrisch zu einem Bohrungspunkt; **D = 12 mm**).



Diese Skizze wird ausgeprägt.
Länge $\Rightarrow$ **1,5 mm**
 $\Rightarrow$ **gespiegelte Ausdehnung**



Die untere Kante der Rippe wird VERRUNDET.
Fortführung $\Rightarrow$ **Tangentenstetigkeit**
Radius $\Rightarrow$ **1,5 mm**



Wir erzeugen eine BOHRUNG mit Gewinde konzentrisch zum letzten Block mit folgenden Eigenschaften:

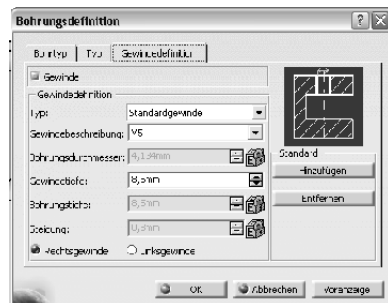
Bohrtyp $\Rightarrow$ **bis zum nächsten**
Registerkarte Typ

$\Rightarrow$ **Normal**

Registerkarte Gewindedefinition

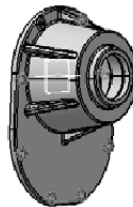
Typ $\Rightarrow$ **Standardgewinde**

Gewindebeschreibung $\Rightarrow$ **M5**



Durch die Funktion BENUTZERMUSTER werden unsere Flanschbohrungen vervielfacht (alle Elemente vor dem Aufrufen der Funktion durch Mehrfachauswahl selektieren).

Als Position wird die Skizze mit den Bohrungspunkten gewählt.





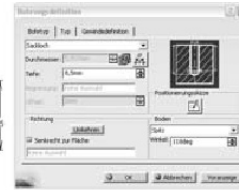
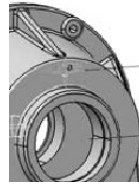
Wir erzeugen eine BOHRUNG auf der Fläche 2 mit folgenden Eigenschaften:

Gewindebeschreibung $\Rightarrow$ **M8**

Tiefe $\Rightarrow$ **8,5 mm**

Boden $\Rightarrow$ **spitz (118°)**

Abstand $\Rightarrow$ **35 mm**



Diese Bohrungen werden mit folgenden Eigenschaften GEMUSTERT :

Parameter $\Rightarrow$ **vollständiger Kranz**

Exemplare $\Rightarrow$ **4**

Referenzelement $\Rightarrow$ **RMT $\Rightarrow$ x-Achse wählen**



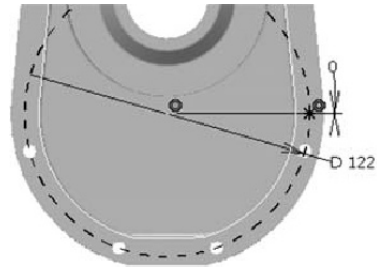
Werden Abstände bemäßt, kann über das Kontextmenü (RMT) die Bemäßungsrichtung horizontal oder vertikal gewählt werden.



Wir erzeugen eine DURCHGANGSBOHRUNG auf der Flanschfläche. Die Positionierung kann der Skizze entnommen werden. Der Referenzkreis kann z. B. mit der Skizze des Flansches konzentrisch gesetzt werden.

Durchmesser. $\Rightarrow$ **6 mm**

Tiefe $\Rightarrow$ **Durchgangsbohrung**



Anschließend kann diese an der zx-Ebene GESPIEGELT werden.



Wir erzeugen ein neues geometrisches Set (Name $\Rightarrow$ Flansch).



Anschließend wechseln wir in die Umgebung Generative Shape Design.



Im neuen geometrischen Set erzeugen wir eine Ableitung des Flansches.



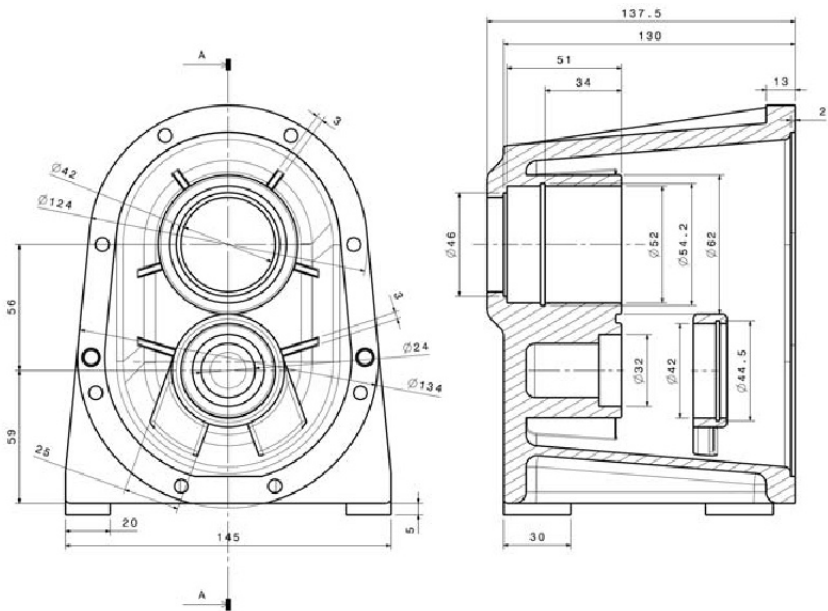
Diese Fläche wird für die Konstruktion der Dichtung und der zweiten Gehäushälfte weiter verwendet.



Das Gehäuse kann unter dem Namen „Antriebsseite“ gespeichert werden.



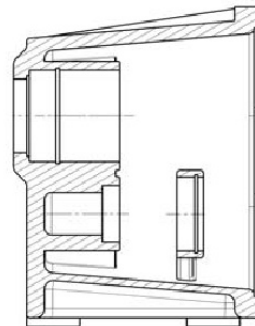
3.10 Erzeugen des Gehäuses – Abtriebsseite



Die Zeichnung ist aufgrund der Komplexität nicht vollständig. Alle fehlenden Informationen werden in der fortlaufenden Erklärung ausgezeichnet. Alle unbemaßten Radien haben den Wert $R=1,5$ mm.

Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Erzeugen der Außenkontur mit Flächenoperationen
- II. Erzeugen eines Volumenkörpers
- III. Erzeugen aller Lagersitze
- IV. Erzeugen der Bohrungen am Flansch (5)
- V. Erzeugen der Standfüße
- VI. Erzeugen der Zentriereinheiten



Die Außenform des Gehäuses modellieren wir mit Draht- und Flächenelementen. Alle Lagersitze werden im Part-Design erzeugt.



Wir öffnen ein neues Teil und wechseln in die Umgebung des Generative-Shape-Design (Erstellen von Draht-und Flächenelementen).



Wir erzeugen ein neues geometrisches Set (Name $\Rightarrow$ „Flansch“).

Wir möchten die Flanschfläche und die Skizze der Flanschbohrungen der Antriebsseite (Teil muss geöffnet werden) auch für diese Gehäusehälfte nutzen. Die Ableitung/Bohrungsskizze wird kopiert (**RMT** auf Ableitung $\Rightarrow$ **kopieren**). Die Kopien werden im geometrischen Set als Verknüpfung eingefügt (**RMT** auf Flansch $\Rightarrow$ **Einfügen Spezial** $\Rightarrow$ **als Ergebnis mit Verknüpfung**).



*Wenn sich die Ausgangsgeometrie ändert, ändert sich auch das eingefügte Objekt. Diese Gehäusehälfte ist von der Antriebsseite direkt abhängig. Alle Verknüpfungen können über die Toolleiste **Bearbeiten** $\Rightarrow$ **Verknüpfungen** angezeigt werden.*

Die gleiche Operation wiederholen wir für die Skizze der Flanschbohrungen.



Wir erzeugen zwei weitere geometrische Sets (Name $\Rightarrow$ „Drahtmodell“, „Flächenmodell“). Das geometrische Set „Drahtmodell“ wird in Bearbeitung gesetzt.



Von unserer kopierten Fläche **LEITEN** wir uns die vollständige **Innenkante** und **Außenkante** AB.

div>

Wir erzeugen eine **EBENE**:

Offset $\Rightarrow$ **2 mm in positiver x-Richtung**

Referenzfläche $\Rightarrow$ **yz-Ebene**

Wir erzeugen eine **SKIZZE** (Skizze 2) auf dieser Ebene. Dabei können Elemente der Ableitung für unsere Skizze verwendet werden.

Wir wählen die Funktion **3D-ELEMENTE PROJIZIEREN** und wählen die vier markierten Kanten aus.

Die Breite der Kontur beträgt **145 mm** und wird mit **2 mm** verrundet.

Wir erzeugen eine **OFFSETEBENE**:

Offset $\Rightarrow$ **13 mm in positiver x-Richtung**

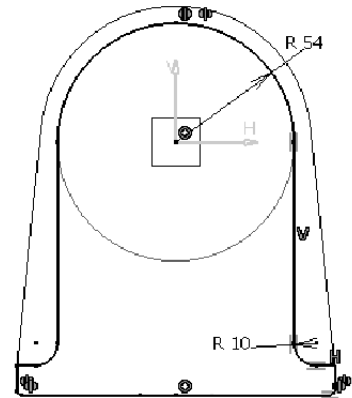
Referenzfläche $\Rightarrow$ **yz-Ebene**



Der große Bogen der SKIZZE (Skizze 3) wird mit einem Radius von **54 mm** versehen und der Fuß ist abhängig von der vorangegangenen Skizze. Somit müssen wir nur einen Radius von **10 mm** antragen.



Bei symmetrischen Skizzen bietet es sich immer an, nur eine Seite zu zeichnen und an einer Ebene zu spiegeln.



Wir PROJIZIEREN unsere erste Skizze auf die Ebene 2 (Offset = 13 mm).

Projektionstyp $\Rightarrow$ **senkrecht**

Stützelement $\Rightarrow$ **Ebene 2**

Die Projektionsrichtung kann mit der Option Projektionstyp $\Rightarrow$ **Entlang einer Richtung** beliebig verändert werden.



Wir erzeugen eine OFFSETEBENE:

Offset $\Rightarrow$ **130 mm in positiver x-Richtung**

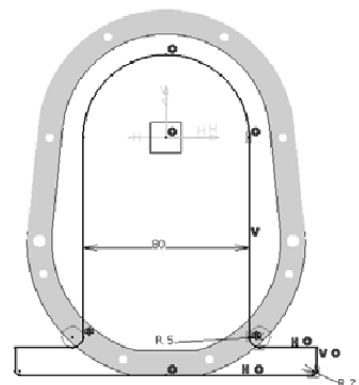
Referenzfläche $\Rightarrow$ **yz-Ebene**



Diese Ebene nutzen wir für die letzte SKIZZE (Skizze 4) für die Außenkontur. Der Fuß wird wieder von der Skizze zwei abgeleitet.



Die Breite des Gehäuses beträgt **80 mm** und wird mit **5 mm** und **2 mm** verrundet.





Wir erzeugen eine OFFSETEBENE:

Offset $\Rightarrow$ **120 mm in positiver x-Richtung**

Referenzfläche $\Rightarrow$ **yz-Ebene**



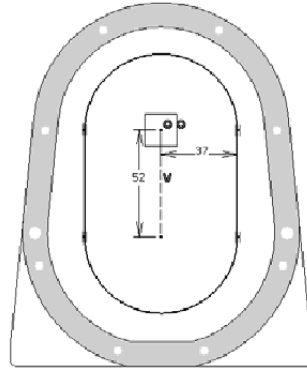
Alle vorangegangenen Geometrie-elemente beschreiben die Außenkontur des Gehäuses. In den folgenden Schritten beschreiben wir die Innenkontur.



Die nächste SKIZZE (Skizze 5) beschreibt ein LANGLOCH. Der Radius beträgt **37 mm** und die Länge **52 mm**.



Diese ist konzentrisch zur abgeleiteten Flanschfläche.



Wir erzeugen noch ein Langloch (SKIZZE 6) auf der Ebene1 (Offset = 2 mm) mit einer Länge von **52 mm** und einem Radius von **45 mm**.



Auf der Offsetebene (130 mm) erzeugen wir einen Kreis mit einem Durchmesser von **52 mm**.

Unser Drahtmodell ist fertig gestellt. Jetzt erzeugen wir aufgrund dieser Daten ein Flächenmodell. Alle folgenden Operationen führen wir im geometrischen Set Flächenmodell aus.

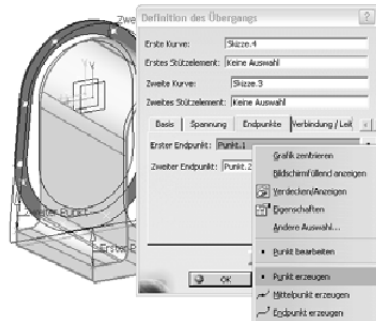


Die Kontur der **Skizze 4** wird mit der Funktion FÜLLEN geschlossen.



Für die Operation ÜBERGANG wir eine Fläche zwischen zwei Konturen aufgespannt. Wir wählen dafür die **Skizze 3** und die **Skizze 4**.

An beiden Konturen werden automatisch Endpunkte festgelegt. Damit die Fläche nicht verdreht wird, müssen diese sich direkt gegenüber liegen. Sie können auf der Registerkarte Endpunkte bearbeitet werden (**RMT im Dialogfeld $\Rightarrow$ Punkt erzeugen**). Weiterhin muss die Ausrichtung der Punkte gleich sein.



Unter der Registerkarte **Verbindung/Leitkurve** wählen wir die Einstellung **Tangentenstetigkeit**, dann **Krümmung**. Die einzelnen Segmente der Fläche sind krümmungstetig und haben einen tangentialstetigen Übergang.



*Werden bei der Funktion **Übergang Stützelemente** ausgewählt, kann die Fläche punktstetig, tangentialstetig oder krümmungstetig ausgeführt werden.*



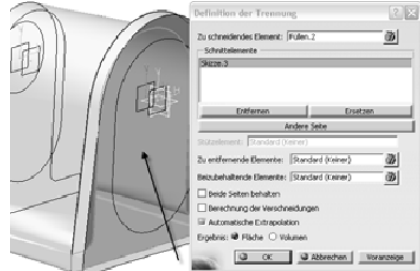
Die Kontur der **Projektion** wird mit der Funktion **FÜLLEN** geschlossen.



Diese Fläche wird an der Skizze 3 **GETRENNT**.

Zu schneidendes Element ⇒ **Füllen**
Schnittelemente ⇒ **Skizze 3**

Die Fläche, die weggeschnitten werden soll, wird transparent dargestellt. Die Auswahl kann über **Seite ändern** geändert werden.



Werden zwei Flächen aneinander getrennt oder getrimmt, so entsteht eine neue Fläche. Die alte Fläche wird automatisch ausgeblendet.



Wir erstellen eine **ÜBERGANGSFLÄCHE** zwischen der **Skizze 2** und der **Projektion**.



Die Kontur der **Skizze 2** wird mit einer Fläche geschlossen (**FÜLLEN**).



Anschließend wird diese Fläche an der Skizze 6 **GETRENNT**.

Zu schneidendes Element ⇒ **Füllen**
Schnittelemente ⇒ **Skizze 6**



Weiterhin erstellen wir eine **ÜBERGANGSFLÄCHE** zwischen der **Skizze 5** und **Skizze 6**.



Die Kontur der **Skizze 5** wird mit einer Fläche geschlossen (**FÜLLEN**).



Alle Flächen werden zu einer Fläche mit der Operation **VERBINDUNG** vereint. Als Ergebnis erhalten wir eine Fläche, die die Außenbegrenzung des Gehäuses beschreibt.



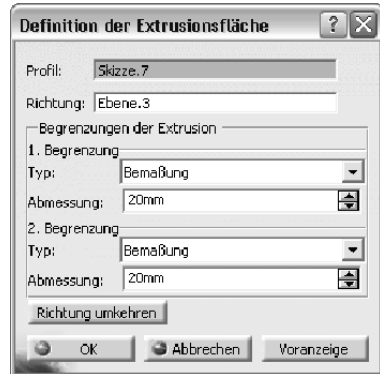
Anschließend wird unsere Skizze 7 EXTRUDIERT. Dabei müssen wir sicherstellen, dass diese Fläche unsere Verbindung vollständig schneidet.

Profil $\Rightarrow$ **Skizze 7**

Richtung $\Rightarrow$ **Ebene 3 (wird automatisch eingetragen)**

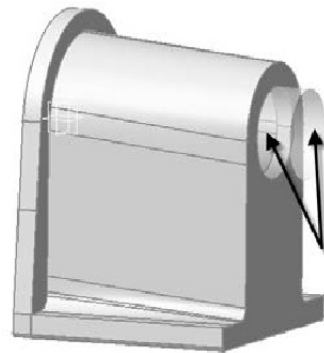
1. Begrenzung $\Rightarrow$ **20 mm**

2. Begrenzung $\Rightarrow$ **20 mm**



Unsere Flächenverbindung und unsere Extrusionsfläche können wir aneinander TRIMMEN. Im Unterschied zum Trennen sind hier mehrere Lösungen möglich. Daher gibt es zwei Möglichkeiten, die Lösung zu verändern.

In unserem Fall muss die Lösung so gewählt werden, dass unser Gehäuse eine Bohrung bekommt.



Anschließend möchten wir uns aus unseren Draht- und Flächenelementen Volumen generieren. Dazu wechseln wir in das **Part-Design**.



Das Volumen entsteht aus dem Flächenverbund (Trimmen) mit der Funktion **FLÄCHE SCHLIEßEN**.



Unsere abgeleitete Fläche wird mit dem Feature **AUFMAßFLÄCHE** extrudiert:

erster Offset $\Rightarrow$ **3 mm**

zweiter Offset $\Rightarrow$ **0 mm**

Beide Volumenkörper werden automatisch vereint.



Wir fügen einen neuen Körper ein. Wir nutzen ihn, um Material am Fuß herauszutrennen.



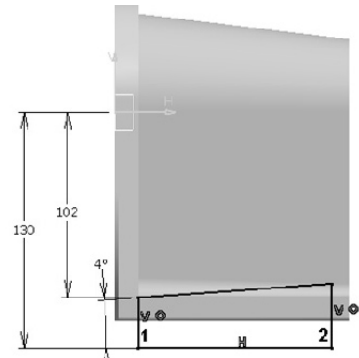
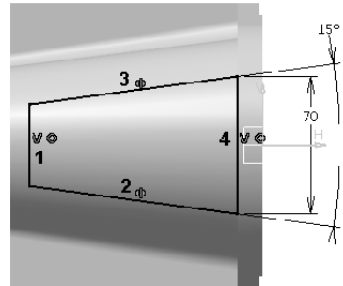
Dafür benötigen wir zwei SKIZZEN. Die erste Skizze (xy-Ebene) stellt ein Trapez dar. Linie 2 und Linie 3 sind spiegelsymmetrisch zur zx-Ebene ausgerichtet. Linie 4 ist kongruent mit der inneren Flanschfläche und Linie 1 mit der inneren Gehäusefläche.



Die zweite SKIZZE wird auf der zx-Ebene positioniert. Linie 1 ist kongruent mit der inneren Flanschfläche und Linie 2 mit der inneren Gehäusefläche.



Alle Abstandsmaße sind von der xy-Ebene zu wählen. Für die letzten Linien werden die gleichen Bedingungen verwendet, wie in der vorherigen Skizze.



Aus beiden Skizzen wird ein KOMBINIERTER VOLUMENKÖRPER erzeugt.



Mit dieser Funktion wird das Volumen durch den Verschnitt beider Skizzen erzeugt.



Dieser Körper kann von unserem Hauptkörper ENTFERNT werden. Dafür nutzen wir die Boole'schen Operationen.



Dieser Ausschnitt wird vollständig VERRUNDET. Es bietet sich an, alle Flächen zu selektieren.

Radius $\Rightarrow$ 5 mm



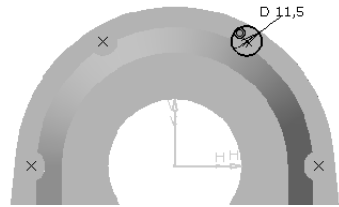
Wir erzeugen eine OFFSETEBENE:

Offset $\Rightarrow$ 60 mm in positiver x-Richtung

Referenzfläche $\Rightarrow$ yz-Ebene



Auf dieser Hilfsebene erzeugen wir einen Kreis mit einem Durchmesser von **10,5 mm**. Der Kreismittelpunkt ist kongruent zu einem beliebigen Punkt unserer kopierten Referenzskizze.



Diese Skizze wird mit der Funktion TASCHE in Richtung Flansch ausgeprägt.

Länge $\Rightarrow$ **51 mm**.



Wir erzeugen eine DURCHGANGSBOHRUNG kongruent zu dem gleichen Punkt der Referenzskizze.

Durchmesser $\Rightarrow$ **5 mm**



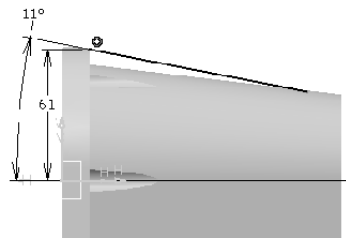
Von der Tasche und der Gewindebohrung erzeugen wir ein BENUTZERMUSTER. Dafür wählen wir beide Elemente (Mehrfachauswahl durch Strg-Taste) aus und anschließend die Funktion Benutzermuster. Ein Anker muss nicht festgelegt werden.



Für unsere Versteifung erzeugen wir auf der zx-Ebene eine SKIZZE.



Die Versteifung wird bis zum nächsten Volumen erstellt. Daher ist die Länge der Linie zweitrangig.



Für die VERSTEIFUNG verwenden wir die Skizze und folgende Parameter:

Modus $\Rightarrow$ **von der Seite**

Aufmaß $\Rightarrow$ **3 mm**



Unsere Rippe wird mit einer AUSZUGSSCHRÄGE versehen:

Winkel $\Rightarrow$ **9 deg**

Teilfläche für Auszugsschräge $\Rightarrow$ **Seitenflächen der Rippe**

Neutrales Element $\Rightarrow$ **Kopffläche der Rippe**

Auszugsrichtung $\Rightarrow$ **Auszugsrichtung**

Gesteuert durch Referenz $\Rightarrow$ **deaktiviert**



Unsere Rippe kann aus DREI TANGENTEN VERRUNDET werden.

Zu verrundende Teilflächen $\Rightarrow$ **Seitenflächen**

Zu entfernende Teilfläche $\Rightarrow$ **Kopffläche**



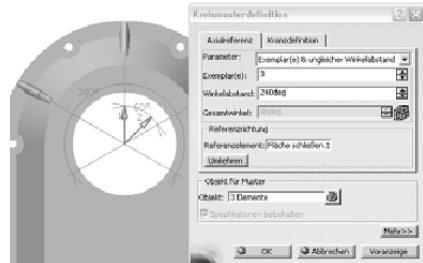
Die letzten drei Elemente werden GEMUSTERT (Mehrfachauswahl muss vor dem Aufrufen der Funktion vorgenommen werden).

Parameter $\Rightarrow$ **Exemplare & ungleicher Winkelabstand**

Exemplare $\Rightarrow$ **3**

Winkelabstand $\Rightarrow$ **240 deg/ 60 deg**

Referenzelement $\Rightarrow$ **Achse des Lagersitzes**



Wird die Option Exemplare und ungleicher Abstand gewählt, können alle Winkel separat durch einen LMT Doppelklick auf das Maß verändert werden. Die Winkel werden erst sichtbar, wenn das Referenzelement bestimmt wurde.



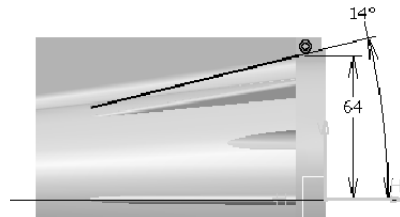
Wir erzeugen eine OFFSETEBENE:

Offset $\Rightarrow$ **45 mm in negativer z-Richtung**

Referenzfläche $\Rightarrow$ **xy-Ebene**



Wir erzeugen auf dieser Ebene eine SKIZZE (Linie) für die nächste Versteifung.



Für die VERSTEIFUNG verwenden wir die Skizze und folgende Parameter:

Modus $\Rightarrow$ **von der Seite**

Aufmaß $\Rightarrow$ **3 mm**



Beide Rippen werden jeweils mit einer AUSZUGSSCHRÄGE versehen:

Winkel $\Rightarrow$ **9 deg/ -9 deg**

Teilfläche für Auszugsschräge $\Rightarrow$ **Seitenflächen der Rippe**

Neutrales Element $\Rightarrow$ **Kopffläche der Rippe**

Auszugsrichtung $\Rightarrow$ **Auszugsrichtung**

Gesteuert durch Referenz $\Rightarrow$ **deaktiviert**



Weiterhin **VERRUNDEN** wir beide Rippen **AUS DREI TANGENTEN**:
zu verrundende Teilflächen $\Rightarrow$ **Seitenflächen**
zu entfernende Teilfläche $\Rightarrow$ **Kopffläche**



Unsere vollständige Rippe wird an der **zx-Ebene** **GESPIEGELT**.



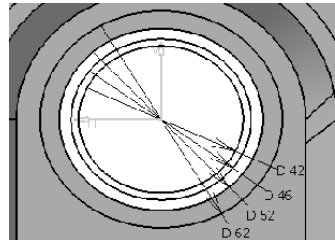
Wir erzeugen eine **OFFSETEBENE**:
Offset $\Rightarrow$ **137,5 mm in positiver x-Richtung**
Referenzfläche $\Rightarrow$ **yz-Ebene**



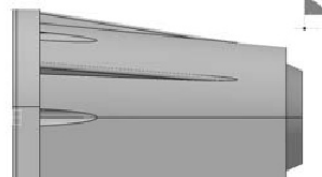
Auf dieser Ebene erzeugen wir eine **SKIZZE** mit insgesamt vier Kreisen (**D = 42 mm, 46 mm, 52 mm, 62 mm**). Alle Kreise sind konzentrisch zum Ausschnitt des Gehäuses (Koordinatenursprung).



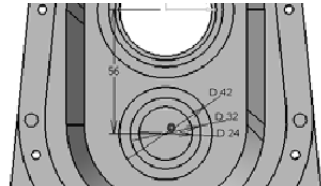
Diese Skizze nutzen wir für einen **MEHRFACHBLOCK** mit folgenden Ausprägungen:
Extrusionsdomäne1 ($d = 46 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **7,5 mm**
Extrusionsdomäne2 ($d = 42 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **0 mm**
Extrusionsdomäne3 ($d = 52 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **9 mm**
Extrusionsdomäne4 ($d = 62 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **60 mm**



Erzeugen einer **FASE** mit folgenden Eigenschaften:
Modus $\Rightarrow$ **Länge1/Winkel**
Länge1 $\Rightarrow$ **7,5 mm**
Winkel $\Rightarrow$ **30 deg**



Die nächste **SKIZZE** mit insgesamt drei **Kreisen** (Durchmesser: **24 mm, 32 mm, 42 mm**) wird auf der Innenfläche des Gehäuses platziert.

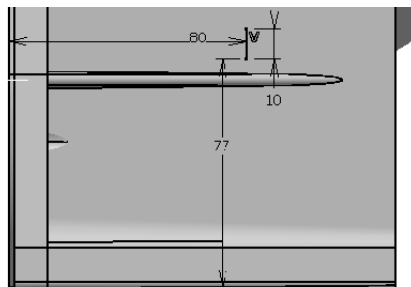


Diese Skizze nutzen wir für einen weiteren **MEHRFACHBLOCK** mit folgenden Ausprägungen:
Extrusionsdomäne1 ($d = 24 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **0 mm**
Extrusionsdomäne2 ($d = 32 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **32,5 mm**
Extrusionsdomäne3 ($d = 42 \text{ mm}$) $\Rightarrow$ **42,5 mm**



Diese Mehrfachblöcke (Lagersitze) müssen mit Rippen versehen werden. Dafür erzeugen wir eine SKIZZE in der zx-Ebene.

Wir erzeugen eine Linie mit einem horizontalen Abstand von **80 mm**, einem vertikalen Abstand von **77 mm**, zu den Ursprungsvektoren und einer Länge von **10 mm**.



Für die VERSTEIFUNG verwenden wir die Skizze und folgende Parameter:

Modus $\Rightarrow$ **von der Seite**

Aufmaß $\Rightarrow$ **3 mm**



Die Rippe wird vollständig VERRUNDET (drei Flächen der Rippe).

Radius $\Rightarrow$ **1 mm**.

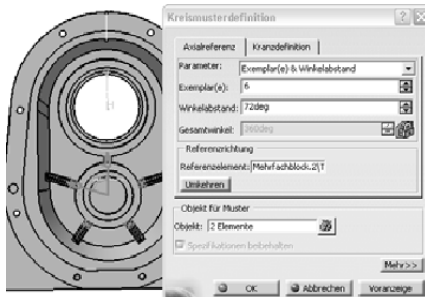


Die Rippe und die Verrundung wird mit folgenden Parametern GEMUSTERT:

Parameter $\Rightarrow$ **Exemplare & Winkelabstand**

Exemplare $\Rightarrow$ **5**

Winkel $\Rightarrow$ **72 deg**



Die Funktion *Rippe* erstellt ein Volumen bis zum nächsten Objekt. Aus diesem Grund werden alle Rippen bis zur Gehäusewand ausgeprägt.



Wir erstellen ein weiteres MUSTER der Verrundung und der Rippe mit den gleichen Eigenschaften. Als Referenzelement nutzen wir in diesem Fall die obere Lagerschale.



Wir erzeugen eine OFFSETEBENE (**Offset = 45,5 mm in positiver x-Richtung**). Die Referenzfläche ist die **yz-Ebene**.



Auf dieser Ebene erzeugen wir einen Kreis in einer SKIZZE mit einem Durchmesser **D = 50 mm**. Der Kreis ist konzentrisch zur unteren Lagerschale.

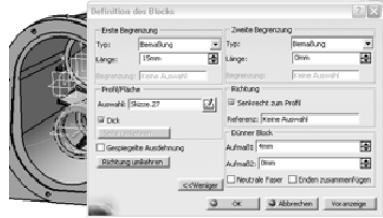


Diese Skizze wird ausgeprägt (BLOCK).

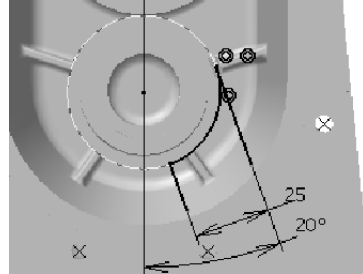
Länge $\Rightarrow$ 15 mm in positiver x-Richtung

Profil $\Rightarrow$ dick

Aufmaß1 $\Rightarrow$ 4 mm.



Auf der gleichen Ebene der vorherigen Skizze erzeugen wir eine weitere SKIZZE. Dabei leiten wir uns die Geometrie der unteren Lagerschale (vorherige Skizze) ab. Die Abstützung ist tangential zum äußeren Ring der Lagerschale. Die äußeren Punkte sind mit der Gehäusewand kongruent.



Diese Skizze wird für einen BLOCK genutzt (negative x-Richtung).

Länge $\Rightarrow$ 5 mm



Die letzte Ausprägung wird an der **zx-Ebene** GESPIEGELT.

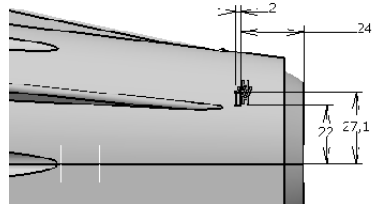


Die SKIZZE der Nut wird auf der zx-Ebene platziert. Wir nutzen die Funktion Rechteck und bemaßen diese vollständig.



Die Skizze wird mit der Funktion NUT rotiert.

Winkel $\Rightarrow$ 360 deg

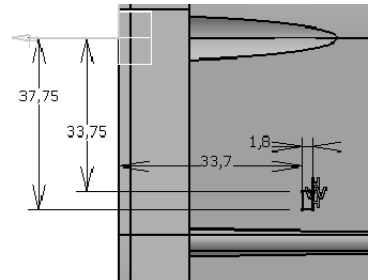


Die SKIZZE der Nut wird auf der zx-Ebene platziert. Wir nutzen die gleiche Funktion Rechteck wie in der vorherigen Skizze.



Die Skizze wird mit der Funktion NUT rotiert.

Winkel $\Rightarrow$ 360 deg





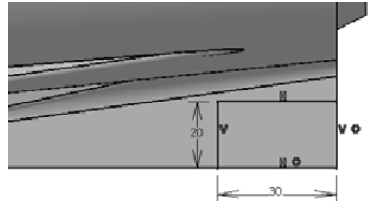
Wir erzeugen eine OFFSETEBENE:

Offset $\Rightarrow$ **80 mm in negativer z-Richtung**

Referenzfläche $\Rightarrow$ **xy-Ebene**



Auf dieser Ebene erzeugen wir eine SKIZZE für den Fuß des Gehäuses. Dafür nutzen wir die Funktion Rechteck.



Wir erzeugen einen BLOCK mit folgenden Eigenschaften:

Erste Begrenzung/ Länge $\Rightarrow$ **40 mm**

Zweite Begrenzung/ Länge $\Rightarrow$ **-30 mm**

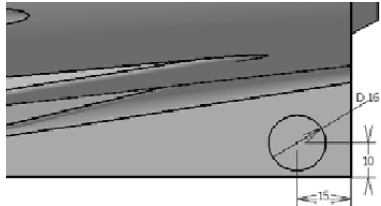


Um die Schrauben zu versenken, erzeugen wir zunächst eine weitere SKIZZE auf der erstellten Ebene.



Aus der Skizze erzeugen wir eine TASCHE in negativer z-Richtung

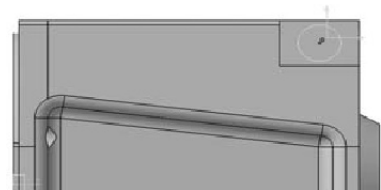
Tiefe $\Rightarrow$ 25mm



Auf dem Boden des Fußes erzeugen wir die BOHRUNG für die Befestigung. Der Bohrungsmittelpunkt ist konzentrisch zur Skizze der Tasche:

Bohrdurchmesser $\Rightarrow$ **9mm**

Bohrtyp $\Rightarrow$ **bis zum nächsten**



Zur Vervollständigung der Auflageflächen wird ein RECHTECKMUSTER erstellt. Block und Bohrung des Fußes werden gemeinsam gemustert. Dafür verwenden wir folgende Parameter:

Parameter $\Rightarrow$ **Exemplare & Abstand**

Exemplare $\Rightarrow$ **2**

Abstand x-Richtung $\Rightarrow$ **125 mm**

Abstand y-Richtung $\Rightarrow$ **90 mm**



Sind im CAD-Modell keine Referenzelemente für Muster vorhanden, können dafür Ebenen (z. B. Ursprungsebenen) verwendet werden.



Wir erzeugen die BOHRUNGEN für unsere Zentrierung:

Bohrdurchmesser $\Rightarrow$ **6,5 mm**

Bohrtiefe $\Rightarrow$ **10 mm**



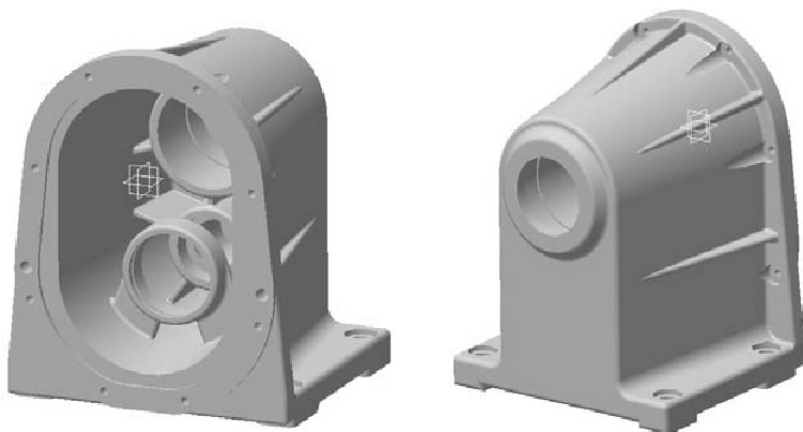
Die zweite Bohrung können wir durch die Funktion SPIEGELN erzeugen. Als Spiegelachse wählen wir die **zx-Ebene**.



Da unser CAD-Modell gegossen werden soll, können wir im letzten Schritt eigenständig alle VERRUNDUNGEN erzeugen. Zu empfehlen ist ein Radius von **1 mm**. Alle nachbearbeiteten Bereiche, wie z. B. Lagersitze oder Senkbohrungen, werden nicht verrundet.



Es bietet sich an, mehrere Verrundungsfeature zu verwenden. Bei komplexen Geometrien muss die Reihenfolge von Verrundungen beachtet werden. Eine unterschiedliche Reihenfolge kann zu ungleichen Ergebnissen führen.



Das Gehäuse kann unter dem Namen „Abtriebsseite“ GESPEICHERT werden.

3.11 Anpassung von Teilverlagen

Bevor die Baugruppe vollständig zusammengebaut werden kann, benötigen wir noch einige Teile. Diese müssen jedoch nicht neu erzeugt werden, sondern können aus den bereits modellierten Teilen abgeleitet werden.

Zahnrad 1



Wir öffnen ein neues Part und fügen das erzeugte POWERCOPY ein:



Einfügen ⇒ Exemplar von Dokument erzeugen ⇒ im Dateiauswahl-dialog das Zahnrad auswählen ⇒ OK

Dieses POWERCOPY benötigt zum Einbau Referenzebenen. Klicken wir auf „identische Namen verwenden“, werden die yz-Ebene aus dem Powercopy mit der yz-Ebene aus dem neuen Teil gleich gesetzt. Das Gleiche passiert auch mit der zx-Ebene.

Es können aber auch interaktiv andere Ebenen gewählt werden.

Anschließend können wir über Parameter unseren veröffentlichten Parameter verändern.

Ziel $\Rightarrow$ **nach Hauptkörper** (da Formel und Parameter verbaut werden, müssen diese nach dem Hauptkörper eingebaut werden)

Für das erste Zahnrad vergeben wir folgende Parameter

Breite $\Rightarrow$ **20 mm**

Zähnezahl $\Rightarrow$ **47**

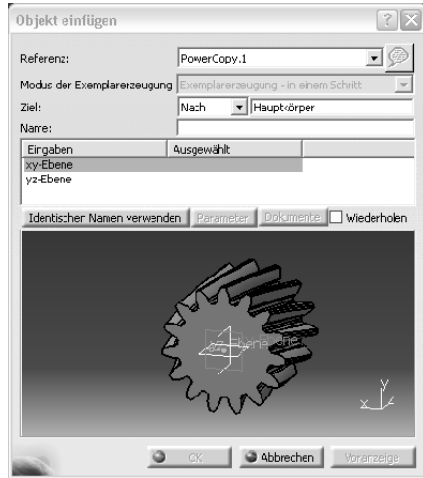
Abstand auf dem Kopfkreis $\Rightarrow$ **0,577 mm**

Abstand auf dem Grundkreis $\Rightarrow$ **1,58 mm**

Abstand auf dem Teilkreis $\Rightarrow$ **1,178 mm**

Abstand auf dem Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1,456 mm** und

Schrägungswinkel $\Rightarrow$ **85 deg**



Anschließend bestätigen wir das Dialogfenster. Das Zahnrad wird mit den neuen Parameterwerten erzeugt.



Aufgrund der komplexen Geometrie wird das Einfügen des Powercopies einige Sekunden in Anspruch nehmen.

*Es ist wichtig, dass alle neuen Formelemente im Hauptkörper erzeugt werden. Nach dem Einfügen ist der Körper des Zahnrades nicht als Hauptkörper definiert. Dafür **RMT auf Körper.2 $\Rightarrow$ Objekt Körper.2 $\Rightarrow$ Hauptkörper ändern.***



Wir erzeugen eine SKIZZE auf einer planaren Fläche des Zahnrades (Sketcher). Die Skizze enthält einen Kreis.

Durchmesser $\Rightarrow$ **42 mm**



Die erzeugte Skizze wird mit der Funktion **BLOCK** ausgeprägt.

Länge $\Rightarrow$ **4 mm**

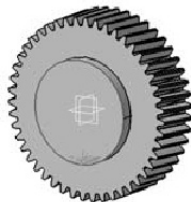


Am Ende des Blocks bringen wir eine **FASE** an:

Modus $\Rightarrow$ **Länge.1/Winkel**

Länge.1 $\Rightarrow$ **2 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **45 deg**



Um das Zahnrad auf die Welle aufbringen zu können, erzeugen wir eine **Tasche**. Hierfür in den **SKETCHER** wechseln und folgendes Skizzeprofil erzeugen:

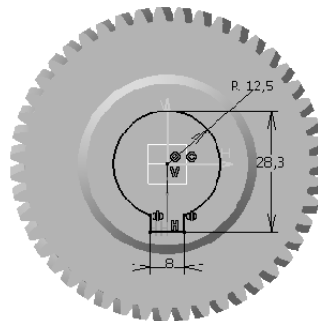


Wir erzeugen ein **SCHLÜSSEL-LOCHPROFIL** mit

Radius $\Rightarrow$ **12,5 mm**

Breite $\Rightarrow$ **8 mm**

Abstand zum Kreis $\Rightarrow$ **28,3 mm**



Aus dieser Skizze erzeugen wir eine **TASCHE** über die gesamte Breite.



Zum Schluss **SPEICHERN** des Zahnrades unter „Zahnrad_47_8“.

Zahnrad 2



Das Zahnrad wird auf dem gleichen Weg wie das erste Zahnrad erzeugt.



Für das **EINFÜGEN DES POWERCOPYS** verwenden wir folgende Parameter:

Breite $\Rightarrow$ **10,6 mm**

Zähnezahl $\Rightarrow$ **47**

Abstand auf dem Kopfkreis $\Rightarrow$ **0,577 mm**

Abstand auf dem Grundkreis $\Rightarrow$ **1,58 mm**

Abstand auf dem Teilkreis $\Rightarrow$ **1,178 mm**

Abstand auf dem Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1,456 mm**

Schrägungswinkel $\Rightarrow$ **85 deg**



Der Aufsatz wird aus einem **BLOCK** vom Durchmesser von **35 mm** und einem Aufsatz von **11 mm** gebildet.



Am Ende des Blocks bringen wir eine FASE an:

Modus $\Rightarrow$ **Länge.1/Winkel**

Länge.1 $\Rightarrow$ **3,5 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **45 deg**



Die SKIZZE für die Tasche wird durch folgende Parameter beschrieben:

Radius $\Rightarrow$ **10 mm**



Breite der Nut $\Rightarrow$ **6 mm**

Entfernung Nutbodenfläche-Radius (vgl. S. 76) $\Rightarrow$ **22,3 mm**



Zum Schluss **SPEICHERN** des Zahnrades unter „Zahnrad_47_106“.

Zahnrad 3



Für das **EINFÜGEN DES POWERCOPYS** verwenden wir folgende Parameter:

Breite $\Rightarrow$ **15 mm**

Zähnezahl $\Rightarrow$ **27**

Abstand auf dem Kopfkreis $\Rightarrow$ **0,546 mm**

Abstand auf dem Grundkreis $\Rightarrow$ **1,39 mm**

Abstand auf dem Teilkreis $\Rightarrow$ **1,178 mm**

Abstand auf dem Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1,33 mm**

Schrägungswinkel $\Rightarrow$ **85 deg**



Der Aufsatz wird durch einen **BLOCK** mit den Parametern:

Länge $\Rightarrow$ **10 mm**

Durchmesser $\Rightarrow$ **25 mm** beschrieben.



Wir versehen unser Modell mit zwei FASEN:

Modus $\Rightarrow$ **Länge.1/Winkel**

Länge.1 $\Rightarrow$ **3,5 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **45 deg**



Anschließend eine axiale **BOHRUNG** durch das Zahnrad erzeugen.

Konzentrisch zum Zahnrad mit

Durchmesser $\Rightarrow$ **13 mm**.





Dieses Zahnrad wird mit einem Stift axial fixiert. Zur Definition der axialen Bohrung benötigen wir eine Ebene als Stützelement.



Die EBENE wird über folgende Parameter definiert:

Typ $\Rightarrow$ **Offset von Ebene**

Referenz $\Rightarrow$ **xy-Ebene**

Offset $\Rightarrow$ **12,5 mm**



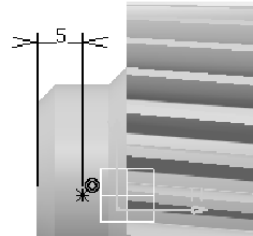
Auf dieser Ebene wird nun die BOHRUNG mit folgenden Parametern erzeugt:

Bohrtyp $\Rightarrow$ **bis zum nächsten**

Bohrungsdurchmesser $\Rightarrow$ **4 mm**



Wir können unser vollständiges Zahnrad unter dem Namen „Zahnrad_27_15“ **SPEICHERN**.



Ritzelwelle

Auch die Ritzelwelle kann mit Hilfe des POWERCOPYS aufgebaut werden. Dafür verwenden wir folgende Parameter:

Breite $\Rightarrow$ **24 mm**

Zähnezahl $\Rightarrow$ **27**

Halbe Zahndicke Kopfkreis $\Rightarrow$ **0,548 mm**

Halbe Zahndicke Grundkreis $\Rightarrow$ **1,4 mm**

Halbe Zahndicke Teilkreis $\Rightarrow$ **1,178 mm**

Halbe Zahndicke Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1,337 mm** und

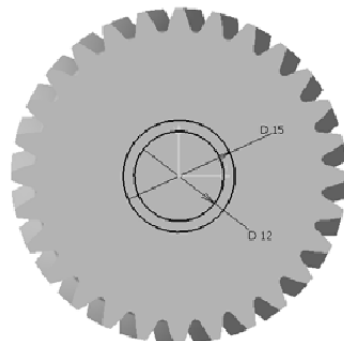
Schrägungswinkel $\Rightarrow$ **85 deg**



Zunächst erzeugen wir einen Mehrfachblock auf der xy-Ebene. Dafür erzeugen wir im SKETCHER zwei Kreise konzentrisch zum Zahnrad:

Durchmesser1 $\Rightarrow$ **15 mm**

Durchmesser2 $\Rightarrow$ **12 mm**



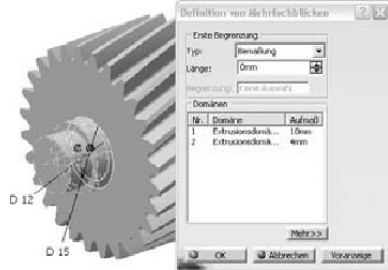


Beide Wellenzapfen erzeugen wir mit einem MEHRFACHBLOCK. Dafür verwenden wir folgende Parameter:

Extrusionsdomäne1 $\Rightarrow$ **10 mm** (kleiner Kreis)

Extrusionsdomäne2 $\Rightarrow$ **4 mm** (großer Kreis)

Zur Manipulation müssen die Extrusionsdomänen angeklickt und seine Parameter verändert werden.



Der Mehrfachblock ist eine Kombination aus zwei einzelnen Blöcken. Die Extrusionsdomäne 1 bezieht sich auf den Kreis mit dem Durchmesser von 12 mm. Die Extrusionsdomäne 2 bezieht sich auf den Kreis mit dem Durchmesser von 15 mm.



Am Ende des Wellenzapfens erzeugen wir eine FASE:

Modus $\Rightarrow$ **Länge.1/Winkel**

Länge.1 $\Rightarrow$ **1 mm**

Winkel $\Rightarrow$ **45 deg**



Der andere Wellenzapfen wird auch durch einen Mehrfachblock erzeugt. Dafür erzeugen wir im SKETCHER zwei Kreise konzentrisch zum Zahnrad:

Durchmesser1 $\Rightarrow$ **20 mm**

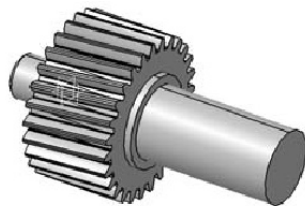
Durchmesser2 $\Rightarrow$ **25 mm**



Der MEHRFACHBLOCK wird durch folgende Parameter definiert:

Extrusionsdomäne1 $\Rightarrow$ **40 mm**

Extrusionsdomäne2 $\Rightarrow$ **1 mm**



Anschließend erzeugen wir am langen Wellenabsatz eine Nut für eine Passfeder. Hierfür ist vorher eine HILFSEBENE notwendig.

Typ $\Rightarrow$ **Offset von Ebene**

Referenz $\Rightarrow$ **zx-Ebene**

Offset $\Rightarrow$ **10 mm**



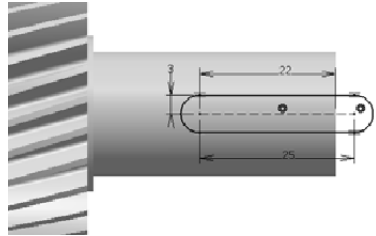
Auf dieser Ebene erzeugen wir nun eine SKIZZE:



Abstand $\Rightarrow$ **22 mm**

Länge $\Rightarrow$ **25 mm**

Radius $\Rightarrow$ **3 mm**



Anschließend verlassen wir den Sketcher und erzeugen eine TASCHE aus der Skizze:

Tiefe $\Rightarrow$ **3 mm**

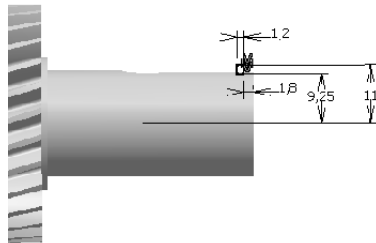


Für den Sicherungsring erzeugen wir eine SKIZZE auf der xy-Ebene.

Entfernung von der Achse $\Rightarrow$ **9,25 mm**

Breite $\Rightarrow$ **1,2 mm**

Entfernung zum Wellenende $\Rightarrow$ **1,8 mm**



Diese Skizze wird mit der Funktion NUT rotiert.

Winkel $\Rightarrow$ **360 deg**

Rotationsachse $\Rightarrow$ **x-Achse**



Wir **SPEICHERN** unser vollständiges Ritzel unter dem Namen „Ritzel“.

Erzeugen der Kugellager

In der Getriebebaugruppe sind insgesamt 6 Kugellager enthalten. Wir erzeugen diese, indem wir das bereits modellierte Kugellager öffnen, die Parameter entsprechend anpassen und es unter einem neuen Namen abspeichern.

Um diese möglichst schnell zu erzeugen, ergänzen wir, falls nötig, die zugehörige Konstruktionstabelle um die Werte für die benötigten 6 Kugellager.

Tabelle 1: Kugellagerparameter

D(mm)	D1(mm)	B(mm)	d1(mm)	d(mm)	r12(mm)	kr(mm)
52	40	15	34,4	25	1	4,8
32	26	10	18,2	12	0,6	3,9
40	32,8	12	24,2	17	0,6	4,3
42	35	12	27	20	0,6	4
42	33,9	13	23,7	15	1	5,1

Mit der Auswahl einer Zeile in der Konstruktionstabelle werden die Parameter einer Kugellagervariante aktiviert.

(Tabelle im Strukturbaum aufrufen ⇒ Variante auswählen ⇒ bestätigen)



Vorher müssen wir im Speicherdialogfeld das Kästchen „als neues Dokument sichern“ anklicken!!



Nachdem die jeweiligen Parameter geändert wurden, über **Datei ⇒ Speichern unter...** ⇒ spez. Dateinamen eingeben ⇒ **OK**.

Erzeugen der Dichtung

Wir möchten die Flanschfläche der Antriebsseite (Teil muss geöffnet werden) auch für die Dichtung nutzen. Die Ableitung der Fläche wird kopiert (**RMT auf Ableitung ⇒ kopieren**). Diese Ableitung wird im geometrischen Set als Verknüpfung eingefügt (**RMT auf Flansch ⇒ Einfügen Spezial ⇒ als Ergebnis mit Verknüpfung**).



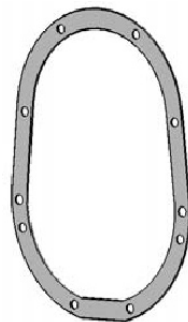
Wir können die Fläche mit der Funktion **AUFMAßFLÄCHE** extrudieren und somit das Volumen erzeugen.

Erster Offset ⇒ **1 mm**



Anschließend werden alle Kanten **VERRUNDET**.

Radius ⇒ **0,5 mm**



Wir **SPEICHERN** unser die Dichtung unter dem Namen „Dichtung“.

4 Drafting (Zeichnungserstellung)

Die Drafting-Umgebung dient zum Erstellen von technischen Zeichnungen. Von bereits vorhandenen Volumenkörpern kann die Geometrie abgeleitet und als Zeichnung abgebildet werden. Es ist nur bedingt möglich, aus einer Zeichnung ein 3D-Modell abzuleiten.

Weiterhin bietet die Drafting-Umgebung die Möglichkeit, vollständig eigene Zeichnungen zu erstellen.

4.1 Grundlagen

Öffnen einer Zeichnung ohne Teilevorlage



Öffnet man die DRAFTINGUMGEBUNG wenn noch kein weiteres Teil geöffnet wurde, über **Start** ⇒ **Mechanische Konstruktion** ⇒ **Drafting**, kann das Format einer leeren Zeichnung ausgewählt werden. Das Format sowie die Blattdarstellung kann beliebig verändert werden.



Der Strukturbaum einer Zeichnung enthält alle Blätter und Ansichtstypen.

Ist ein Drafting-Dokument geöffnet, lassen sich die Eigenschaften eines Blattes über **RMT**(auf das jeweilige Blatt im Strukturbaum) ⇒ **Eigenschaften** verändern.

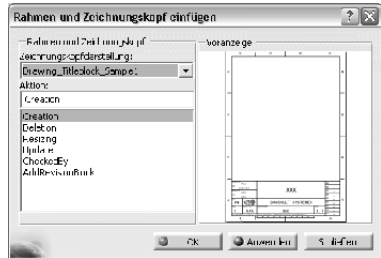
Hier können unter anderem die Größe und Ausrichtung des Blattes, sowie der Maßstab festgelegt werden.



Jedes Zeichnungsobjekt verfügt über zwei Arbeitsebenen (Arbeitsansicht und Blatthintergrund). Es bietet sich an, den Rahmen, Tabellen oder Texte (z. B. Normen) auf den Blatthintergrund abzulegen. Alle anderen Elemente werden in der Arbeitsansicht positioniert.



Wir wechseln zur Rahmenerzeugung zum **BLATTHINTERGRUND (Bearbeiten ⇒ Blatthintergrund)**. Hier kann eine von vielen verschiedenen Vorlagen ausgewählt und eingefügt werden. Bei einer nachträglichen Größenänderung des Blattes kann der Rahmen im Aktionsfeld angepasst werden.



Bei der Erzeugung der Rahmen und Schriftfelder ist es wichtig, dass die richtige Blattgröße vorher eingestellt wurde, denn der Rahmen wird bei der Erzeugung automatisch an die vorhandene Blattgröße angepasst. Ändert man die Größe hinterher, so verändert sich der Rahmen nicht mit!



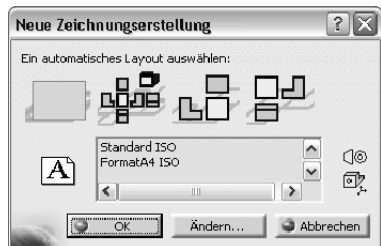
Nach der Erzeugung können die Texte im Schriftfeld bearbeitet werden (LMT Doppelklick).

Zum Erzeugen neuer Textfelder nutzen wir die Funktion TEXT. Anschließend können wir wieder zu den Arbeitsansichten wechseln.

Erstellen einer Zeichnung mit einem geöffnetem Teil



Wurde ein Teil oder eine Baugruppe gerade erstellt, so ändert man die Umgebung ebenfalls über **Start ⇒ Mechanische Konstruktion ⇒ Drafting**. Wir haben die Möglichkeit, eine Zeichnung mit mehreren Ansichten zu erzeugen.



Unter **Ändern** kann die Blattgröße und -ausrichtung angepasst werden.

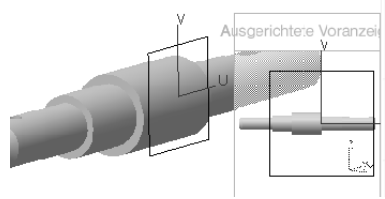
Erstellen von verschiedenen Einzelansichten



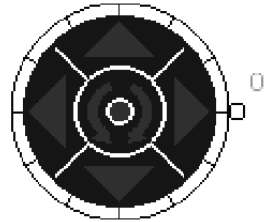
*Alle Ansichten, Zeichnungsbeschriftungen und Bemaßungen werden in der Arbeitsebene erzeugt. Die folgenden Schritte beschreiben das manuelle Einfügen einzelner Ansichten. Wir öffnen die **Antriebswelle**.*



Wir aktivieren die Funktion **VORDERANSICHT**. Anschließend müssen wir im 3D-Modell (beide Fenster können über **Fenster ⇒ Nebeneinander Anordnen** angezeigt werden) eine Ebene zum Ausrichten des Bauteils auswählen. Eine Vorschau wird in der linken Ecke visualisiert.



Die Ansicht erscheint auf dem Zeichnungsblatt. Mit Hilfe des Navigationsrades kann die erzeugte Ansicht manipuliert werden. Durch die Pfeile und den Punkt wird die Ansicht um definierte Winkel im Raum verdreht.



Die Schrittweiten der Verdrehung lassen sich RMT auf dem grünen Punkt verändern. Durch LMT im freien Raum wird die Ansicht fixiert. Zum Erzeugen von weiteren Ansichten bietet die Toolleiste unter anderem folgende Funktionen:



PROJIZIERTE ANSICHTEN erzeugen die Standardansichten (Vorder-, Seiten- und Rückansicht). Hierfür ziehen wir die Maus auf die gewünschte Stelle auf dem Zeichnungsblatt. Die Ansicht wird mit der LMT bestätigt.



HILFSANSICHT erzeugt eine Ansicht in einem bestimmten, selbst gewählten Winkel, ausgehend vom aktivierten Teil. Der Winkel wird über das Zeichnen einer Linie bestimmt.



Zur Erzeugung von **ISOMETRISCHEN ANSICHTEN** müssen wir im 3D-Modell (ähnlich der Funktion Vorderansicht) eine Ebene oder Rotationsachse wählen.



Alle **ANSICHTEN** sind mit einem **RAHMEN** versehen. Dieser kann über die Funktion Display View Frame aktiviert und deaktiviert werden. Die aktive Ansicht wird durch einen roten Rahmen gekennzeichnet. Die Positionen der Ansichten können durch das Verschieben des Rahmens verändert werden.



Werden Funktionen in der Drafting-Umgebung ausgeführt müssen die dafür notwendigen Ansichten aktiviert sein. (Doppelklick LMT).



Wurden Ansichten von der Vorderansicht abgeleitet, so lassen sich diese nur in eine Richtung verschieben, um den Bezug zur Vorderansicht zu erhalten.

Soll eine Ansicht an einen beliebigen Ort verschoben werden, so muss diese vorher isoliert werden. Dafür RMT auf die jeweilige **Ansicht** ⇒ **Objekt Ansicht** ⇒ **Isolieren**.

Erstellen von Ansichten mit dem Assistenten



Der ASSISTENT bietet verschiedenen Projektionsmethoden (linke Leiste).

Des Weiteren kann ein Mindestabstand aller Ansichten verändert werden. Der Schritt 2 (**weiter**) bietet die Möglichkeit, einzelne Ansichten hinzuzufügen. Diese können beliebig im Raster positioniert werden. Mit **RMT auf eine Ansicht** ⇒ **Löschen** können Ansichten einfach gelöscht werden.

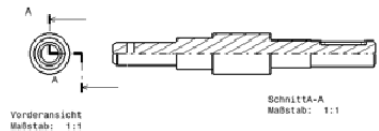
Der Dialog wird mit **Beenden** bestätigt. Anschließend müssen wir wieder eine Ebene im 3D-Modell wählen.



Bearbeiten von Ansichten



VOLLSCHNITTE oder abgesetzte Schnitte können mit der Funktion **abgesetzter Schnitt** erzeugt werden. Die Schnittkontur wird über eine Linie in der aktuellen Ansicht gezeichnet.



Die **SCHNITTRICHTUNG** kann mit einem **Doppelklick LMT** geändert werden (**Blickrichtung umkehren**). Anschließend können wir diese Umgebung wieder verlassen.



Der **AUSGERICHTETE SCHNITT** dient zum Erzeugen von Winkelschnitten.



Die **3D-Schnitte** erzeugen nur die tatsächliche Schnittkontur. Alle Elemente im Hintergrund werden nicht angezeigt.



DETAILANSICHTEN dienen zum Vergrößern von Details. Die Umrandung des Details kann mit einem beliebigen Profil oder einem Kreis abgegrenzt werden. Nach dem Aufruf der Funktion muss dieses gezeichnet werden (das Profil muss geschlossen sein).



Der Maßstab des Details kann über die Eigenschaften verändert werden (**RMT auf den Rahmen** $\Rightarrow$ **Eigenschaften**). Das Schriftfeld mit der Bezeichnung kann direkt in der Ansicht editiert werden.



CLIPPINGANSICHTEN werden auf dem gleichen Weg erzeugt. Dadurch wird nur ein bestimmter Bereich eines Bauteils dargestellt.

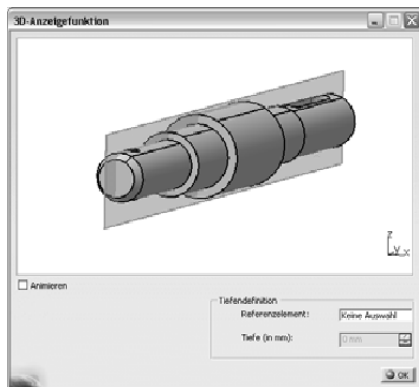


Soll ein langes Bauteil verkürzt dargestellt werden, kann die Funktion **AUFBRECHEN EINER ANSICHT** genutzt werden. Nach der Aktivierung der Funktion werden die Stellen, an denen die Ansicht aufgebrochen werden soll, durch Doppelklicken markiert und bestätigt. Der Teil zwischen den beiden markierten Stellen wird nun nicht mehr dargestellt und die Ansicht verkürzt abgebildet.



Der **AUSBRUCH** wird über ein Profil in einer Ansicht (kongruent zur Detaildarstellung) gekennzeichnet. In diesem Beispiel wird die Ausbruchsebene auf der Achse positioniert.

Bei komplexeren Bauteilen kann die Ausbruchsebene beliebig verschoben werden. Dafür muss im Drafting-Dokument ein Referenzelement gewählt werden.



Aufbereiten von Ansichten



Um Elemente in eine Ansicht einzufügen zu können, ist es wichtig, vorher die jeweilige Ansicht zu aktivieren! Es können immer nur Elemente als Referenz angegeben werden, die zur jeweils aktiven Ansicht gehören.

Symmetrielinien



Zum Erzeugen einer **MITTELLINIE** aktivieren wir die Funktion und wählen anschließend die gewünschte Bohrung aus.



Für die **MITTELLINIE MIT REFERENZ** wählen wir zuerst die Bohrung und anschließend die Referenz aus. Die erzeugten Mittellinien werden an dieser Referenz ausgerichtet.



Zum Erzeugen eines **GEWINDES** aktivieren wir die Funktion Gewinde oder Gewinde mit Referenz. Die Vorgehensweise zur Erstellung ist analog zur Erzeugung von Mittellinien.



Eine SYMMETRIELINIE erzeugen wir mit der Funktion Achslinie. Wir benötigen zwei Referenzlinien, zwischen denen eine Symmetrieachse erzeugt werden soll.

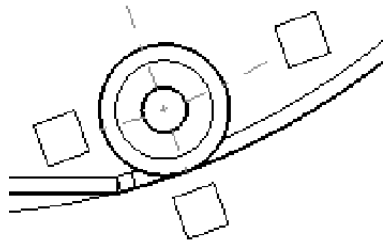


Über ACHSLINIE UND MITTELLINIE werden nach Auswahl von zwei Bohrungen sowohl Mittellinien in den Bohrungen als auch eine Achslinie, die durch die Mittelpunkte beider Bohrungen verläuft, erzeugt.



Alle Achsen können beliebig verlängert werden. Dies geschieht durch das Ziehen an Kästchen nach der Aktivierung der Achse.

*Soll nur eine Seite der Achse verlängert werden, so müssen wir zusätzlich die **Strg-Taste** gedrückt halten.*



Bemaßungen

Für die vollständige Bemaßung stehen uns verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

Es kann zum Beispiel gewählt werden zwischen:



LÄNGEN-/ABSTANDSBEMABUNGEN



WINKELBEMABUNG



RADIUSBEMABUNG



DURCHMESSERBEMABUNG

Zur Positionierung müssen wir lediglich die Elemente auswählen und das Maß durch das Klicken im Grafikbereich bestätigen.

Nach Aktivierung der Längen/ Abstands-Bemaßungsfunktion erscheint das Menü Toolauswahl, womit sich die Ausrichtung der Maßlinien steuern lässt.



Um ein Maß nachträglich bearbeiten zu können, müssen wir dieses auswählen (**RMT** $\Rightarrow$ **Eigenschaften**). In diesem Menü können über verschiedene Registerkarten zum Beispiel die Art der Pfeile oder die Schriftgröße und -art verändert werden.

Auch Prä- und Suffixe (wie z. B. Durchmesser) und Toleranzangaben können hinzugefügt werden.

Sollen mehrere Maße gleichzeitig geändert werden, müssen wir alle zu ändernden Maße markieren (Mehrfachauswahl mit der Maus) und über RMT auf eins der ausgewählten Maße die Einstellungen unter Eigenschaften ändern.



Voreinstellungen, die diese Einstellungen für Maße vorab festlegen, sind in einem xml-File gespeichert und können nur im Administrator-Modus vorgenommen werden.

Anmerkungen und Bezugselemente

Zur eindeutigen Beschreibung von Geometrien stehen uns verschiedene Bezugselemente zur Verfügung. Bei der Ausführung dieser Funktionen müssen nach dem Aufruf nur das Geometrieelement angewählt werden.



BEZUGSELEMENTE



GEOMETRISCHE TOLERANZEN



TEXTE



TEXT MIT BEZUGSLINIE



REFERENZKREISE



RAUHIGKEITEN



SCHWEIßBESCHRIFTUNGEN



PFEILE ERZEUGEN



Nachträgliche **SCHRAFFUREN** können automatisch oder manuell erstellt werden. Bei einer automatischen Erstellung muss nur der zu schraffierende Bereich angewählt werden (LMT). Bei einer manuellen Schraffur müssen alle Begrenzungselemente ausgewählt werden.

4.2 Zeichnungsableitung der Antriebswelle



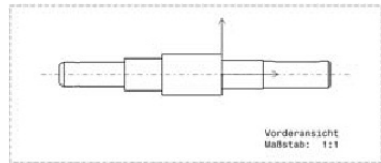
Wir erstellen von der Antriebswelle eine Zeichnung. Dafür öffnen wir das 3D-Modell der Antriebswelle.



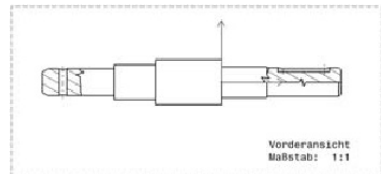
Anschließend wechseln wir über **Start ⇒ Mechanische Konstruktion ⇒ Drafting** in die ZEICHNUNGsumgebung. Im Kontextmenü wählen wir das leere Zeichnungsblatt aus und setzen die Blattgröße auf das Format A3 (Querformat).



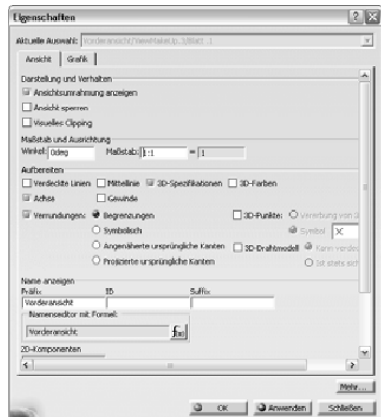
Wir fügen unsere erste ANSICHT ein. Dafür wählen wir eine Stirnfläche der Welle im 3D-Modell aus und drehen die Ansicht im Drafting-Dokument zu einer Vorderansicht.



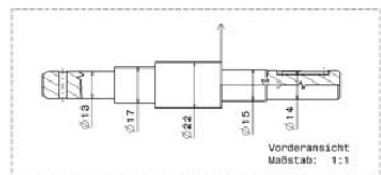
Wir erzeugen einen AUSBRUCH für die Durchgangsbohrung und die Passfedernut. Die Ausbruchsebene verläuft die Mittelachse und muss nicht verändert werden.



Unsere Vorderansicht kann über die Eigenschaften bearbeitet werden. (im Strukturbaum **Vorderansicht ⇒ RMT ⇒ Eigenschaften** oder Rahmen **⇒ RMT ⇒ Eigenschaften**). Im Bereich Aufbereiten müssen wir die Achsen aktivieren.



Wir können mit der Bemaßung beginnen. Hierfür wählen wir die Funktion DURCHMESSERBEMÄßUNG. Es muss nur eine Seite des Wellenabsatzes angewählt werden. Die zweite Kante wird automatisch erkannt.





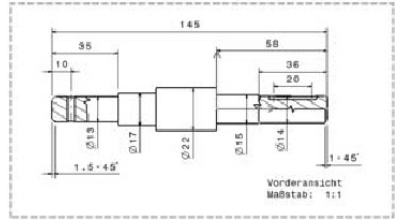
Wir können die Längen der Wellenabsätze mit der Funktion Längen-/ABSTANDSBEMÄßUNG bemaßen.



Für die FASENBEMÄßUNG wählen wir in der Toolbar folgende Eigenschaften:

⇒ **Länge x Winkel**

⇒ **zwei Symbole**



Alle Maßpfeile können über die Eigenschaften gefüllt werden. Weiterhin können wir Toleranzen oder Oberflächenangaben antragen.

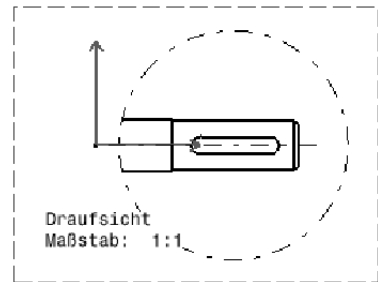
Anschließend erzeugen wir eine projizierte Draufsicht.



In dieser BEGRENZUNGSANSICHT können wir die Paßfeder vollständig bemaßen.

Die Begrenzungsansicht wird häufig zur eindeutigen Bestimmung von kleinen Bereichen großer Bauteile verwendet.

Alle fehlenden Maße können vollständig angetragen werden.



Als Letztes wird das Schriftfeld eingefügt. Dazu müssen wir in den Blatthintergrund wechseln (**Bearbeiten** ⇒ **Blatthintergrund**).



Zur Erzeugung des Schriftfeldes aktivieren wir die Funktion RAHMENERZEUGUNG, wählen den gewünschten Rahmen aus und bestätigen das Dialogfeld. Anschließend können alle Textfelder ausgefüllt werden.

5 Assembly (Baugruppenerstellung)



Das ASSEMBLY-DESIGN ermöglicht die Positionierung mehrerer Einzelteile oder Unterbaugruppen zueinander.

Wir öffnen ein neues Dokument (Product) oder öffnen die Umgebung über einen Wechsel aus dem PART-DESIGN zum ASSEMBLY-DESIGN mit **Start ⇒ Mechanische Konstruktion ⇒ Assembly Design**.

5.1 Einfügen von Komponenten

Eine Baugruppe kann aus Einzelteilen und aus Unterbaugruppen bestehen. Alle Zusammenbaubedingungen werden in dem zusätzlichen Knoten Bedingung gespeichert.

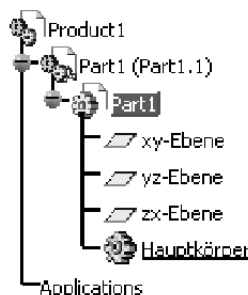


Zum Einfügen von beliebigen bereits vorhandenen Teilen wählen wir die Funktion VORHANDENE KOMPONENTE. Anschließend muss das Ziel definiert werden. Dafür klicken (LMT) wir auf **Product1** im Strukturbaum. Das Einzelteil wird dem Product1 untergeordnet.



Leere Teile können über die Funktion TEIL einem Produkt untergeordnet werden. Zum Einfügen muss wieder ein Zielformat definiert werden (z. B. **Product1**).

Zum Bearbeiten des Teils muss das Part1 (LMT **Doppelklick**) aktiviert werden. Dabei wechseln wir automatisch in die Teileumgebung (z. B. Part Design).



Das neue Teil kann mit Informationen (z. B. Geometrie) gefüllt werden. Die Baugruppe wird wieder mit einem LMT-Doppelklick aktiviert. Alle Funktionen zur Baugruppenerstellung stehen uns wieder zur Verfügung.



Unterbaugruppen können über die Funktion PRODUKT eingefügt werden.

Neue Teile und neu eingefügte Unterbaugruppen werden beim Speichern der Baugruppe als neues Teil bzw. neues Produkt in einer separaten Datei abgespeichert.



Die Funktion KOMPONENTE erzeugt eine neue Unterbaugruppe. Komponenten werden im Gegensatz zum Produkt nicht als separate Datei abgelegt.

5.2 Bewegen von Teilen und Komponenten

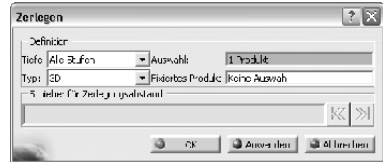


Es werden häufig beim Einbau mehrere Teile an die gleiche Stelle geladen. Zum einfachen Zusammenbau werden verschiedene Funktionen zur Verfügung gestellt.



Die Funktion ZERLEGEN verschiebt alle Teile so im Raum, dass sie nicht mehr übereinander liegen.

Die Position eines fixierten Teils ändert sich nicht.



Einzelteile können durch die MANIPULATION in bestimmte Richtungen verschoben werden:

- I. Verschieben entlang einer Achse
- II. Verschieben entlang einer Ebene
- III. Rotation um eine Achse.

Hierfür können sowohl die 3 Hauptachsen als auch eigene Achsen aus den Bauteilen verwendet werden.



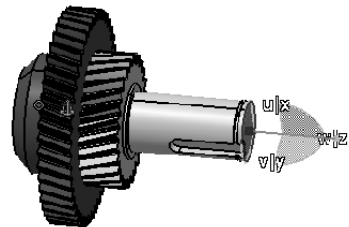
Wird die Funktion „in Bezug auf Bedingung“ aktiviert, werden nur Bewegungen zugelassen, welche sich aufgrund der Bedingungen ergeben.



Alternativ lassen sich Bauteile durch den KOMPASS frei im Raum bewegen.

Der Kompass kann frei an beliebigen Flächen eines Bauteils positioniert werden. Er richtet sich automatisch an den jeweiligen Koordinaten einer Komponente aus.

Zum freien Navigieren kann er an seinen eigenen Achsen gezogen werden.



Mit der Funktion VERSETZEN lassen sich Bauteile schnell an anderen Bauteilen ausrichten.

Dazu wählt man beispielsweise zwei Flächen verschiedener Komponenten nacheinander an und beendet die Funktion. Die beiden Flächen werden nun aufeinander positioniert. Die Richtungen der Normalenvektoren können durch die grünen Pfeile verändert werden.

5.3 Erstellen von Bedingungen



Für die Positionierung der Bauteile zueinander stehen nun verschiedene Bedingungen zur Verfügung. Im Unterschied zu dem Bewegen werden diese Positionen gespeichert und aktualisieren sich z. B. bei Änderungen der Geometrie.



KONGRUENZBEDINGUNG

Achsen und Kanten verschiedener Körper können kongruent angeordnet werden.



KONTAKTBEDINGUNG

positioniert zwei ausgewählte Flächen verschiedener Teile aufeinander



OFFSETBEDINGUNG

Diese Bedingung bezieht sich ebenfalls auf Flächen der Teile, mit dem Unterschied, dass ein Offset (Abstand) zwischen diesen Flächen definiert werden kann



WINKELBEDINGUNG

Sowohl Flächen als auch Kanten können ausgewählt und über einen Winkel zueinander ausgerichtet werden



**KOMPONENTE
FIXIEREN**

Wird ein Teil mit dieser Bedingung versehen, so wird der momentane Ort im Raum für dieses Teil fixiert. Andere Teile können nun an diesem Teil ausgerichtet werden



GRUPPIEREN

Gruppierte Elemente verhalten sich bei Animationen, als wären sie ein Teil



**BEDINGUNGEN
ÄNDERN**

Die Funktion ermöglicht das leichte Ändern von Bedingungen. Wird eine Bedingung ausgewählt, schlägt das System Alternativen zu dieser Bedingung vor



**MUSTER WIEDER VER-
WENDEN**

Erstellte Muster können beim Modellieren für Einzelteile wieder verwendet werden

5.4 Aufbereiten von Baugruppen



Alle Elemente und Bedingungen können in den nicht SICHTBAREN BEREICH verschoben werden.



Bei verschiedenen Veränderungen müssen wir das Produkt AKTUALISIEREN. Alle Verknüpfungen und Bedingungen werden neu berechnet.

Soll eine automatische Aktualisierung erfolgen, müssen wir dieses in den Optionen einstellen:

Tools ⇒ Optionen ⇒ Mechanische Konstruktion ⇒ Assembly Design ⇒ Registerkarte Allgemein ⇒ Aktualisieren



Eine manuelle Aktualisierung ist empfehlenswert, weil dadurch ein zügigeres Arbeiten gewährleistet werden kann.

Lokale Aktualisierungen sind durch RMT auf Einzelteil im Strukturbau ⇒ Aktualisieren möglich.



Normteile wie z. B. Schrauben oder Muttern müssen nicht modelliert werden. Sie stehen in einem KATALOG zur Verfügung. Zum Einfügen öffnen wir den **Katalogbrowser ⇒ wählen das gewünschte Normteil aus ⇒ bestätigen unser Element mit einem Doppelklick.**

Zum Verlassen des Katalogbrowsers klicken wir auf Schließen.

Das Teil wird in die aktuelle (im Strukturbau blau hinterlegt) Baugruppe eingefügt.



Des Weiteren steht ein Katalog mit den gebräuchlichsten Materialien zur Verfügung, um eventuelle spätere Berechnungen auszuführen.

Um ein Material zuzuweisen, aktivieren wir die Funktion MATERIAL ZUORDNEN ⇒ **Einzelteil im Strukturbau wählen ⇒ Material zuordnen ⇒ Schließen**



Alle Materialien können individuell konfiguriert und mit spezifischen Werten, wie zum Beispiel Dichten oder E-Module, hinterlegt und die Darstellung angepasst werden (Eigenschaften des zugeordneten Materials).

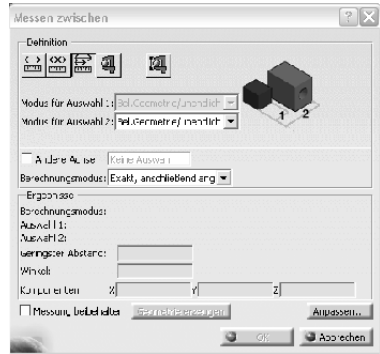
5.5 Analysieren von Baugruppen



Für Abstände verwenden wir die Funktion **MESSEN zwischen**.

Unter Modus für Auswahl können wir angeben, welche Elementtypen wir zum Messen selektieren möchten. Alle anderen Elemente werden von der Maus nicht gefangen.

Wenn wir die Messung beibehalten möchten, wird diese im Strukturbaum abgelegt.



Die Ergebnisliste der Messung können wir speziell anpassen.

Alle aktivierten Komponenten werden als separat bei einer gespeicherten Messung im Strukturbaum abgelegt.



Solche Informationen können z. B. auch für verschiedene mathematische Zusammenhänge genutzt werden.



Um Radien und Durchmesser zu bestimmen, nutzen wir die Funktion **ELEMENT MESSEN**.



*Wenn wir die Funktion **Element messen** aufrufen, können wir im Dialogfeld zur Funktion **Messen zwischen** wechseln.*



Über die Funktion **TRÄGHEIT** messen lassen sich nach Auswahl der Komponenten verschiedene Informationen wie zum Beispiel Volumen, Dichte und Masse, sowie die Koordinaten des Schwerpunktes und die Trägheitsmomente der ausgewählten Teile ermitteln.

5.6 Baugruppenkomponenten

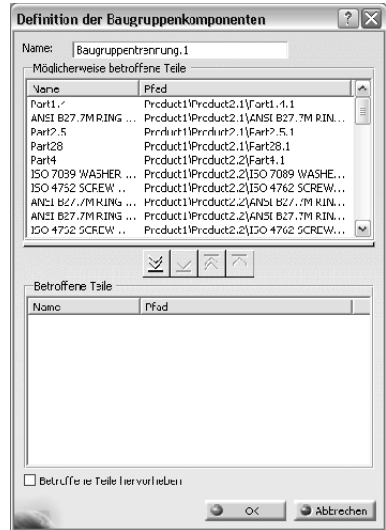


Eine Baugruppe kann an definierten Ebenen beliebiger Teile GETRENNT werden. Alle zu trennenden Komponenten müssen in das Fenster **Betroffene Teile** gewählt werden.

Die Funktion trennen wird in jedem Bauteil ausgeführt.

Weiterhin wird diese Funktion im Strukturbaum unter dem Knoten Baugruppenkomponente gespeichert und kann dort bearbeitet oder gelöscht werden.

Die Funktionen Bohrung, Tasche, Hinzufügen und Entfernen werden nach dem gleichen Prinzip angewendet.



5.7 Erzeugen des Zusammenbaus

Zusammenbau der Unterbaugruppe „Antrieb“



Wir öffnen ein neues Produkt über **Start** ⇒ **Mechanische Konstruktion** ⇒ **Assembly Design**.



Wir fügen die ersten beiden Bauteile in unser Produkt ein:

- I. Antriebswelle
- II. Zahnrad_27_15

Dafür verwenden wir die Funktion **VORHANDENE KOMPONENTE** ⇒ **Produkt anklicken** ⇒ **Welle im Dialogauswahl wählen**.



Zunächst muss ein TEIL FIXIERT werden. Als fixiertes Teil wählen wir die Antriebswelle aus. Alle anderen Teile können wir zu der Welle ausrichten.



Die erste Bedingung ist eine KONGRUENZBEDINGUNG zwischen der Wellenachse und der Achse des Zahnrades.



Rotationsachsen werden eingeblendet, sobald die Bedingungen aktiviert sind und die Achsen mit der Maus überfahren werden.

Alle erstellten Bedingungen werden im Strukturbaum aufgelistet und können dort wieder aufgerufen und bearbeitet werden.



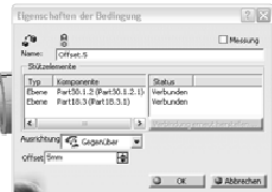
Die zweite KONGRUENZBEDINGUNG wird zwischen den axialen Bohrungen erzeugt.



Schließlich erstellen wir eine OFFSETBEDINGUNG zwischen dem Wellenabsatz und der Zahnradfläche.

Ausrichtung $\Rightarrow$ **Gegenüber**

Offset $\Rightarrow$ **5 mm**

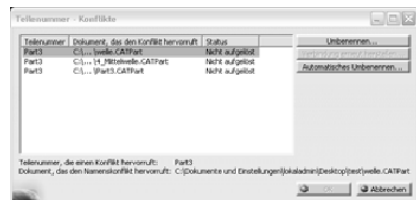


Mit der Option Ausrichtung können die Richtungen der Normalenvektoren der ausgewählten Flächen verändert werden. Sie können in die gleiche oder entgegengesetzte Richtung zeigen. Werden sie nicht definiert, wird die nächste Lösung impliziert.



Die erzeugten Bedingungen werden durch entsprechende Symbole visualisiert aber noch nicht ausgeführt. Zum Ausführen der Bedingungen müssen wir das Produkt AKTUALISIEREN.

Teilenummerkonflikte entstehen, wenn die Teilenummern in einer Baugruppe gleich sind. Sie können automatisch umbenannt werden (Suffix wird hinzugefügt) und wir können die Teilenummer mit einem Namen versehen.



Wenn wir mit einem PDM-System arbeiten, wird eine Teilenummer automatisch vergeben. Aus diesem Grund gibt es nie zwei gleiche Teilenummer in einer Datenbank.



Anschließend fügen wir die Kugellager „lager_15_42“ und „lager_17_40“ in unserer Baugruppe ein (VORHANDENE KOMPONENTE).



Beide Lager werden mit KONGRUENT zur Wellenachse ausgerichtet. Weiterhin erstellen wir jeweils einen FLÄCHENKONTAKT zu einem Wellenabsatz.



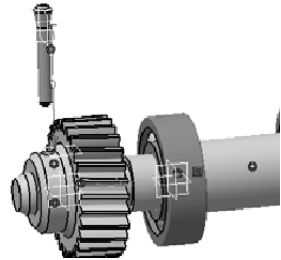
Beide Lager können noch um ihre Achse rotieren. Diese Rotation ist für unsere Baugruppe zulässig. Sie hat keine Auswirkungen auf andere Bauteile. Dieser Freiheitsgrad kann durch eine Ausrichtung der Ebenen unterbunden werden.



Anschließend können wir einen Stift in die Baugruppe einbauen.



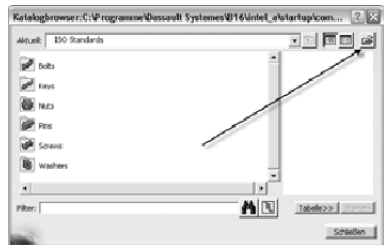
Die Rotationsachse des Stiftes wird KONZENTRISCH zur Sicherungsbohrung gesetzt. Zwischen der zx-Ebene und der Platzierungsebene der Bohrung wird ein Offset von **0 mm** oder ein FLÄCHENKONTAKT erstellt.



Das letzte Element unserer Unterbaugruppe ist eine Passfeder. Dieses Normteil finden wir im Standardkatalog.



CATIA V5 verfügt über verschiedene KATALOGE. Teilekataloge sind in dem Pfad **C:\Programme\Dassault Systemes\B18\intel_a\startup\components\MechanicalStandardParts** zu finden. Über den Ordnerbrowser oder über das Pull-Down-Menü können wir zwischen unseren verschiedenen Katalogen wechseln.



Wir bedienen uns an Teilen aus dem ISO-Standard- und US-Standard-Katalog.

Die Art der Teile (z. B. Schrauben oder Passfedern) können im Auswahlfenster selektiert werden (Doppelklick LMT).

Anschließend kann die Norm gewählt werden und nach dieser Bestätigung werden uns die verschiedenen Größen angegeben.



Zum Einbau der Passfeder öffnen wir den Katalogbrowser und wählen „ISO 2491 THIN PARALLEL Key FORM A 25x5x3“ (ISO-Standard) aus. Dieses Normteil wird mit einem Doppelklick (LMT) zur Baugruppe hinzugefügt.



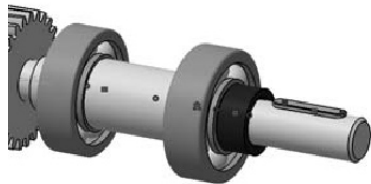
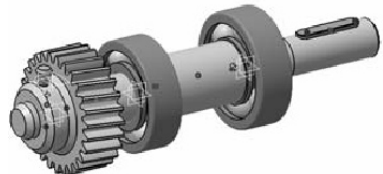
Wenn Bauteile übereinander liegen, können wir diese Position mit der Funktion Manipulation nicht ohne weiteres ändern. Dafür bietet es sich an, die Baugruppe zu zerlegen und anschließend die Position der Passfeder zu verändern. Anschließend können wir über die Aktualisierung die Bauteile in ihre alte Position versetzen.



Die Position der Passfeder kann durch einen FLÄCHENKONTAKT und zwei KONGRUENZBEDINGUNGEN der Radien vollständig bestimmt werden.



Wir fügen der Baugruppe das Teil „huelse_21“ hinzu und positionieren es über einen FLÄCHENKONTAKT und eine KONGRUENZ.



Unsere Unterbaugruppe ist fertig gestellt. Alle nicht benötigten Grafikelemente können ausgeblendet werden. Alle Bedingungen können über den Strukturbaum ausgeblendet werden (RMT auf den Knoten Bedingung ⇒ VERDECKEN/ANZEIGEN).



Alle Ebenen blenden wir mit dem FLÄCHENFILTER aus. Wir ziehen nach der Auswahl ein Rechteck über die Baugruppe aus. Alle Ebenen sind somit selektiert und können mit RMT auf eine beliebige Fläche ⇒ verdecken/anzeigen ausgeblendet werden.



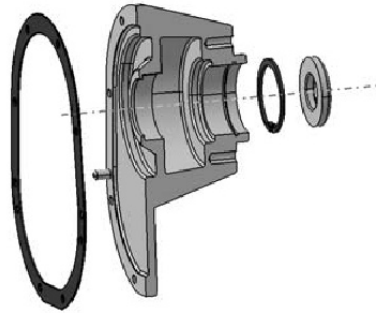
Anschließend **SPEICHERN** wir das Produkt unter dem Namen „**Baugruppe_Antrieb**“.

Zusammenbau der Unterbaugruppe „Gehäuse_Antrieb“



Wir öffnen ein neues Produkt. Die Vorgehensweise ist analog zur vorherigen Baugruppe.

Diese Baugruppe besteht aus vier Teilen, die nacheinander zur Baugruppe hinzugefügt und mit Bedingungen versehen werden.



Wir fügen das Gehäuse_Antriebsseite und den Radialwellendichtring_42_21 als **VORHANDENE KOMPONENTEN** ein.



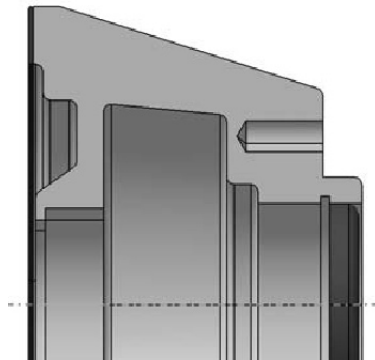
Wir definieren das Gehäuse_Antriebsseite als **FIXIERTES TEIL**.



Wir erzeugen eine **KONGRUENZ-BEDINGUNG** zwischen den Achsen der beiden Komponenten.



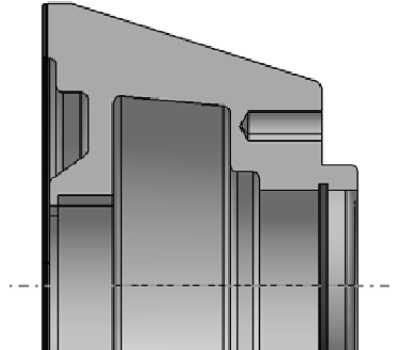
Anschließend nutzen wir die **OFFSET-BEDINGUNG** zwischen der Außenfläche des Dichtrings auf der nicht-verrundeten Seite und der zugehörigen Innenfläche des Gehäusedeckels. Der Abstand beträgt **0 mm**.



Den Sicherungsring fügen wir aus dem **KATALOG (US-Standard)** ein. Er trägt die Bezeichnung **ANSI B27.7M RING 3BM1_42 STEEL INTERNAL BASIC DUTY RETAINING**.



Wir erzeugen eine KONGRUENZ-BEDINGUNG zwischen dem Sicherungsring und dem Gehäuse. Die KONTAKT-BEDINGUNG wird zwischen einer Außenfläche des Sicherungsrings und der äußeren Innenfläche der Ringnut erzeugt. Das Verdrehen des Sicherungs-rings unterbinden wir durch eine KON-TAKTBEDINGUNG zweier Ebenen.



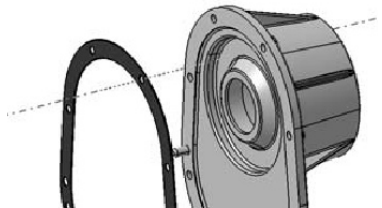
Anschließend wird der Dichtungsring als vorhandene Komponente eingefügt.



Für die vollständige Positionierung setzen wir zwei Bohrungen KONGRUENT und zwei Flanschflächen aufeinander (FLÄCHENKONTAKT).



Letztendlich können wir alle Bedingungen und Ebenen ausblenden.



Anschließend SPEICHERN wir das Produkt unter dem Namen „Baugruppe_Gehaeuse_Antrieb“.

Zusammenbau der Unterbaugruppe „Gehäuse_Abtrieb“



Wir öffnen eine neue Baugruppe.



Wir fügen das „Gehäuse_Abtrieb“ als VORHANDENE KOMPONENTEN ein.



Wir definieren des „Gehäuse_Abtrieb“ als FIXIERTES TEIL.

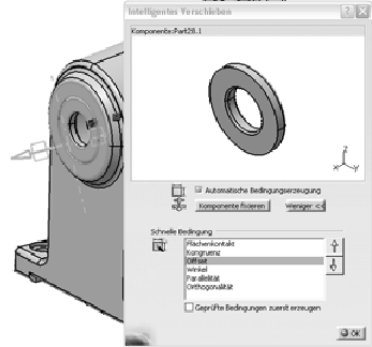


Den Radialwellendichtring_30_42 fügen wir als VORHANDENE KOMPONENTE MIT VERKNÜPFUNG ein.

Im Dialog muss automatische Bedingung aktiviert werden.

Die Art der Verknüpfung impliziert das System. Es kann allerdings eine Präferenz vorgegeben werden.

Für die Positionierung müssen in beiden Elementen Referenzelemente gewählt werden.



Die Ausrichtung des eingebauten Elementes kann nach der Auswahl der Referenzelemente über die Pfeile verändert werden. Der Dialog kann bestätigt werden. Alle erzeugten Bedingungen erscheinen im Strukturbaum unter dem Knoten Bedingungen.



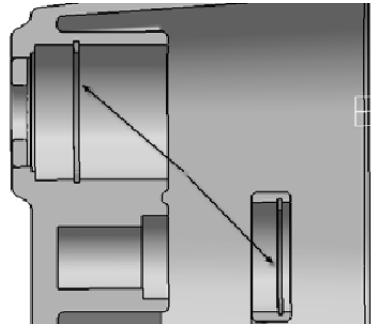
Wir fügen zwei Sicherungsringe aus dem KATALOG (US-Standard) ein. Sie tragen die Bezeichnungen:

ANSI B27.7M RING 3BM1_52 STEEL INTERNAL BASIC DUTY RETAINING.1

ANSI B27.7M RING 3BM1_42 STEEL INTERNAL BASIC DUTY RETAINING.1



Beide Sicherungsringe können über jeweils eine KONGRUENZBEDINGUNG und einer FLÄCHENKONTAKTBEDINGUNG positioniert werden. Bei Bedarf können für eine eindeutige Positionierung die Ebenen der Elemente aneinander ausgerichtet werden.



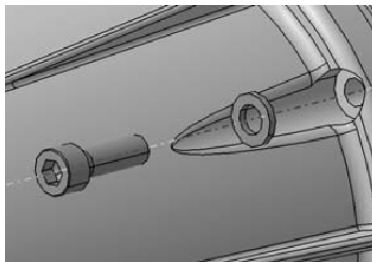
Wir fügen eine Schraube und eine Unterlegscheibe aus dem KATALOG (ISO-Standard) in unsere Baugruppe ein. Sie tragen die Bezeichnungen:

ISO 7089 WASHER 5x10 STEEL GRADE A PLAIN NORMAL SERIES.1

ISO 4762 SCREW M5x20 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP.1



Beide Bauteile werden mit den Bedingungen **KONGRUENZ** und **FLÄCHEN-KONTAKT** an der Referenzbohrung des Benutzermusters positioniert.



Wir müssen diese beiden Komponenten nicht für jede Bohrung einzeln einbauen. Wir können bereits erzeugte Muster aus den Einzelkomponenten für unsere Baugruppe wieder verwenden.



Wir wählen die Funktion **MUSTER WIEDERVERWENDEN** und wählen folgende Eigenschaften:

Position ⇒ **Definition des Musters**

Schraffurmuster ⇒ **Benutzermuster.1**
aus dem „Gehäuse_Abtrieb“

Komponente für Exemplar ⇒ **eingefügte Schraube**

Erstes Exemplar für Muster ⇒ **ursprüngliche Komponente wieder verwenden**



Alle gemusterten Bauteile erscheinen aus Einzelkomponenten im Strukturbaum. Sie sind voneinander unabhängig.

Die Positionen aller Einzelkomponenten sind vom Ursprungselement abhängig. Verändert sich diese Position, verändern sich auch alle Positionen der Musterelemente.

Das Muster wird unter dem Knoten Benutzerkomponente aufgeführt und kann auch wieder gelöscht werden.

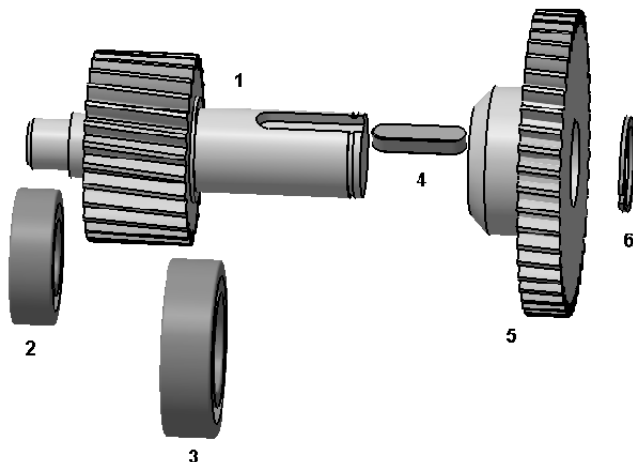


Die gleichen Einstellungen des **MUSTERS** werden für die Unterlegscheiben verwendet.



Letztendlich können wir alle Bedingungen und Ebenen ausblenden und das Produkt unter dem Namen „Baugruppe_Gehaeuse_Abtrieb“ **SPEICHERN**.

Zusammenbau der Unterbaugruppe „Ritzelwelle“



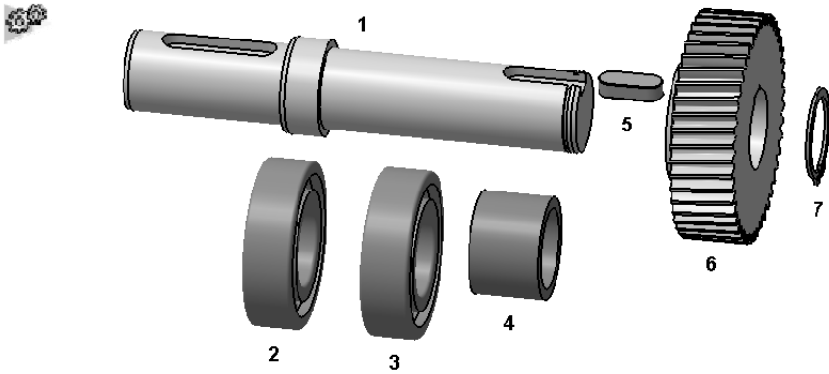
Für diese Baugruppe benötigen wir folgende Teile:

- I. Ritzel (fixiert)
- II. Kugellager_12_32
- III. Kugellager_20_42
- IV. ISO-Katalog Passfeder (ISO 2491 KEY 22x6x4 THIN PARALLEL FORM A.1)
- V. Zahnrad_47_8
- VI. US-Katalog Sicherungsring (ANSI B27.7M RING 3AM1_20 STEEL EXTERNAL BASIC DUTY RETAINING.1)



Dieses Produkt **SPEICHERN** wir unter dem Namen „ritzelwelle“.

Zusammenbau der Unterbaugruppe „Antriebswelle“



Für diese Baugruppe benötigen wir folgende Teile:

- I. Abtriebswelle
- II. Kugellager_25_52
- III. Kugellager_25_52
- IV. Huelle_21
- V. ISO-Katalog Passfeder (ISO 2491 KEY 20x8x5 THIN PARALLEL FORM A.1)
- VI. US-Katalog Sicherungsring (ANSI B27.7M RING 3AM1_25 STEEL EXTERNAL BASIC DUTY RETAINING.1)

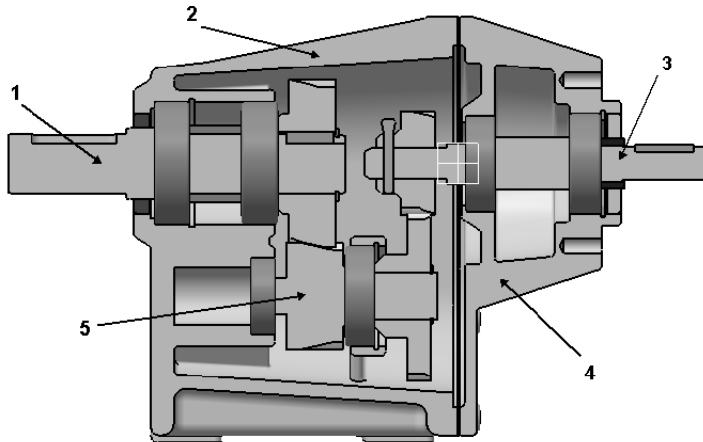


Dieses Produkt **SPEICHERN** wir unter dem Namen „antriebswelle“.

Zusammenbau der Baugruppe „Getriebe_Gesamt“



Wir öffnen eine neue Baugruppe und benennen sie mit „Getriebe_Gesamt“.



Die Gesamtbaugruppe besteht aus folgenden Unterbaugruppen:

- I. Antriebswelle
- II. Gehäuse_Abtrieb
- III. Gehäuse_Antrieb
- IV. Abtriebswelle
- V. Ritzelwelle
- VI. Alle Unterbaugruppen werden über die Funktion VORHANDENE KOMPONENTE in die Baugruppe eingefügt.

Alle Komponenten können selbstständig zueinander positioniert werden.



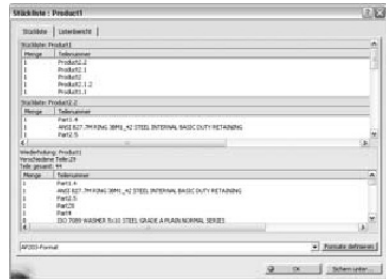
Dieses Produkt **SPEICHERN** wir unter dem Namen „Getriebe_Gesamt“.

5.8 Baugruppenanalysen

Die Produktumgebung beinhaltet eine Reihe von Analysefunktionen, um eine Baugruppe strukturiert zu untersuchen. Diese können über die Toolleiste Analyse aufgerufen werden.

Wir können uns eine automatische Stückliste erstellen lassen. Sie wird für die aktive Baugruppe erstellt. Über Formate definieren können wir einstellen, welche Informationen in der Stückliste enthalten sein sollen.

Die Stückliste kann in verschiedenen Formaten (.txt, .html, .xls) gespeichert werden.

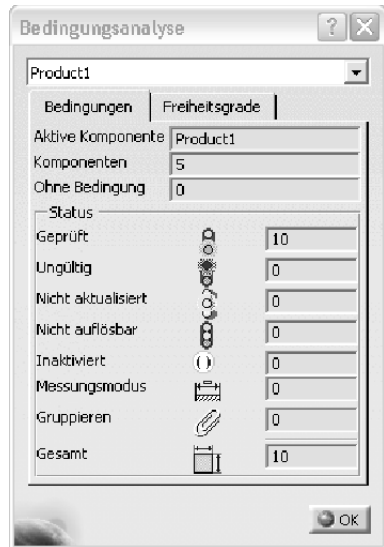


Die **BEDINGUNGSANALYSE** untersucht alle Bedingungen in der aktiven Baugruppe. Sind Unterbaugruppen vorhanden, können diese über das Pull-down-Menü aufgerufen werden.

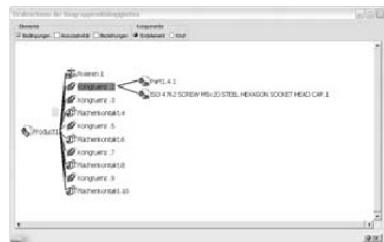
Die Registerkarte **Freiheitsgrade** listet alle Komponenten auf, welche nicht eindeutig fixiert sind.

Sind nicht auflösbare Bedingungen in der Baugruppe vorhanden, wird dafür eine weitere Registerkarte aufgeführt.

Gleiches gilt auch für nicht aktualisierte Bedingungen.



Die **BAUGRUPPENABHÄNGIGKEITEN** dienen zur schnellen visuellen Überprüfung aller Verknüpfungen. Sie werden für die aktive Baugruppe durchgeführt. Aktivieren wir eine Verknüpfung (Doppelklick LMT), so werden die zugehörigen Komponenten angezeigt (im Grafikbereich markiert).

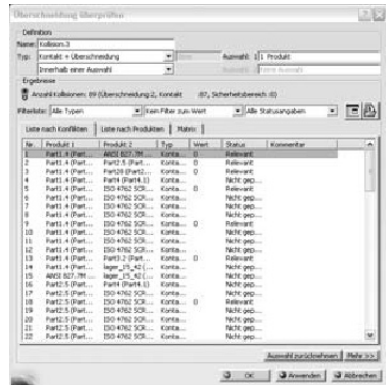


Wählen wir die Einstellung Kind, werden uns die Unterbaugruppen angezeigt, zu dem die Elemente gehören.



Die **ÜBERSCHNEIDUNGSANALYSE** wird für die aktive Baugruppe ausgeführt. Sie wird mit „Anwenden“ ausgeführt. Verschiedenen Typen wie Kontakt, Überschneidung oder zulässiges Eindringen werden für die einzelnen Komponenten aufgeführt.

Alle Kollisionsanalysen werden im Strukturbaum unter **Applications** ⇒ **Kollision** gespeichert.



Wir können in einer Baugruppe sehr schnell mehrere **SCHNITTE** anlegen. Diese werden im Strukturbaum unter dem Knoten **Applications** ⇒ **Schnitte** gespeichert. Der Schnitt wird in einem separaten Fenster dargestellt.



Die Registerkarte **POSITIONIERUNG** ermöglicht das Positionieren unseres Schnittes.

Wir können ihn entlang der Normalenvektoren x, y und z ausrichten oder ihn über Position und Bemaßung bestimmen oder eigens ausrichten.

Dafür können wir die Schnittebene um einen bestimmten Wert (Verschiebung, Rotation) in verschiedene Richtungen (Tu, Tv, Tw, Ru, Rv, Rw) verschieben oder rotieren.

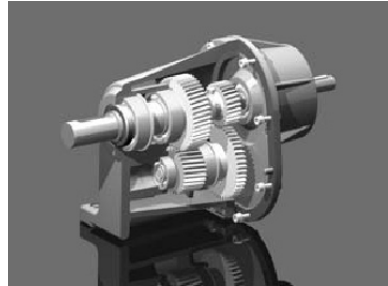


6 Photo Studio

Die Umgebung Photo Studio (**Start** $\Rightarrow$ **Infrastruktur** $\Rightarrow$ **Photo Studio**) ermöglicht die visuelle Aufarbeitung der modellierten Teile und die Erzeugung qualitativ hochwertiger Bilder.

Allgemeine Vorgehensweise:

- I. Anpassen von Materialeigenschaften
- II. Erzeugen einer Umgebung
- III. Zuweisen von Texturen
- IV. Erzeugen von Lichtquellen
- V. Erzeugen von Kameras



Die Umgebung Photo Studio lässt sich nur aus einer Baugruppe heraus öffnen. Demzufolge müssen auch Einzelteile in eine Baugruppe eingefügt werden.

Alle Einstellungen, die in diesem Kapitel vorgenommen werden, sind nur Empfehlungen und können nach eigenem Ermessen und Vorstellungen verändert werden.

Das Kapitel ermöglicht einen kleinen Einblick und die Handhabung mit den Materialeigenschaften, Umgebungen, Lichtquellen, Kameras, Bildeinstellungen und Katalogen des Produktes Photo Studio.

6.1 Materialeigenschaften

Während des Modellierens haben wir unserer Komponente Abtriebsseite Materialeigenschaften (Gehäuse $\Rightarrow$ Stahl) zugewiesen. Diese Eigenschaften beinhalten nicht nur Materialkennwerte, sondern auch Wiedergabeeigenschaften. Diese können über den Strukturbaum aufgerufen werden.



Dazu wählen wir das Material Stahl (in der Einzelkomponente) **RMT** $\Rightarrow$ **Eigenschaften** und wechseln zu der Registerkarte Wiedergabe. Wir wählen folgende Einstellungen:

Umgebung $\Rightarrow$ **0,2**

Streulicht $\Rightarrow$ **0,3**

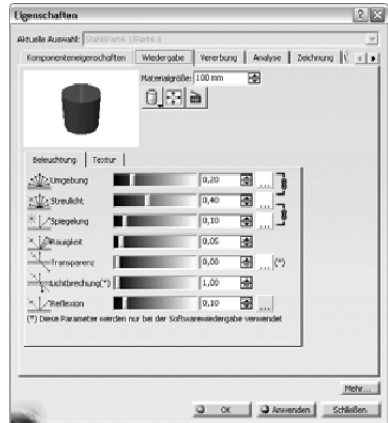
Spiegelung $\Rightarrow$ **0,1**

Rauhigkeit $\Rightarrow$ **0,05**

Transparenz $\Rightarrow$ **0**

Lichtbrechung $\Rightarrow$ **1**

Reflexion $\Rightarrow$ **0,1**



Die Einstellungen verändern die Intensität des Lichtes und die Art der Oberfläche. Die gleichen Einstellungen nehmen wir für die Komponente Antriebsseite vor. Die Einstellungen aller anderen Komponenten bleiben unverändert.

6.2 Umgebung



Wir führen eine BAUGRUPPENTRENNUNG durch. Dafür müssen wir zum Modul **Assembly-Design** wechseln. Die Schnittebene ist die **zx-Ebene** der Komponente Abtriebsseite.

Als zu schneidene Elemente wählen wir die Komponente Abtriebsseite und wahlweise die Antriebsseite.

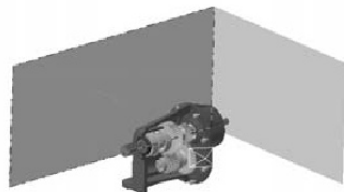
Somit werden die inneren Teile sichtbar.

Anschließend können wir wieder zu dem Modul Photo Studio wechseln.



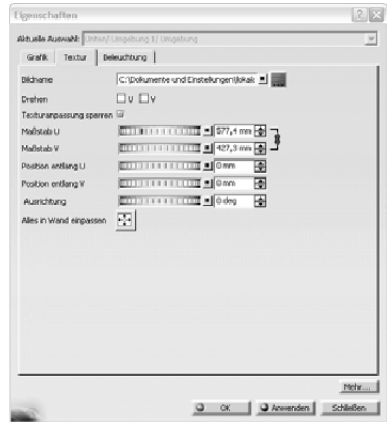
Wir erzeugen eine rechteckige UMGEBUNG. Diese Umgebung besteht aus sechs Wänden. Sie wird im Strukturbaum abgelegt. Einzelne Wände können beliebig ausgeblendet werden.

Des Weiteren können sie (LMT auf die Wand) beliebig im Raum verschoben werden.



Alle Wände können mit beliebigen Texturen (eigenen Bildern) versehen werden. Dazu wählen wir die **RMT auf Wand** $\Rightarrow$ **Eigenschaften** (oder Alt + Eigenschaften) und die Registerkarte Textur.

Die Texturen werden über das Icon hinter dem Namen geladen. Sie werden automatisch eingepasst und können über diesen Dialog in ihrer Position und Ausrichtung verändert werden. Als Beispiel können wir ein beliebiges Bild einer Holzmaserung wählen.



Nicht benötigte Wände müssen nicht ausgeblendet werden. Liegen sie im Blickfeld einer Kamera, werden sie automatisch ausgeblendet. Alternativ können wir zylinderförmige oder kugelförmige Umgebungen erzeugen.

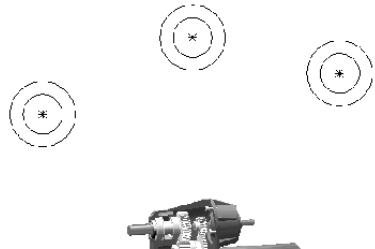
6.3 Lichtquellen



Für unser Produkt müssen wir mehrere kugelförmige LICHTQUELLEN erzeugen. Diese sorgen für eine optimale Ausleuchtung unseres Objektes.



Die Position und Lichtintensität kann für jede Lichtquelle beliebig eingestellt werden. Die ideale Ausleuchtung hängt stark von der Zielstellung der Visualisierung ab und ist unter Umständen nur durch viel Probieren zu erreichen.



Für LICHTQUELLE 1 können in den Eigenschaften folgende Einstellungen vorgenommen werden.

Registerkarte Beleuchtung:

Typ $\Rightarrow$ **Punkt** (es kann zwischen verschiedenen Typen gewechselt werden)

Farbe $\Rightarrow$ **1** (die Farbe des Lichtes kann variiert werden, Standardfarbe ist weiß)

Intensität $\Rightarrow$ **1,2**

Startfaktor $\Rightarrow$ **0,1** (die Dämpfung der Lichtquelle beginnt nicht am Ursprungspunkt)

Registerkarte Schattenwurf:

Punktweise Darstellung $\Rightarrow$ **deaktiviert** (der Schattenwurf soll nur von einer Lichtquelle erfolgen)

Auf Objekte $\Rightarrow$ **nicht aktiv** (der Schattenwurf auf Objekte kann nur für Scheinwerferquellen separat eingestellt werden)

Registerkarte Bereich:

Typ $\Rightarrow$ **Kugel**

Radius $\Rightarrow$ **90 mm**

Registerkarte Position:

X $\Rightarrow$ **-400 mm** (Position der Lichtquelle in x-Richtung relativ zum CAD-Modell)

Y $\Rightarrow$ **0 mm** (Position der Lichtquelle in x-Richtung relativ zum CAD-Modell)

Z $\Rightarrow$ **300 mm** (Position der Lichtquelle in x-Richtung relativ zum CAD-Modell)

Für LICHTQUELLE 2 und LICHTQUELLE 3 werden jeweils folgende Parameter verändert.

Registerkarte Beleuchtung:

Typ $\Rightarrow$ **Punkt/ Punkt**

Farbe $\Rightarrow$ **1/ 1**

Intensität $\Rightarrow$ **1,1/ 2,0**

Startfaktor $\Rightarrow$ **0,2/ 0,43**

Registerkarte Position:

X $\Rightarrow$ **320 mm/ -40 mm**

Y $\Rightarrow$ **0 mm/ 0 mm**

Z $\Rightarrow$ **350 mm/ 450 mm**

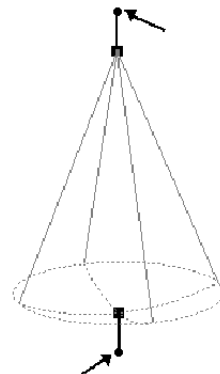
Alle Lichtquellen können alternativ zu den Koordinaten im Grafikbereich in ihren Ursprungspunkten verschoben (LMT) werden.



Weiterhin können alle Lichtquellen vom aktuellen Blickpunkt aus AKTUALISIERT (Werkzeugleiste Beleuchtungsbefehle) und ausgerichtet werden.



Lichtquellen können ebenfalls ENTLANG EINER NORMALEN der gewählten Fläche positioniert werden.





Die vierte LICHTQUELLE (Scheinwerferlichtquelle) weist folgende Eigenschaften auf:

Typ $\Rightarrow$ **Gerichtet**

Farbe $\Rightarrow$ **1**

Intensität $\Rightarrow$ **1,7**

Registerkarte Schattenwurf:

Punktweise Darstellung $\Rightarrow$ **aktiviert**

Registerkarte Bereich:

Typ $\Rightarrow$ **kein**

Registerkarte Position:

X-Ursprung $\Rightarrow$ **-650 mm**

X-Ziel $\Rightarrow$ **140 mm**

Y-Ursprung $\Rightarrow$ **-540 mm**

Y-Ziel $\Rightarrow$ **150 mm**

Z-Ursprung $\Rightarrow$ **350 mm**

Z-Ziel $\Rightarrow$ **-175 mm**

6.4 Kameras



Die Kameras definieren einen Blickpunkt des gerenderten Bildes. Werden keine Kameras erzeugt, wird das Bild immer vom aktuellen Blickpunkt gerendert. Für jede Szene können mehrere Kameras definiert werden. Eine Manipulation der Positionen erfolgt kongruent zu denen der Lichtquellen



Wir erzeugen eine KAMERA und nehmen in den Eigenschaften folgende Einstellungen vor:

Registerkarte Position:

X-Ursprung $\Rightarrow$ **-275 mm**

X-Ziel $\Rightarrow$ **10 mm**

Y-Ursprung $\Rightarrow$ **-360 mm**

Y-Ziel $\Rightarrow$ **90 mm**

Z-Ursprung $\Rightarrow$ **110 mm**

Z-Ziel $\Rightarrow$ **-70 mm**

Registerkarte Objektiv: Typ $\Rightarrow$ **Parallel**



Für unsere AUFNAHME müssen wir folgende Einstellungen vornehmen:

Registerkarte Bild:

Kamera ⇒ **Kamera1** (unsere erzeugte Kamera wird verwendet)

Umgebung ⇒ **Umgebung 1**

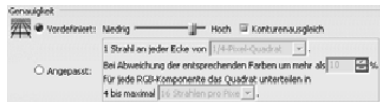
Lichtquellen ⇒ **alle von uns erzeugten Lichtquellen auswählen**

Bildgröße ⇒ **1400x1050**

Faktor ⇒ **angepasst**



Unter der Registerkarte Qualität erhöhen wir die vordefinierte Genauigkeit.



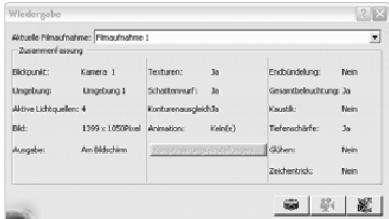
Alle anderen Einstellungen müssen in unserem Fall nicht verändert werden. Wir können diesen Dialog bestätigen.



Alle erzeugten Elemente und vorgenommenen Einstellungen werden im Strukturbaum gespeichert und können darüber aufgerufen und verändert werden.



Wir erzeugen unser Bild mit der Funktion AUFNAHME wiedergeben. Wurden mehrere Bildeinstellungen getroffen, muss die gewünschte im Pull-down-Menü ausgewählt werden. Alle getroffenen Einstellungen werden in diesem Fenster aufgelistet.



Nach dem Rendern können wir unser Bild an einem beliebigen Ort SPEICHERN.

6.5 Kataloge



CATIA V5 enthält verschiedene Katalogelemente, die einem bei dem Erstellen eine Szene unterstützen.

Der KATALOG kann über den Pfad

C:\Programme\Dassault Systemes\B18\intel_a\startup\components\Rendering\Scene.catalog aufgerufen werden.



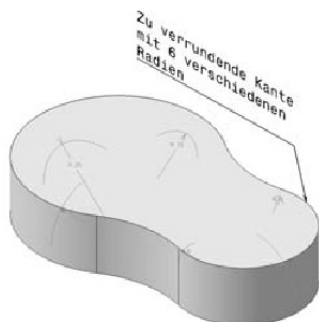
Dort finden wir vordefinierte Umgebungen, Lichtquellen, Kameras, Bildeinstellungen oder sogar bereits fertige Szenen. Diese Elemente werden nach dem gleichen Prinzip wie Normteile aufgerufen.

7 Ausgewählte Funktionen

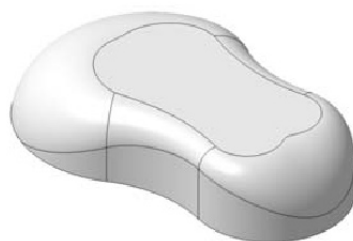
7.1 Part Design



Bei VERRUNDUNGEN MIT VARIABLEM RADIUS handelt es sich um gekrümmte Flächen, die in Abhängigkeit von einem variablen Radius definiert sind. Bei einer Ecke mit variablem Radius besitzen zwei Kanten über die ganze Länge mindestens zwei unterschiedliche Radien.



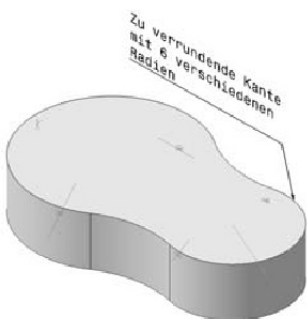
Ausgangszustand mit einer selektierten Kante



Volumenkörper mit einer variablen Verrundung



Die Definition der ABSTANDSVERRUNDUNG erfolgt nach dem Prinzip der variablen Verrundung. Es ist ebenfalls möglich, nach der Selektion einer Kante eine Vielzahl von Punkten verschiedener Abstände auf der Kante zu definieren. Der Abstand eines Radius wird beschrieben durch die Länge einer unter 45° zu den Flächen stehenden und die Flächen am Krümmungsbeginn schneidenden Fase.



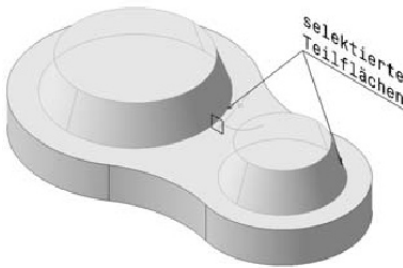
Ausgangszustand mit einer selektierten Kante



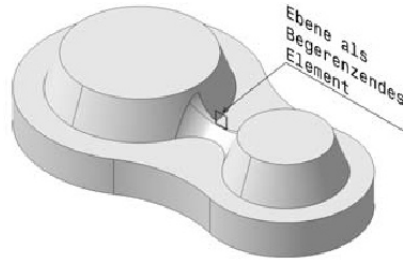
Volumenkörper mit einer Abstandsverrundung



Die Funktion VERRUNDUNG ZWISCHEN ZWEI TEILFLÄCHEN wird verwendet, wenn es zwischen den Teilflächen keinen Schnittpunkt gibt oder wenn zwischen den Teilflächen mehr als zwei scharfe Kanten liegen. Verrundungen zwischen zwei Flächen und Verrundungen aus drei Tangenten können an einer Ebene, Teilfläche oder Fläche getrimmt werden. Dazu im Dialogfeld *mehr* wählen und unter *Begrenzende(s) Element(e)* die Ebene selektieren.



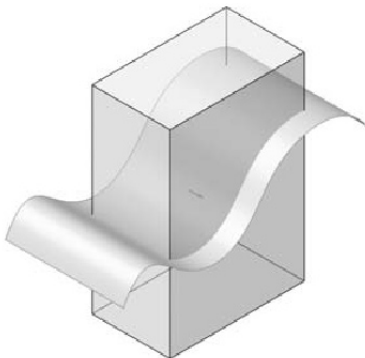
Ausgangszustand mit selektierten Flächen



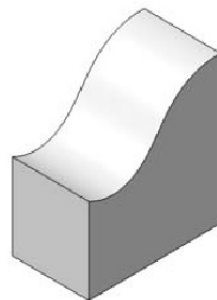
Volumenkörper mit Verrundung zwischen zwei Teilflächen



Zum Verschneiden eines Körpers an einer Ebene, Teilfläche oder Fläche benötigen wir die Funktion TRENNEN. Um einen Körper an einer Ebene/Fläche zu trennen muss die Ebene/Fläche als *Trennendes Element* selektiert, und die Trimmrichtung definiert werden. Die Richtung des Pfeils auf der Ebene kennzeichnet den Teil des Körpers, der nach der Operation erhalten bleibt. Wenn der Pfeil nicht in die gewünschte Richtung zeigt, kann er durch Anklicken umgekehrt werden



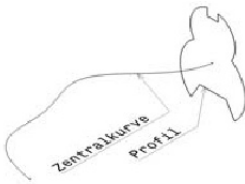
Grundkörper mit trennendem Element



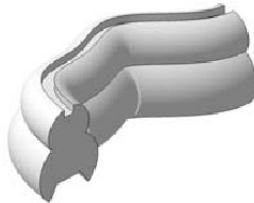
getrennter Grundkörper



Zur Erstellung einer **RIPPE** benötigt, man eine geschlossene Drahtmodellgeometrie (*Profil*) und eine Leitkurve (*Zentralkurve*) entlang jenes Profil extrudiert werden soll. Die Drahtmodellgeometrie muss nicht geschlossen sein. (Die Skizzierebene der Zentralkurve **muss** normal zur Skizzierebene der Profilskizze sein!) Standardmäßig wird der Querschnitt immer senkrecht zur Leitkurve gehalten. Die Leitkurve muss knick- und sprungfrei (einmal differenzierbar) sein. Über das Dialogfenster lässt sich nicht nur der Winkel zwischen Querschnitt und Leitkurve variieren, sondern mit Hilfe der Funktion *Dickes Profil* ein hohler Zugkörper mit dem *Aufmaß* als Wanddicke generieren.



Ausgangssituation



Rippe als Vollkörper



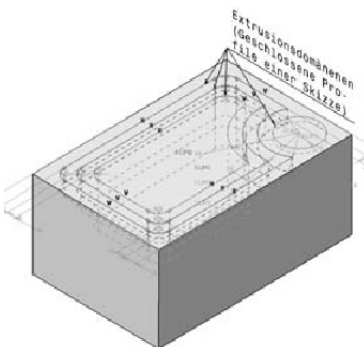
Rippe als dickes Profil



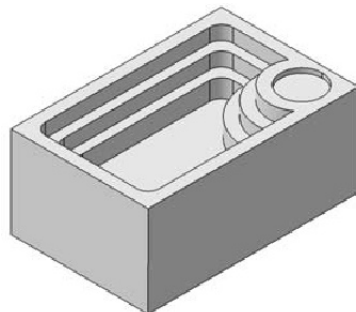
Eine **RILLE** wird benötigt, um vorhandenes Material durch Extrusion eines *Profils* entlang einer Leitkurve (*Zentralkurve*) zu entfernen. Alle Eigenschaften bezüglich der Leitkurve, der Drahtmodellgeometrie, der Vorgehensweise und der Darstellungsoptionen gleichen denen des Features *Rippe*.



Die Funktion **MEHRFACHTASCHE** dient wie schon die beschriebene Funktion *Mehrfachblock* der Erstellung einer Taschenkomponente von verschiedenen Profilen einer Skizze unter der Verwendung verschiedener Begrenzungswerte. Die ausgewählten Extrusionsdomänen der Skizze müssen geschlossen sein und dürfen sich nicht schneiden. Im Dialogfenster *Mehrfachtasche* erscheinen nach Selektion der Skizze alle manipulierbaren Domänen.



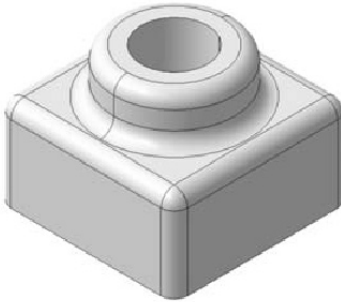
Ausgangszustand mit selektierten Profilen einer Skizze



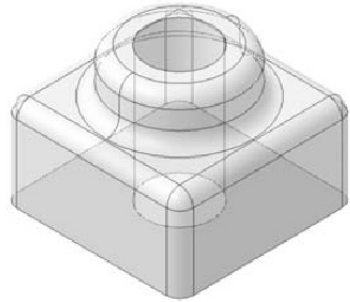
Ergebnis der Funktion Mehrfachtasche



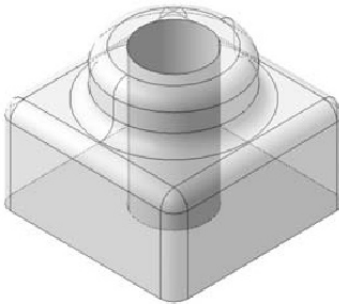
Aus Volumenkörpern können mit Hilfe der Funktion **SCHALENELEMENT** Hohlkörper mit variablem Aufmaß der Wanddicke erzeugt werden. Weiterhin kann ein Schalenelement auch als Aufmaßerhöhung auf der äußeren Seite vom Volumen verwendet werden. Für ein Schalenelement sind die zu entfernenden Flächen und die Wanddicke (*Wandstärke innen*) während der Definition zu bestimmen. Mit der Auswahl *Teilflächen mit anderen Aufmaßen* können Einzelflächen mit abweichenden Wandstärken konstruiert werden.



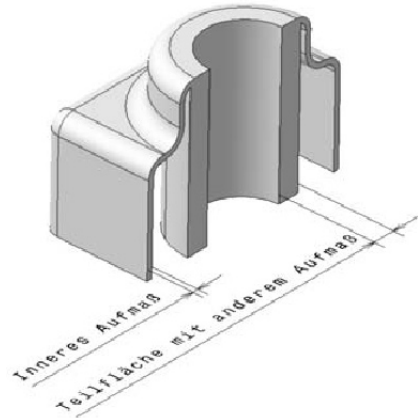
Grundkörper



Selektierte Fläche



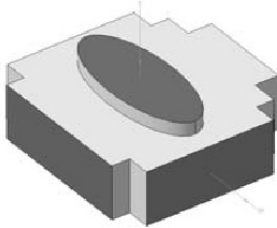
Fläche mit anderem Aufmaß



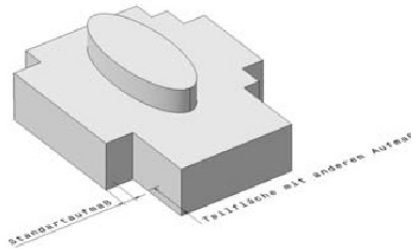
Schnittansicht



Zur Verstärkung einzelner Teilflächen einer Konstruktion dient die Funktion **AUFMAß**. Mit ihr können selektierte Flächen mit einer einheitlichen Teilflächeverstärkung (*Standardaufmaß*) versehen werden. Darüber hinaus ist es möglich andere Teilflächen mit verschiedenen Aufmaßen zu definieren.



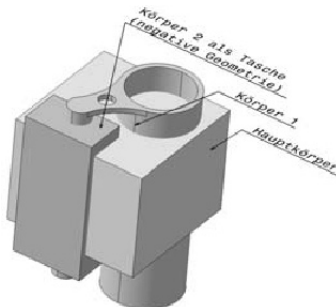
Grundkörper mit Flächenauswahl



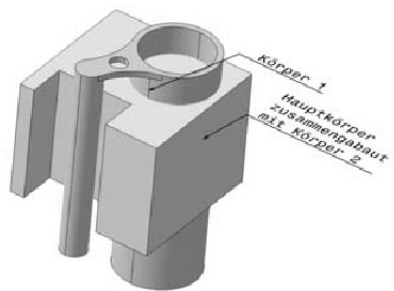
Grundkörper mit verstärkten Teilflächen



Die Operation **ZUSAMMENBAU** dient zur Vereinigung zweier Körper, bei gleichzeitiger Integration der Teilespezifikation innerhalb eines Parts. Bei dieser Zusammenführung wird entgegen der Operation *Hinzufügen* berücksichtigt ob der hinzugefügte Körper „positive“ oder „negative“ Geometrie („Abzugskörper“) enthält. Die zur Erzeugung der Körper verwendeten Funktionen bleiben nach dem chronologischen anhängen des Körpers in dem Spezifikationsbaum des Hauptkörpers vollständig erhalten.



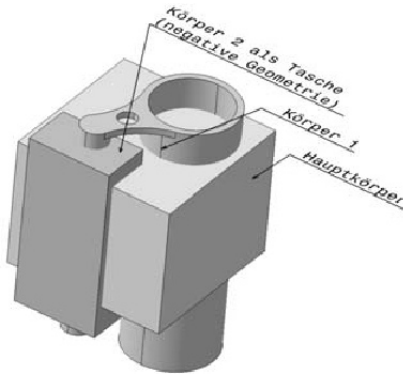
Ausgangszustand



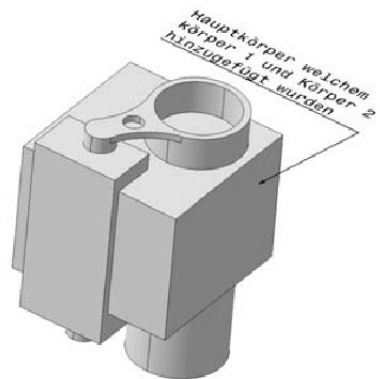
Nach Boolescher Operation Zusammenbau



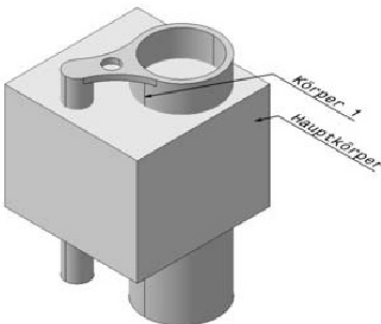
Mit Hilfe der Boole'schen Operation HINZUFÜGEN wird ein selektierter Körper mit dem Hauptkörper vereinigt. Die Funktion Hinzufügen fügt lediglich den zuerst selektierten Körper innerhalb des Spezifikationsbaumes an den Hauptkörper, ohne Berücksichtigung der Eigenschaften der Features, bezüglich der Wertigkeit der Geometrie, mit- bzw. untereinander, an.



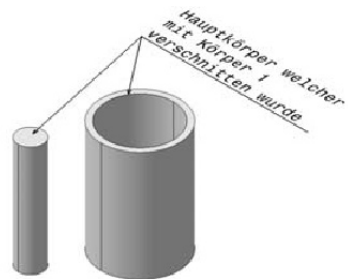
Ausgangszustand

Nach Boole'scher Operation
Hinzufügen

Das Resultat der Operation VERSCHNEIDEN ist ein Körper, der die Schnittmenge der ausgewählten Körper bildet.

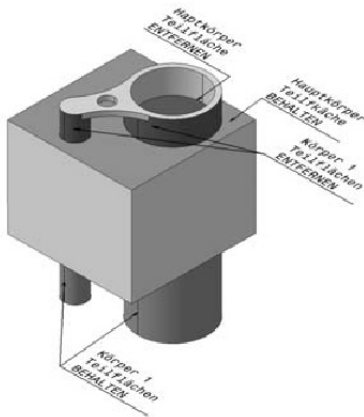


Ausgangszustand

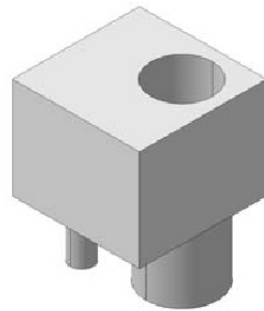
Nach Boole'scher Operation
Verschneiden

Mit der Boole'schen Funktion VEREINIGEN UND TRIMMEN ist es möglich, selektierte Teilflächen bei der Vereinigung von Körpern zu entfernen. Zunächst werden zwei Körper für die Vereinigung definiert und anschließend die zu entfernenden und beizubehaltenden Flächen der beiden Körper selektiert. Aufgrund der Vielzahl an Auswahlmöglichkeiten und damit großer

Darstellungsvariabilität ist bei dieser Funktion ein gut ausgeprägtes räumliches Vorstellungsvermögen erforderlich, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen.



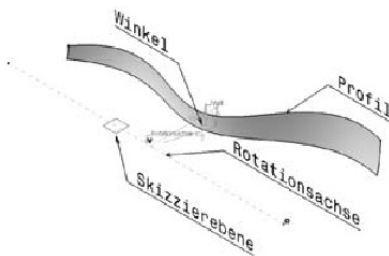
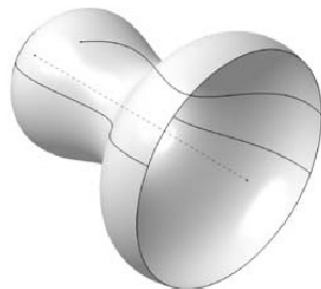
Ausgangszustand

Nach Boole'scher Operation
Vereinigen und Trimmen

7.2 Generative Shape Design

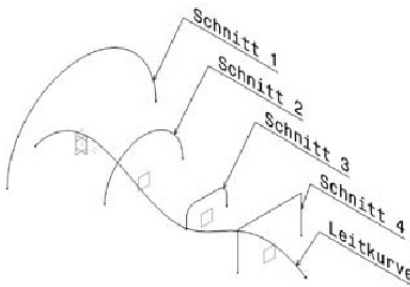


Die Funktion DREHEN ermöglicht es, rotationssymmetrische Flächengeometrie durch Rotation eines *Profils* um eine definierte *Achse* zu erstellen. Mit Hilfe der Begrenzungswinkel kann die Ausprägung definiert werden.

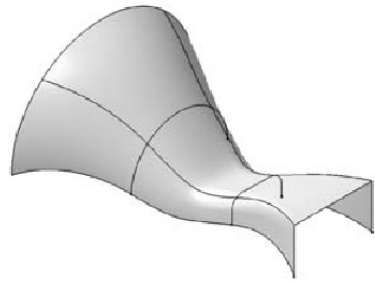
Auswahl eines Profils und einer
Rotationsachse360° Drehen eines Profils um eine
Rotationsachse



Eine FLÄCHE MIT MEHRFACHSCHNITTEN wird beschrieben durch die Selektion von Schnittkurven und einem selbstberechneten oder benutzerdefinierten Führungselement. Eine Fläche wird translatorisch entlang der Leitkurve über die Schnittkurven erzeugt. Die Übergänge zwischen den Schnittkurven können durch die Wahl eines Führungselementes, einer Kurve die alle Schnitte berührt, oder einer Leitkurve, einem beliebigen Kurvenzug, beeinflusst werden. Unter dem Reiter Verbindung können die Verbindungsarten einzelner Schnitte zwischen Faktor, Tangentestetigkeit, Tangentenstetigkeit dann Krümmungsstetigkeit und Scheitelpunkte variiert werden. Bei einer Verdrehung der Translationsfläche müssen die Endpunkte neu definiert werden.



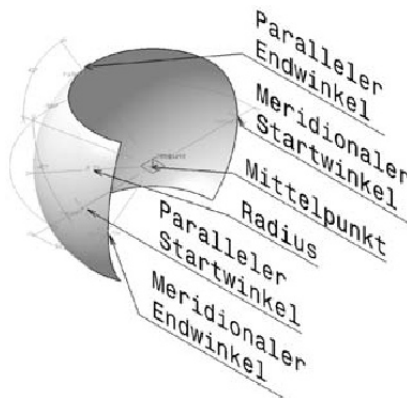
Ausgangssituation mit der Selektion von Schnitten und Leitkurve



Translationsfläche mit Mehrfach-schnitten entlang einer Leitkurve



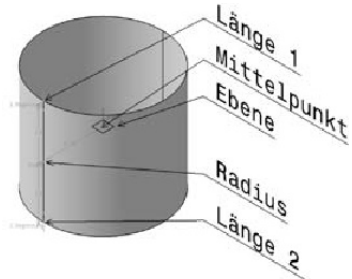
Die Funktion KUGEL dient der Erstellung einer Kugelfläche. Um eine Vollkugelfläche  zu erstellen muss ein Mittelpunkt, die Kugelachse (Achsensystem) und ein Kugelradius definiert werden. Für eine Teilkugelfläche  jedoch müssen die vier Begrenzungswinkel, geteilt in zwei Abschnitte, definiert werden. Die Bezeichnung richtet sich nach den Winkeln der Erdoberfläche, wo Breitengrade als Parallele und Längengrade als Meridiane bezeichnet werden.



Konstruktion einer Teilkugelfläche



Um eine ZYLINDERMANTELFLÄCHE zu erstellen, ist die Bestimmung eines Punktes als Mittelpunkt der Rotationsachse, einer Richtung, definiert durch eine Achse oder Ebenennormale und eines Radius nötig. Die Länge der Ausprägung wird über die Längen 1 und 2 definiert.



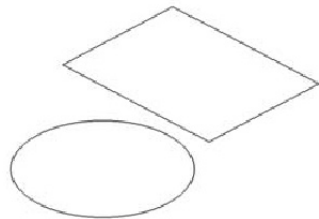
Konstruktion einer Zylinderfläche



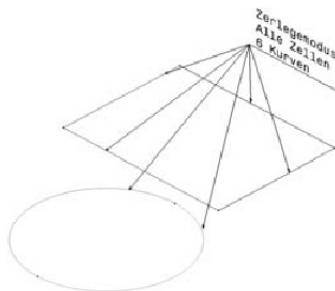
Die Operation ZERLEGEN realisiert die gegenteilige Funktion zu der beschriebenen Operation ZUSAMMENFÜGEN. Selektierte Mehrzellkörper werden mit Hilfe dieser Funktion in unabhängige, getrennt voneinander manipulierbare Einzell- oder Eindomänenkörper wie Kurven oder Flächen zerlegt. Die Art und Weise der Zerlegung ist im Dialogfenster in Form des Zerlegemodus zu definieren. Eine Zerlegung *Aller Zellen* führt zu einer vollständigen Zerlegung in Zellen mit unabhängigen Kurven. Im Vergleich dazu werden bei dem Zerlegemodus *Nur Domänen* selektierte Elemente nur teilweise zerlegt. Beibehalten werden Elemente, deren Zellen verbindungs-fähig sind. Die Anzahl der ausgewählten, und die Anzahl der zu erzeugenden Elemente werden im Dialogfenster entsprechend dem Zerlegemodus angezeigt.



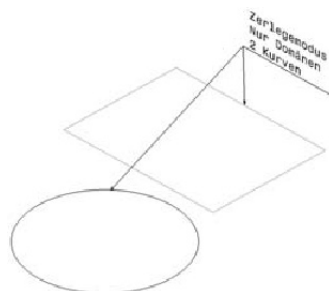
Dialogfenster Zerlegen



Skizze im Ausgangszustand



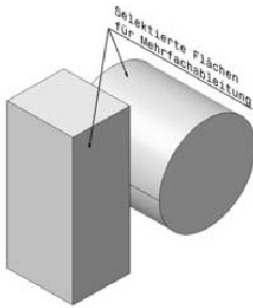
Zerlegt in alle Zellen



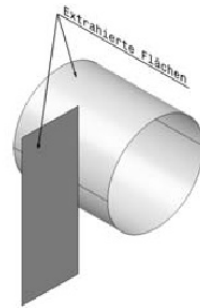
Zerlegt in nur Domänen



Ähnlich wie das beschriebene ABLEITEN des Flansches dient die Funktion MEHRERE ELEMENTE EXTRAHIEREN zur Ableitung von Flächengeometrie eines Volumenkörpers. Es kann jede Art von Geometrie eines Modells abgeleitet werden. Zu beachten ist, dass die Art (Kurve, Punkt, Fläche) aller Mehrfachextraktionen gleich ist. Nach Selektion der abzuleitenden Geometrie muss im Dialogfeld die Art der Fortführung und anschließend die Art der Verwaltung der Mehrfachergebnisse definiert werden. Die Fortführung kann für jede abzuleitende Geometrie beliebig zwischen Punktstetigkeit, Tangentenstetigkeit, Krümmungsstetigkeit und keiner Fortführung variiert werden.



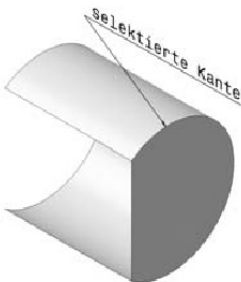
Ausgangszustand mit selektierten Flächen



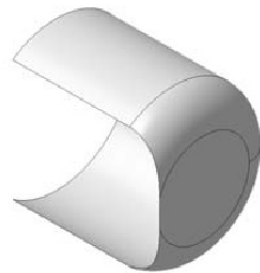
Ableitung der selektierten Flächen



Wie bei Volumenkörpern ist es auch bei zusammengeführten Flächen möglich, eine VERRUNDUNG mit konstantem Radius als Übergangsfläche entlang einer scharfen Innenkante zu erzeugen. Die entstehende Verrundungsfläche wird durch das Rollen einer Kugel mit ausgewähltem *Radius* erzeugt. Als *Stützelement* muss die Flächengeometrie definiert und als zu *verrundende(s) Objekt(e)* die Kante selektiert werden. Außer der Definition des Radius muss in dem Auswahlfeld Extremwert ein gewünschter *Endtyp* der Verrundung unter Gerade, Glatt, Maximum und Minimum gewählt werden.



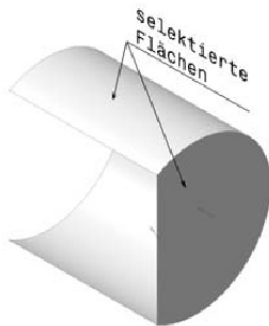
Ausgangszustand mit selektierter Fläche



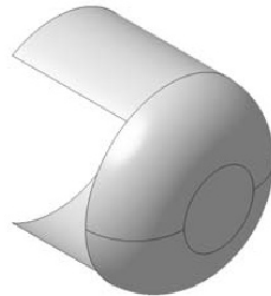
Kantenverrundung zweier zusammengeführter Flächen



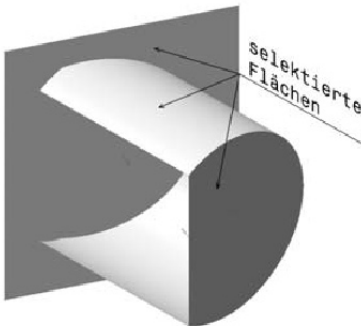
Um sich scheidende oder berührende Flächen zu verrunden dient, die Funktion FORMVERRUNDUNG. Die Verrundungsfläche wird durch das Rollen einer Kugel zwischen den ausgewählten Flächen erzeugt. Es ist möglich, eine Verrundung aus zwei Tangenten als auch aus drei Tangenten zu erstellen. Nach Selektion der *Stützelemente* muss der Radius und der Übergang von einer zur nächsten Fläche über *Enden* definiert werden. Der Übergang kann Glatt, Gerade, Maximal und Minimal ausgeführt werden. Während der Ausführung zeigen zwei Pfeile im 3D-Bereich an, in welche Richtung die Rundung erzeugt wird. Die Verrundung aus drei Tangenten erfolgt analog.



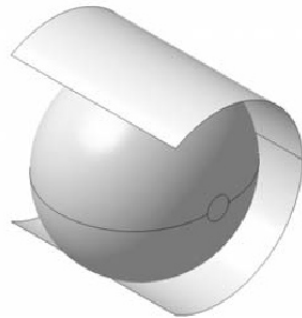
Ausgangszustand für die Verrundung aus zwei Tangenten



Formverrundung aus zwei Tangenten



Ausgangszustand für die Verrundung aus drei Tangenten



Formverrundung aus drei Tangenten



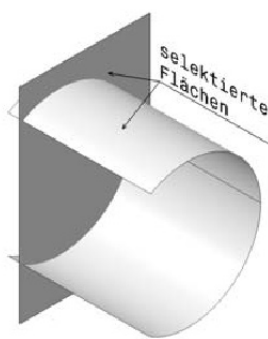
Die Funktion VERSCHIEBEN wird benötigt, um einen oder mehrere Punkt, Linien- oder Flächenelemente entlang eines definierten Vektors zu verschieben. Außer der Selektion der zu verschiebenden Geometrie (*Element*) muss im Dialogfeld die Definition des Vektors und die mit der Auswahl verbundenen Geometrieelemente und Abstandsmaße festgelegt werden.

Richtung, Abstand: Hier muss eine Linie oder eine Ebene, um deren Normale als Verschiebungsrichtung zu definieren, angewählt werden. Der Wert Abstand definiert anschließend den Abstand der Verschiebung.

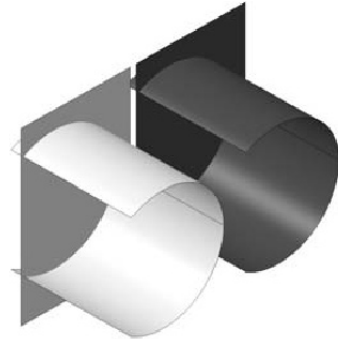
Punkt zu Punkt: Über das Dialogfeld ist ein Start- und Endpunkt zu definieren. Der Endpunkt legt die Lage der Verschiebung fest.

Koordinaten: Über das Dialogfenster müssen Koordinaten der Verschiebung definiert werden.

Das als Verschieben bezeichnete Element wird dem Strukturbaum hinzugefügt, wobei das Originalelement nicht geändert wird.



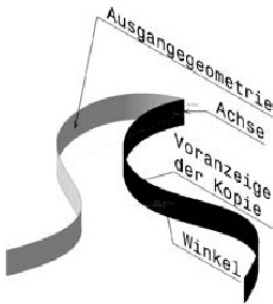
Ausgangszustand mit selektierter Fläche



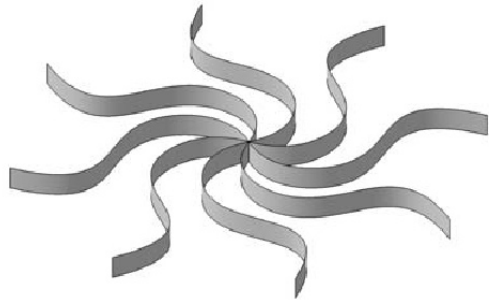
Verschiebung zweier Einzelflächen entlang der Flächen



Mit Hilfe der Funktion DREHEN ist es möglich, Geometrie um eine Achse zu drehen. Je nach Rotationstyp müssen verschiedene geometrische Elemente zur exakten Positionierung der zu erstellenden Kopie definiert werden. Nach Selektion der zu drehenden Geometrie (*Element*) muss laut Rotationstyp eine *Achse* und ein *Winkel*, oder eine *Achse* und zwei Elemente, welche eine genaue Positionierung zulassen, festgelegt werden. Als Elemente können *Punkt/Punkt*, *Punkt/Linie*, *Punkt/Ebene* und *Linie/Linie* dienen. Weiterhin ist es möglich die Drehung mit Hilfe von *drei Punkten* und der aus der Ebene aller entstehenden Normalen, welche in Punkt 2 positioniert die Rotationsachse darstellt, zu definieren. Mit dem Button *Objekt nach OK wiederholen* ist es möglich, eine Vielzahl von Kopien nach selbem Muster zu erzeugen.



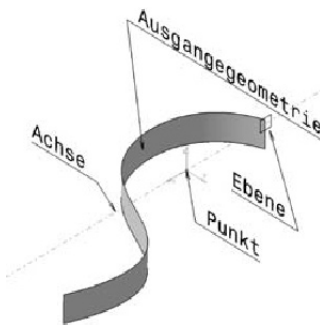
Ausgangssituation mit Wahl der Achse und dem Winkel



Geometrie nach Drehen mit Wiederholung



Um eine Geometrie zu erzeugen, welche grundlegend einer vorhandenen Geometrie ähnlich ist, aber keine Winkeltreue zur bestehenden voraussetzt, kann die Funktion **AFFINITÄT** genutzt werden. Das führt dazu, dass eine Kopie der bestehenden Geometrie mit veränderten Längen und Winkeln erstellt wird, bei der die Punkte, Geraden und Ebenen des Raumes wiederum Punkten, Geraden und Ebenen zugeordnet werden. Zunächst muss ein Element, das durch Affinität umgewandelt werden soll selektiert werden. Anschließend muss das Achsensystem, welchen für die Operation dienen soll, durch *Ursprung*, *xy-Ebene* und *x-Achse* definiert werden. Das Verhältnis für die Affinität wird dann durch Eingabe der gewünschten Werte für X, Y und Z festgelegt.



Ausgangszustand mit definiertem Koordinatensystem

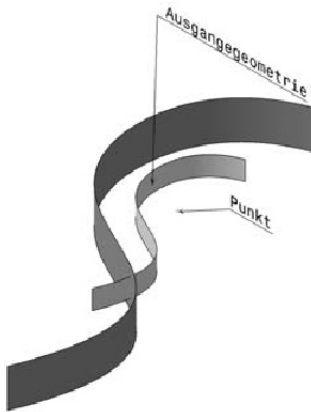


Affinität der Geometrie mit X=1, Y=3, Z=2

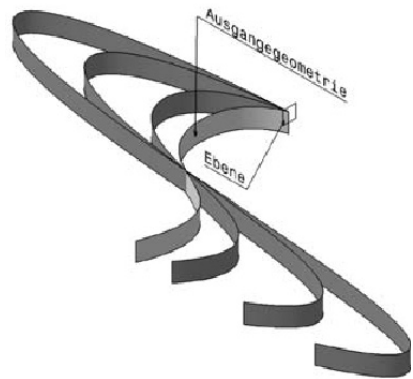


Mit Hilfe der Funktion **SKALIEREN** ist es möglich Geometrie auf einfache Art und Weise umzuwandeln. Es sind ausschließlich ein zu skalierendes *Geometrieelement*, eine *Referenz* und der *Skalierungsfaktor* zu definieren. Bei einer Ebene als Referenz, wird die Skalierung in Normalenrichtung der Ebene

ne erzeugt. Der Punkt als Referenz führt zu einer räumlichen Skalierung. Mit dem Button *Objekt nach OK wiederholen* ist es möglich eine Vielzahl von Kopien nach selbem Muster zu erzeugen.



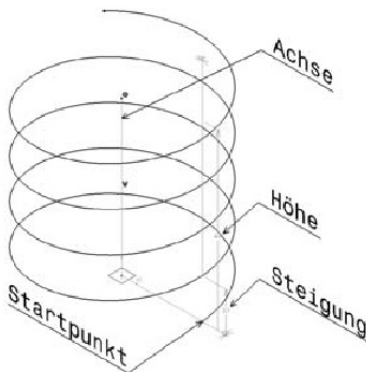
Punkt als Referenz, Faktor 2



Ebene als Referenz, Faktor 2 mit Wiederholung



Die Funktion HELIX dient der Erzeugung schraubenförmiger 3D-Kurven. Diese Kurven stellen als Leitkurve einer Rippe die Grundlage für die Erstellung von Spulen oder Schraubenfedern dar. Zur genauen Definition der Kurve werden ein *Startpunkt* und eine *Rotationsachse* benötigt. Parameter der Helix werden über die Werte Steigung, Höhe, Ausrichtung und Radiale Abweichung festgelegt



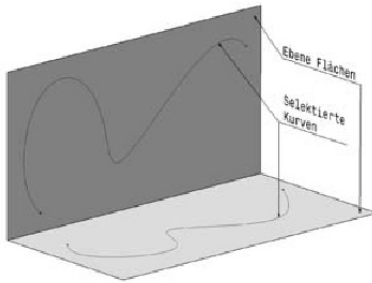
Erzeugen einer Helix mit Punkt und Achse



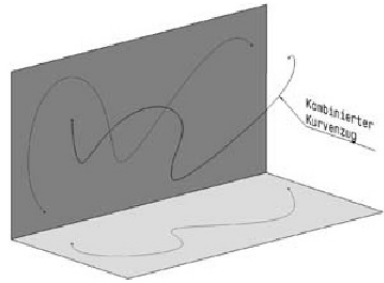
Eine Schraubenfeder mit abweichender Helix als Zentralkurve



Mit der Funktion KOMBINIEREN ist es möglich eine Kurve aus der Projektion zweier Einzelkurven zu erstellen. Die Projektion kann normal oder entlang zweier Richtungen definiert werden. Die selektierten Kurven müssen zwei-dimensional sein.



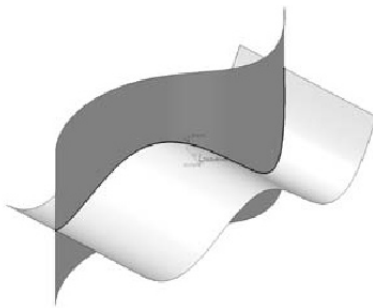
Ausgangszustand mit ebenen Kurven



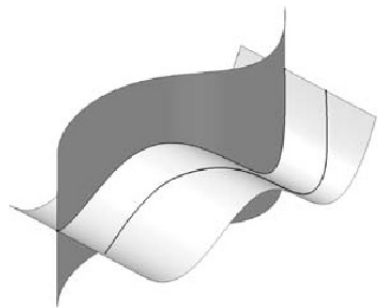
Normalenkombination der Kurven



Mit Hilfe einer PARALLELEN KURVE können zu vorhandenen Kurven unter Selektion eines *Stützelementes* weitere Kurven konstanten Abstands auf der Stützebene hinzugefügt werden. Nach der Auswahl der *Kurve* muss der Abstand (*Konstante*) definiert werden. Über den Button *Regel* ist es möglich, die neue Kurve gegenüber dem Original zu verändern. Sie kann konstant, linear, s-förmig oder benutzerdefiniert gewählt werden.



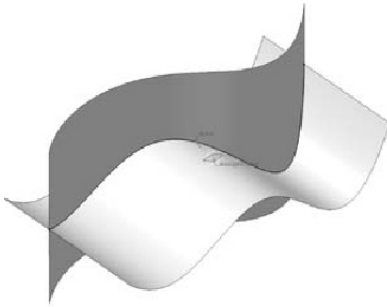
Selektion einer Schnittkurve und einer Stützebene



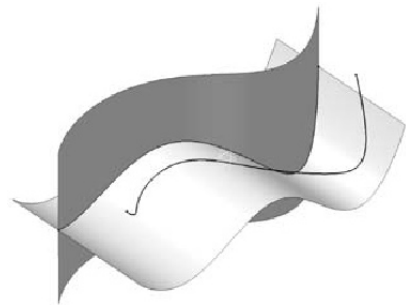
Parallele Kurve auf dem Stützelement



Die Funktion OFFSETKURVE ermöglicht es im Gegensatz zur *Parallelen Kurve*, eine neue 3D Kurve unter Definition einer *Auszugrichtung* zu erstellen. Demnach liegt die Kurve nicht auf einer vorhandenen Fläche, sondern frei im Raum, definiert über eine *Ausgangskurve*, die Richtung einer Ebene und eine festgelegten *Offset*.



Selektion einer Schnittkurve und der Auszugsrichtung



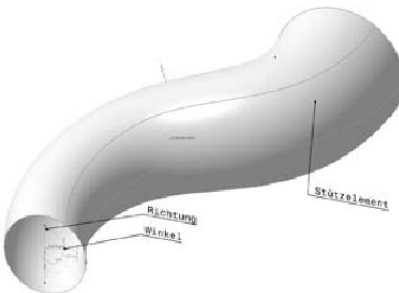
3D Offsetkurve in Richtung der selektierten Ebene



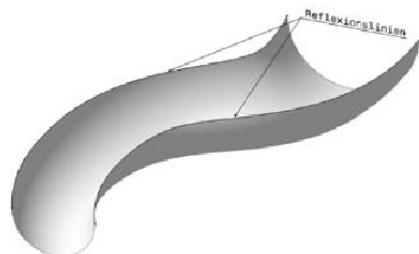
Eine POLYLINE ist ein aus mehreren Einzelpunkten zusammengesetzter Kurvenzug, wobei die Verknüpfungspunkte mit einem Radius verrundet werden können. Dazu den zu verrundenden Einzelpunkt im Dialogfeld selektieren und die gewünschte Verrundung in der spalte *Radius* definieren. Punkte können nach einer Selektion mit *Ersetzen*, *Entfernen* und *Hinzufügen* frei manipuliert werden.



Um die Trennung komplexer Flächengeometrie, welche voranging im Spritzgusswerkzeugbau benötigt wird, zu ermöglichen, dienen die REFLEXIONSLINIEN. Mit Hilfe dieser Funktion ist es möglich, Kurven zu konstruieren, deren Normale zur Stützfläche in allen Punkten einen konstanten definierten Winkel zur festgelegten Richtung aufweisen. Der zu definierende Winkel stellt den Winkel zwischen der Richtung und der Flächennormale dar und muss zwischen 0° und 180° liegen.



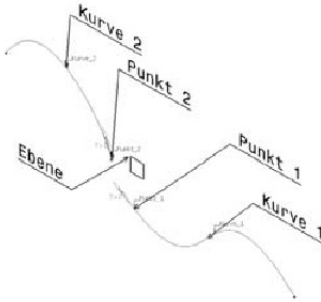
Ausgangssituation einer komplexen Flächengeometrie



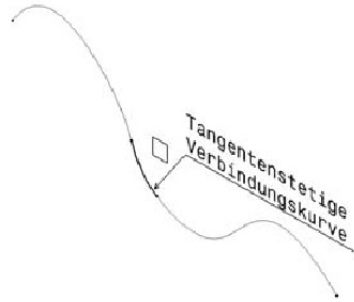
Trennung der Geometrie an den Reflexionslinien mit dem Winkel 90°



Eine VERBINDUNGSKURVE dient der Verbindung zweier Kurven oder Linien, die vom Verbindungstyp her entweder *Normal* in einer Ebene liegen kann oder eine *Basiskurve* als Stützelemente für die Ausrichtung der Eckpunkte besitzt. Der Übergang (*Stetigkeit*) der Kurven an den Punkten kann zwischen *punkstetig*, *tangentenstetig* oder *kurvenstetig* unterschieden werden. Mit Hilfe des Butten *Elemente trimmen* kann überschüssige Geometrie entfernt werden.



Selektion zweier Kurven und Punkte in einer Ebene



Verbindungskurve zwischen zwei Kurven

Sachwortverzeichnis

Aanalysefunktion 107

Bearbeiten von Ansichten 85

Bedingungen 12, 13

Beleuchtung des Modells 9

Bemaßung 87

Dassault Systèmes 1

Ebenendefinition 30

Erstellen einer Konstruktionstabelle
35, 40

Erstellen einer Zeichnung 83

Erstellen von Ansichten 85

Erstellen von Parametern 35

Erzeugen der Fasen 27

Erzeugen eines Powercopys 42

Erzeugen eines Volumenkörpers 61

Erzeugen von Lagersitzen 61

Erzeugen von Lichtquellen 109

Extrusion 21

Extrusion der Skizze 27

Extrusionsfläche 66

Fasen erzeugen 32

FORMEDITOR 37

Formverrundung 125

Generieren eines Volumenkörpers 42

Grafikeigenschaften 11

Kompass 2

Kugellager 80

Linie 16

Neu *Teiledatei anlegen* 3

Offsetebene 63, 64

Passfedernut erzeugen 32

Profil 14

Radialwellendichtring 102

Referenzelement 44

Referenzpunkt 44

Rippe 117

Ritzelwelle 78

Rotation 25

Schattierung 10

Schnittansicht 118

Schraffur 88

Schriftfeld 90

Sketcher 12

Skizzierumgebung 12

SPIEGELN 18

Spline 17, 46

Strukturbaum 2, 6

Symmetrielinie 86

Teilenummerkonflikt 97

Tiefeneffekt 9

Titelleiste 2

Wiedergabemodus 10

Zahnrad 49, 76

Zahnradparameter 51

Zusammenbau der Unterbaugruppe
„Gehäuse_Antrieb“ 100

Zusammenbau der Unterbaugruppe
„Antriebswelle“ 105

Zusammenbau der Unterbaugruppe
„Ritzelwelle“ 104