

Sándor Vajna *Hrsg.*
Andreas Wunsch · Fabian Pilz

Siemens NX für Einsteiger – kurz und bündig

4. Auflage

Inklusive
SN Flashcards
Lern-App

MOREMEDIA



Springer Vieweg

Siemens NX für Einsteiger - kurz und bündig

Sándor Vajna (Hrsg.)
Andreas Wunsch • Fabian Pilz

Siemens NX für Einsteiger - kurz und bündig

4., aktualisierte und erweiterte Auflage

Andreas Wünsch
Stuttgart, Deutschland

Fabian Pilz
Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Magdeburg, Deutschland

Hrsg.
Sándor Vajna
Weinheim, Deutschland

ISBN 978-3-658-29588-2 ISBN 978-3-658-29589-9 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-29589-9>

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2015, 2017, 2018, 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort zur 4. Auflage

Am Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik (LMI) an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg werden Studierende seit mehr als 25 Jahren an den führenden 3D-CAX-Systemen mit dem Ziel ausgebildet, die Grundfertigkeiten in der Anwendung der CAX-Technologie zu erwerben, ohne sich dabei nur auf ein einziges System zu spezialisieren. Dazu bearbeiten die Studierenden auf ihrem Weg zum Bachelor- oder Masterabschluss eine große Anzahl von Übungen allein oder gemeinsam im Team mit mindestens vier verschiedenen CAX-Systemen. In diesem Buch wird dem Leser der Umgang mit den grundlegenden Funktionen des CAX-Systems Siemens NX vermittelt. Dabei werden die vielfältigen Erfahrungen genutzt, welche während dieser Ausbildung gesammelt werden.

Der Fokus des vorliegenden Buches liegt auf einer kurzen und verständlichen Darstellung der grundlegenden Funktionen von Siemens NX in der Version Continuous Release 1872 eingewoben in praktische Übungsbeispiele. Somit kann der Leser, parallel zur Erläuterung der Funktionen, das Erlernte sofort praktisch anwenden und festigen. Dabei können natürlich nicht alle Details behandelt werden. Es werden aber stets Anregungen zum weiteren selbstständigen Ausprobieren gegeben, denn nichts ist beim Lernen wichtiger als das Sammeln eigener Erfahrungen.

Das Buch wendet sich an Studierende und Ingenieure ohne Vorkenntnisse des CAD-Moduls von NX. Es soll sie beim Selbststudium unterstützen und zu weiterer Beschäftigung mit dem System anregen. 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 genutzt werden. Das Sachwortverzeichnis am Ende des Buches wirkt dabei zusätzlich unterstützend.

In der vorliegenden vierten Auflage wurden die Übungsbeispiele an die Funktionen von NX Continuous Release 1872 angepasst sowie an einigen Stellen zusätzliche Erläuterungen hinzugefügt, um somit insbesondere die Arbeit mit dem Buch im Selbststudium zu erleichtern. Die Themen Messen und Gewichtsanalyse von Baugruppen wurden ergänzt. Zudem wurden die englischen Bezeichnungen der verwendeten Funktionen hinzugefügt. Kritische Modellierungsschritte werden weiterhin zusätzlich durch Videos dargestellt, welche über QR-Codes abrufbar sind.

Wir als Autoren sind dankbar für jede Rückmeldung und Anregung aus dem Kreis der Leser zum Inhalt des Buches sowie zur Vorgehensweise der Modellierung, welche uns per E-Mail erreicht (feedback-nx@mailbox.org). Besonderer Dank geht an Herrn Thomas Zipsner und an alle beteiligten Mitarbeiter des Verlags Springer Vieweg für die engagierte und sachkundige Zusammenarbeit bei der Erstellung des Buches.

Magdeburg, im Dezember 2019

Dr.-Ing. Andreas Wunsch

Fabian Pilz, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Sándor Vajna

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in NX	1
1.1	Datenverwaltung	2
1.2	Grafische Bedienoberfläche	3
1.3	Anwendungen	7
1.4	Tastatur- und Mausbelegung	8
1.5	Navigatoren	9
1.6	Befehlssuche	9
1.7	Rollen	10
1.8	Ansicht	10
1.9	Voreinstellungen und Anwenderstandards	15
1.10	Kontrollfragen	16
2	Arbeiten mit CAD-Modellen	17
2.1	Struktur von CAD-Modellen	17
2.2	Teile-Navigator	18
2.3	Auswahl von Geometrieelementen	21
2.4	Layer	23
2.5	Ausblenden und Unterdrücken von Elementen	25
2.6	Materialien	26
2.7	Einfärben von Körpern und Elementen	26
2.8	Koordinatensysteme	27
2.9	Boolesche Operationen	28
2.10	Messen	29
2.11	Kontrollfragen	29
3	Grundlagen der Modellierung	30
3.1	Formelemente	30
3.2	Skizzen	36
3.3	Kontrollfragen	46
4	Konstruktion eines Getriebes	47
4.1	Erzeugen eines Wellendichtrings durch Formelemente	47
4.2	Erzeugen eines Wellendichtrings durch Rotation	51
4.3	Erzeugen einer Hülse durch Formelemente	53
4.4	Anpassen der Hülse	55
4.5	Erzeugen der Antriebswelle	56
4.6	Erzeugen der Abtriebswelle	61
4.7	Erzeugen des parametrischen Rillenkugellagers	66

4.8 Erzeugen des Gehäuses - Antriebsseite.....	75
4.9 Erzeugen des Gehäuses - Abtriebsseite.....	97
4.10 Erzeugen des teilparametrischen Zahnrades.....	135
4.11 Anpassen der Teilevorlage der Zahnräder.....	146
4.12 Kugellagervarianten aus einer Teilefamilie.....	149
4.13 Kontrollfragen.....	153
5 Baugruppen.....	154
5.1 Baugruppen-Navigator.....	154
5.2 Einfügen und Positionieren von Komponenten.....	156
5.3 Baugruppenzwangsbedingungen.....	157
5.4 Wiederverwendungsbibliothek und Standardteile.....	159
5.5 Ladeoptionen für Baugruppen.....	160
5.6 Zusammenbau des Winkels.....	161
5.7 Komponenten spiegeln.....	162
5.8 Zusammenbau des Getriebes.....	163
5.9 Reference Sets.....	176
5.10 Anordnungen.....	178
5.11 Analyse von Baugruppen.....	179
5.12 Explosionsansichten.....	181
5.13 Kontrollfragen.....	182
6 Zeichnungserstellung.....	183
6.1 Erstellen einer Zeichnung.....	183
6.2 Anlegen eines Zeichnungsblattes.....	184
6.3 Vorlagen und Schriftfeld.....	185
6.4 Erzeugen von Ansichten.....	186
6.5 Layer in Zeichnungsansicht.....	189
6.6 Beschriftungen.....	190
6.7 Bemaßungen.....	191
6.8 Baugruppenzeichnungen.....	193
6.9 Zeichnung exportieren.....	197
6.10 Produkt- und Fertigungsinformationen (PMI).....	197
6.11 Kontrollfragen.....	204
Sachwortverzeichnis.....	205



1 Einführung in NX

NX NX ist ein leistungsfähiges CAX-System, welches zur Unterstützung des gesamten Produktentwicklungs- und Fertigungsprozesses dient. Das System ist aus der Zusammenführung von I-DEAS und Unigraphics hervorgegangen, wurde von Siemens PLM Software übernommen und stetig weiterentwickelt.

NX ist nach Funktionen modular aufgebaut und beinhaltet neben der Konstruktion Module zur Fertigungsunterstützung, Simulation, Entwicklung mechatronischer Konzepte und elektrischer Systeme, Schiffs- und Fahrzeugbau sowie zur wissensbasierten Konstruktion und zur Visualisierung. NX basiert auf dem Parasolid-Modellkern. Dieser bildet die Basis für die Geometriedarstellung.

In der aktuellen Version steht NX als Continuous Release zur Verfügung. Dabei werden kontinuierlich neue Updates bereitgestellt. Halbjährlich steht ein Release mit funktionalen Updates zur Verfügung. Kleinere Updates und Bugfixes werden über monatliche Patches veröffentlicht.

In den Beispielen in diesem Buch werden dem Leser die Grundfunktionen von NX vermittelt. Dabei werden an einem einfachen Beispiel die grundlegenden Unterschiede in der Arbeit mit Formelementen und Skizzen erläutert. Zur Festigung der erworbenen Kenntnisse wird ein Getriebe modelliert, wobei weitere Methoden und Funktionen wie die Parametrisierung von Modellen, die Erzeugung von Flächen und das Erstellen einer einfachen Teilefamilie zur Anwendung kommen. Anhand des Getriebes wird auch das Arbeiten mit Baugruppen und Zeichnungen erläutert.

Bei der Erstellung der Übungsbeispiele wurde NX Continuous Release 1872 verwendet. Die Beispiele können jedoch auch mit anderen NX Continuous Release-Versionen nachvollzogen werden. Bei der Erstellung der Teilefamilie wurde Microsoft Excel 2016 genutzt. Hierbei funktionieren auch andere Versionen. Als Betriebssystem wurde Microsoft Windows 10 verwendet.

Die Arbeit mit dem Buch wird durch einen Download-Bereich unterstützt. Alle verwendeten Modelle können unter www.springer.com auf der Seite dieses Buches heruntergeladen werden.

Um dem Leser die Handhabung des Buches zu erleichtern, sind links vor dem Text die Icons der jeweils verwendeten Funktionen sowie evtl. vorhandene Tastenkombinationen angegeben. Die Funktionen und Befehle sind *kursiv* dargestellt und durchnummeriert. Die Funktionen können in NX somit auch jederzeit über die Befehlssuche gefunden werden. Die englischen Funktionsbezeichnungen sind bei der erstmaligen Verwendung einer Funktion jeweils *grau und in Klammern* hinter der deutschen Bezeichnung aufgeführt. Wichtige Begriffe und Eingabewerte sind **fett** hervorgehoben.

⇒ Pfeile weisen auf Handlungsfolgen hin.

-  Ergänzende Informationen werden *kursiv ohne Nummerierung* dargestellt und sind mit einem „i“ markiert.
-  Die Beschreibung wichtiger Modellierungsschritte wird durch Videos ergänzt, welche über QR-Codes abrufbar sind.
-  Kontrollfragen am Ende eines jeden Kapitels helfen dabei, das Erlernte zu überprüfen. Die Lösungen stehen im Download-Bereich zur Verfügung.



Die Kontrollfragen sowie deren Antworten können auch als digitale Karteikarten in der *SN Flashcards App* und unter <https://flashcards.springernature.com> aufgerufen werden.

1.1 Datenverwaltung

Neue Datei erstellen



Strg+N

Datei ⇒ *Neu (New)*

Bei der Erstellung einer neuen Datei kann aus verschiedenen Vorlagen (Templates) ausgewählt werden. Die Vorlagen sind in die oberen Register unterteilt. Im rechten Bereich werden die Eigenschaften der gewählten Vorlage angezeigt.

Weiter unten werden der Dateiname und der Ordner, in dem die Datei gespeichert werden soll, angegeben. Ggf. kann auch ein Referenzteil verwendet werden.

The screenshot shows the 'Neu' (New) dialog box in the NX software interface. The dialog is divided into several sections:

- Tabs:** Multiachsen-Materialauftrag, Inspektion, Mechatronics Concept Designer, Schiffsgeneralplan, Presslinie, Line Designer, Schiffsstrukturen, DMU, Zeichnung, Layout, Simulation, Additive Manufacturing, Bearbeitungslinienplanung, Fertigung.
- Vorlagen (Templates):** A list of templates with columns for Name, Typ, Einheiten, Beziehung, and Eigentümer. The 'Modell' template is selected.
- Vorschau (Preview):** A 3D model of a blue cube is shown.
- Eigenschaften (Properties):** Details for the selected 'Modell' template, including Name, Typ, Einheiten, and Beschreibung.
- Neuer Dateiname (New Filename):** Fields for Name (model1.prt) and Ordner (C:\).
- Referenzteil (Reference Part):** A field for Name.
- Buttons:** OK and Abbrechen (Cancel).

Name	Typ	Einheiten	Beziehung	Eigentümer
Modell	Konstruktion	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Baugruppe	Baugruppen	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Shape Studio	Shape Studio	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Blech	Blech	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Routing - Schemata	Routing - Sche...	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Routing - Mechanik	Routing - Mech...	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Routing - Elektrik	Routing - Elektrik	mm	Einzel	NT-AUTOR...
Leer/ohne Vorlage	Gateway	mm	Einzel	Kein

Eigenschaften

Name: Modell
 Typ: Konstruktion
 Einheiten: mm
 Letzte Änderung: 08/06/2019 03:52
 Beschreibung: NX-Beispiel mit Bezugs-KSYS

Neuer Dateiname

Name: model1.prt
 Ordner: C:\

Referenzteil

Name:

Erstellen eines ersten Modells

Zum ersten Ausprobieren und Kennenlernen der Bedienoberfläche wird ein neues Modell erstellt, welches einen einfachen Zylinder beinhaltet.



1. Erstellen einer neuen Datei

Datei ⇒ *Neu (New)*

Vorlage ⇒ **Modell**

Dateiname ⇒ **Zylinder**



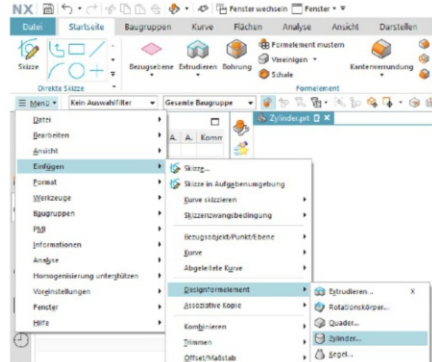
2. Erstellen eines Zylinders

⇒ Menü ⇒ Einfügen ⇒ Designformelement ⇒ *Zylinder (Cylinder)*

⇒ Ursprungspunkt des Koordinatensystems anklicken, falls dieser nicht bereits gewählt ist

Durchmesser ⇒ **50**

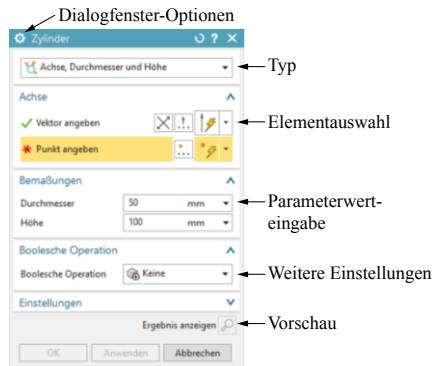
Höhe ⇒ **100**



Aufbau von Dialogfenstern

Der Aufbau von Dialogfenstern folgt in NX immer dem gleichen Schema, sodass diese immer von oben nach unten abgearbeitet werden können.

Im oberen Bereich wird zunächst der Typ des Formelements festgelegt, gefolgt von der Auswahl der dazu benötigten Elemente. Die aktuelle Auswahl ist orange hinterlegt. Ein grüner Haken zeigt an, dass bereits ein Element ausgewählt wurde. Ein roter Stern bedeutet, dass noch ein Element ausgewählt werden muss.



Anschließend erfolgen die Eingabe der Parameterwerte und weiterer Einstellungen. Notwendige Einstellungen sind dabei standardmäßig eingeblendet, optionale und zusätzliche Einstellungen sind zunächst ausgeblendet.



*Wird ein Dialogfenster mit weniger als mit dem in diesem Buch abgebildeten Funktionsumfang dargestellt, müssen die Dialogfenster-Optionen auf **Weitere (More)** umgestellt werden*

⇒ Dialog mit OK bestätigen

Im Zylinder-Dialog sind der Vektor zur Achsdefinition sowie der Ursprungspunkt oft bereits vorausgewählt. Die restlichen Einstellungen werden auf den Standardwerten belassen. Die Einstellungen werden im weiteren Verlauf des Buches erläutert.

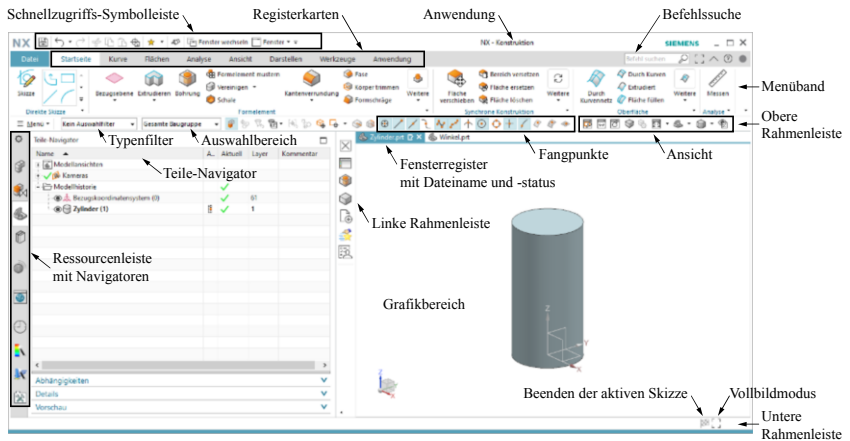


F1

Aus jedem Dialogfenster kann über F1 die *Kontexthilfe* (*Context Help*) zur aktuell verwendeten Funktion aufgerufen werden. Hier stehen detaillierte Informationen zu der Funktion bereit, z. B. die Erklärung auszuwählender Elemente und Optionen oder Videos zur Anwendung.

Aufbau der Bedienoberfläche

Nach dem erstmaligen Starten und der Erstellung des Zylinders sieht die Bedienoberfläche von NX in etwa wie folgt aus:



Registerkarten

Die verschiedenen Funktionen sind in Registerkarten gegliedert. Über einen Rechtsklick (RMT) auf den freien grauen Bereich können Registerkarten ein- und ausgeblendet werden.

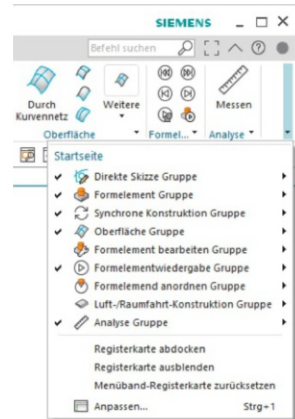
Mit RMT auf eine Registerkarte kann diese abgedockt und neu platziert werden. Wird die Registerkarte wieder in den oberen Bereich geschoben, dockt sie wieder an.

Menüband

Im Menüband sind die jeweiligen Funktionen einer Registerkarte abgelegt. Über das *schwarze Dreieck* am rechten Rand des Menübands können einzelne Funktionen und Funktionsgruppen ein- und ausgeblendet werden.



Neben den standardmäßig angezeigten Funktionsgruppen sollte hier auch die *Formelementwiedergabe Gruppe* (*Feature Replay Group*) eingeblendet werden, da diese nützliche Funktionen zur Navigation durch die Modellhistorie enthält (s. [Abschnitt 2.2](#)).

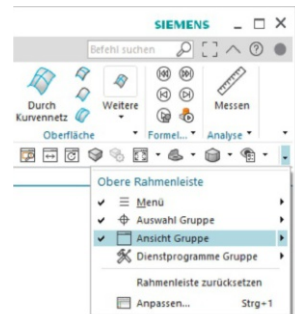


Obere Rahmenleiste

In der oberen Rahmenleiste befinden sich neben der Menüschaltfläche vor allem Filteroptionen wie der Typenfilter, der Auswahlbereich und die Fangpunkte. Zusätzlich können hier oft verwendete Funktionen platziert werden. Analog zum Menüband können über das *schwarze Dreieck* am rechten Rand der Rahmenleiste einzelne Funktionen ein- und ausgeblendet werden.

Für die Arbeit mit NX ist es sinnvoll die folgenden Funktionen der *Ansicht Gruppe* (*View Group*) auch in der oberen Rahmenleiste anzuzeigen, da diese oft verwendet werden:

- *Arbeitslayer* (*Work Layer*)
- Dropdown „Layer“ (*Layer Drop-down*)
- *Schnitt bearbeiten* (*Edit Section*)
- *Schnitt aktivieren* (*Clip Section*)



Untere Rahmenleiste

In der unteren Rahmenleiste werden zusätzliche Informationen und Hilfestellungen beim Arbeiten angezeigt. Dazu zählen z. B. eine kurze Beschreibung der auszuwählenden Objekte eines Formelementdialogs oder die Anzahl und der Status der Zwangsbedingungen bei Skizzen.

- i** Während der Konstruktionsarbeit kann ein Blick auf die untere Rahmenleiste hilfreich sein, insbesondere dann, wenn bei einer noch unbekannten Funktion nicht genau klar ist, welche Objekte ausgewählt werden sollen. Auch bei der Skizzenerstellung werden hier nützliche Informationen angezeigt.

Linke Rahmenleiste

In der linken Rahmenleiste wird die Funktionsgruppe *Befehle Vorhersagen* (*Predict Commands*) angezeigt. Hier werden basierend auf der bisherigen Verwendung durch das System Vorschläge für hilfreiche Funktionen gemacht.

Ressourcenleiste

Die Ressourcenleiste beinhaltet die bei der Arbeit oft verwendeten Navigatoren. In der Konstruktion sind das der Baugruppen-, der Zwangsbedingungen- und der Teile-Navigator.

Über die Ressourcenleiste hat der Anwender zudem Zugriff auf Standardteile in der Wiederverwendungsbibliothek, einen Internetbrowser, die zuletzt verwendeten Teile sowie auf die Rollen.

Vollbildmodus

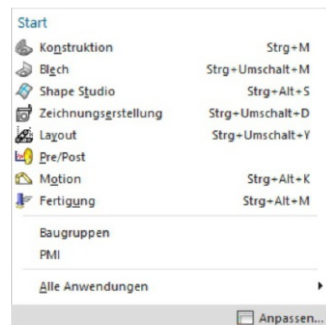
- Der *Vollbildmodus* (*Full Screen*) kann über die Schaltfläche in der oberen rechten Ecke der Bedienoberfläche oder über die Tastenkombination *Alt+Enter* aktiviert und deaktiviert werden. Im aktivierten Vollbildmodus werden die Menüleisten angezeigt, indem die Maus an den oberen Rand des Bildschirms bewegt wird.

1.3 Anwendungen

NX ist modular aufgebaut. Je nach Aufgabe stehen verschiedene Anwendungen (Module) zur Verfügung, z. B. Konstruktion, Zeichnungserstellung oder Fertigung.

Über *Datei* ⇒ *Start* kann zwischen den einzelnen Anwendungen gewechselt werden.

Baugruppen und *PMI* (*Produkt- und Fertigungsinformationen*) stellen keine eigenständigen Umgebungen dar, sondern werden als zusätzliche Registerkarten im Menüband angezeigt.



Unter *Alle Anwendungen* werden alle in NX verfügbaren Anwendungen aufgelistet.

1.4 Tastatur- und Mausbelegung

Die Tastatur- und Mausbelegung kann an dem bereits erstellten Zylinder ausprobiert werden. Einige Funktionen können direkt über Tastenkombinationen aufgerufen werden. Die wichtigsten Tastenkombinationen werden im Verlauf des Buches unter den jeweiligen Schaltflächen aufgeführt.



LMT (linke Maustaste)

Allgemeine Auswahl und Selektion von Elementen

Shift + LMT

Abwahl von selektierten Elementen



RMT (rechte Maustaste)

Objektbezogenes Kontextmenü



MMT (mittlere Maustaste)

Dialog bestätigen, blau hinterlegte Schaltflächen bestätigen (z. B. OK)



MMT halten

Ansicht drehen,

Halten der MMT auf einem Punkt des Modells ohne Bewegung ermöglicht anschließend das Drehen um diesen Punkt.



MMT auf einer Stelle des Bauteils halten und dann Maus bewegen

Ansicht um Mausposition drehen



MMT + RMT halten
(alternativ: MMT + Shift)

Ansicht verschieben



Mausrad drehen

Zoomen



MMT + LMT halten
(alternativ: MMT + Strg)

Zoomen



RMT im freien Grafikbereich halten

Menü zur Ansichtsumstellung öffnen



Esc-Taste

Abbrechen



F4-Taste

Aufruf der zuletzt verwendeten Funktion



F8-Taste

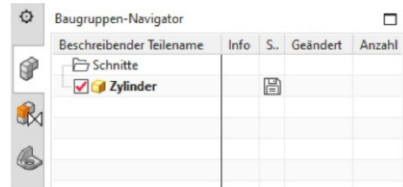
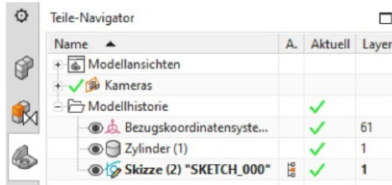
Drehen in die nächste senkrechte Ansicht

1.5 Navigatoren

Die Navigation durch die Modellstruktur erfolgt in NX mit Hilfe von Navigatoren, welche im oberen Bereich der Ressourcenleiste zu finden sind. Die zur Verfügung stehenden Navigatoren hängen von der jeweils gewählten Anwendung ab.

In der Anwendung *Konstruktion (Modeling)* stehen dem Nutzer der Baugruppen-, der Zwangsbedingungs- und der Teile-Navigator zur Verfügung.

Über RMT auf den freien Bereich ⇔ *Spalten (Columns)* können die angezeigten Spalten der Navigatoren ausgewählt werden.



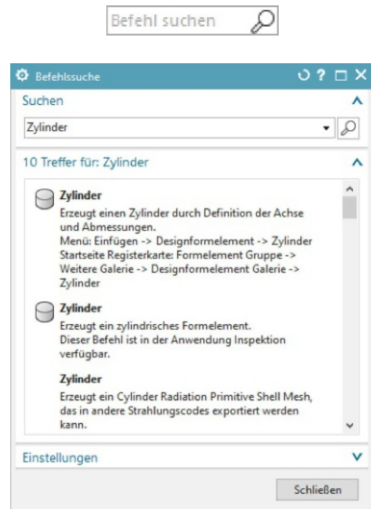
1.6 Befehlssuche



Die *Befehlssuche (Command Finder)* ist ein sehr nützliches Werkzeug in NX, insbesondere wenn das Programm neu erlernt wird, da hier schnell nach Befehlen gesucht werden kann. Dabei werden die Befehlsnamen, Hilfetexte und Befehlsbeschreibungen durchsucht.

Die Eingabezeile für die Suche befindet sich in der oberen rechten Ecke der Bedienoberfläche.

Beim Überfahren eines Suchergebnisses mit der Maus wird die Position des Icons in der Bedienoberfläche markiert. Wird das Suchergebnis angeklickt, öffnet sich direkt das dazugehörige Dialogfenster.



1.7 Rollen



Einstellungen zum Layout der Bedienoberfläche werden in NX in Rollen gespeichert.

Wird z. B. die Oberfläche verändert und dann die Rolle *Erweitert* gewählt, steht wieder die ursprüngliche Oberflächeneinstellung zur Verfügung.

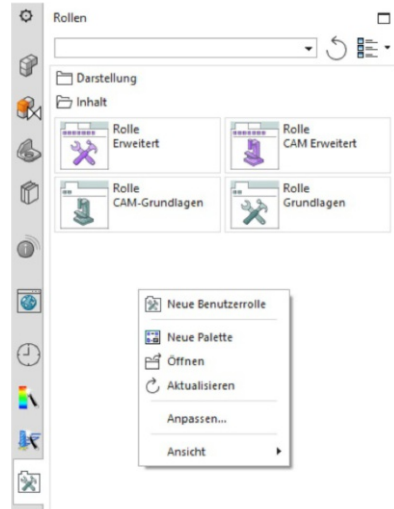
Benutzerrolle

Über RMT auf den freien Bereich kann eine *neue Benutzerrolle* (*New User Role*) erstellt werden. In dieser wird das aktuelle Layout der Oberfläche gespeichert.



*Sofern keine eigene Rolle definiert ist, sollte immer mit der Rolle **Erweitert** (Advanced) gearbeitet werden.*

Wurde die Bedienoberfläche von NX zunächst angepasst und wird danach eine neue Rolle gewählt, so werden die bisherigen Anpassungen mit der neuen Rolle überschrieben und sind nicht mehr vorhanden.



1.8 Ansicht

Im Register *Ansicht* können sämtliche Einstellungen zur Veränderung der Modellansicht vorgenommen werden. Die wichtigsten im Folgenden erklärten Einstellungen sind auch in der *oberen Rahmenleiste* zu finden.



Strg+F

Einpassen (Fit)

Passt die Ansicht des aktuellen Modells ein



Perspektive (Perspective)

Umschalten zwischen paralleler und perspektivischer Projektion des Modells



Perspektiven-Optionen (Perspective Options)

Hier kann der Grad der perspektivischen Darstellung eingestellt werden.



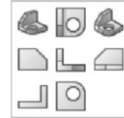
F5

Aktualisieren (Refresh)

Aktualisieren der Modellansicht. Diese Funktion ist zudem sehr nützlich wenn z. B. Analyseergebnisse nicht mehr im Grafikbereich angezeigt werden sollen.

Ansicht orientieren (*Orient View*)

In dem Dropdown-Menü können vordefinierte Standardansichten zur Anzeige des Modells gewählt werden.



- F8 Mit der F8-Taste kann die Ansicht in die nächstgelegene Standardansicht gedreht werden.

Die in NX definierten Standardansichten sind auch im *Teile-Navigator* zu finden. Mit einem Doppelklick wird eine Ansicht aktiviert.

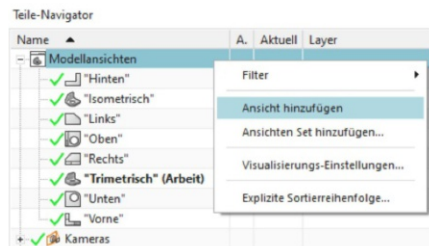
Hierbei können auch eigene Ansichten erstellt werden, wobei stets die aktuelle Ansicht als Modellansicht hinzugefügt wird:

⇒ RMT auf Modellansichten

⇒ *Ansicht hinzufügen (Add View)*

Mehrere Ansichten können auch als Ansichten Set hinzugefügt werden:

⇒ *Ansichten Set hinzufügen (Add View Set)*



Kamera erfassen und bearbeiten (Capture and Edit Camera)

Neben den Ansichten lassen sich auch Kameras definieren und zum Modell hinzufügen. Kameras enthalten zusätzlich die Vergrößerung des Modells. Sie werden ebenfalls im *Teile-Navigator* abgelegt und per Doppelklick aktiviert.

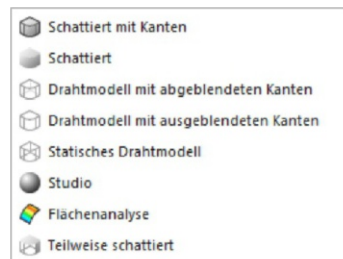
Über RMT ⇒ *Bearbeiten (Edit)* kann eine Kamera bearbeitet werden.

Stil

Darstellungsformat (*Rendering Style*)

In diesem Dropdown-Menü kann das Darstellungsformat eines Modells verändert werden.

Insbesondere die folgenden Darstellungsformate sind sehr hilfreich, um auch verdeckte Elemente eines Modells auszuwählen:



- *Drahtmodell mit abgeblendeten Kanten (Wireframe with Dim Edges)*
- *Statisches Drahtmodell (Static Wireframe)*

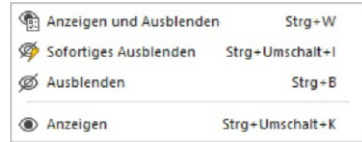
Die verschiedenen Darstellungsformate können selbstständig am erstellten Zylinder ausprobiert werden.

Sichtbarkeit



Anzeigen/Ausblenden (*Show/Hide*)

In dem Dropdown-Menü stehen Funktionen zum Anzeigen und Ausblenden von Elementen zur Verfügung.



Alternativ kann über RMT auf ein Element $\Rightarrow$ *Anzeigen/Ausblenden* dieses Element angezeigt oder ausgeblendet werden bzw. über die Funktionen im Teile-Navigator (s. [Abschnitt 2.5](#)).



Anzeigen und Ausblenden (*Show and Hide*)

Strg+W

Blendet Elementtypen (z. B. Bezugsobjekte, Skizzen oder Kurven) ein und aus.



Angezeigte und ausgeblendete umkehren (*Invert Shown and Hidden*)

Strg+Shift+B

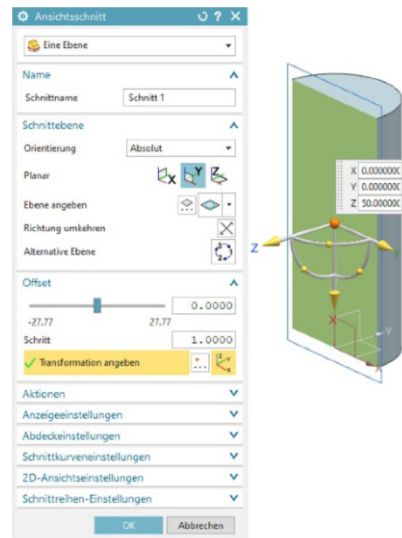
Kehrt die Anzeige um und es wird der vorher nicht sichtbare Bereich angezeigt.



Schnitt bearbeiten (*Edit Section*)

Über einen Schnitt ist es möglich, das CAD-Modell direkt im Grafikbereich geschnitten darzustellen. Dazu müssen zunächst die notwendigen Einstellungen getroffen werden.

In den *Abdeckeinstellungen* (*Cap Settings*) wird die Farbe der Schnittfläche definiert. Hier kann zwischen einer vorgegebenen Farbe und der *Körperfarbe* gewählt werden, was insbesondere bei Baugruppen nützlich ist.



Schnitt aktivieren (*Clip Section*)

Der erstellte Schnitt kann während der Modellierung jederzeit aktiviert und deaktiviert werden.

Objektdarstellung



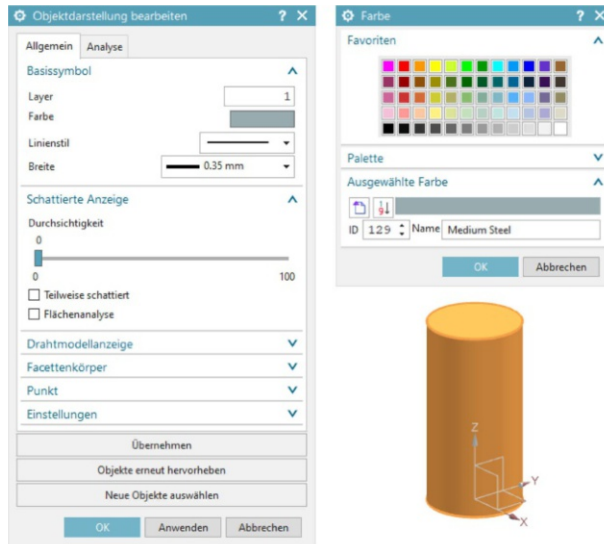
Objektdarstellung bearbeiten (*Edit Object Display*)

Strg+J

In der Objektdarstellung wird die Darstellung des CAD-Modells verändert. Dies beinhaltet z. B. Farbe, Kantendarstellung, Transparenz und Schattierung.

In der Klassenauswahl nach dem Aufruf der Funktion können neben dem Volumenkörper auch Linien, Flächen und Bezugselemente ausgewählt und somit auch deren Darstellung verändert werden.

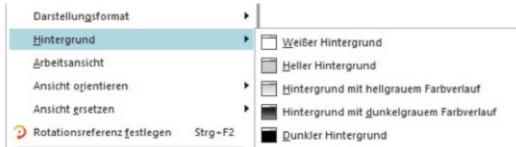
Menü ⇒ Bearbeiten ⇒ *Objektdarstellung (Object Display)*



Hintergrund bearbeiten



Die Darstellung des Hintergrundes kann schnell über RMT auf den Hintergrund im Grafikbereich geändert werden.



Weitere Einstellmöglichkeiten des Hintergrundes finden sich in den *Voreinstellungen (Preferences)*.

Menü ⇒ Voreinstellungen ⇒ *Hintergrund (Background)*



Der eingestellte Hintergrund gilt nur für das jeweilige Modell und wird in der prt-Datei des Modells gespeichert.

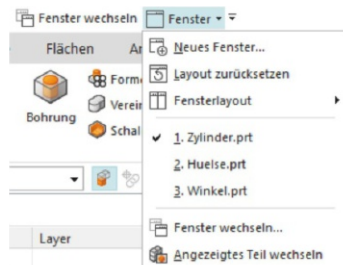
Fenster anordnen und wechseln



Fenster (Window)

Sind in einer Sitzung mehrere CAD-Modelle geöffnet, werden diese in verschiedenen Fenstern angezeigt.

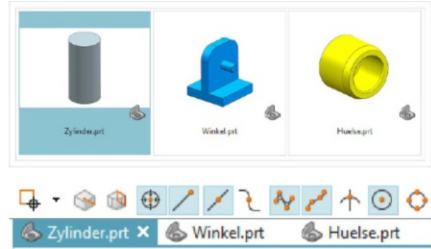
Diese Fenster können den gesamten Grafikbereich ausfüllen oder auf unterschiedliche Weise im Grafikbereich angeordnet werden.





Fenster wechseln (Switch Window)

Über diese Funktion kann schnell zwischen den einzelnen Fenstern gewechselt werden.



Alternativ kann das aktive Fenster auch über die Fensterregister gewechselt werden.

Einstellungen für die Visualisierung

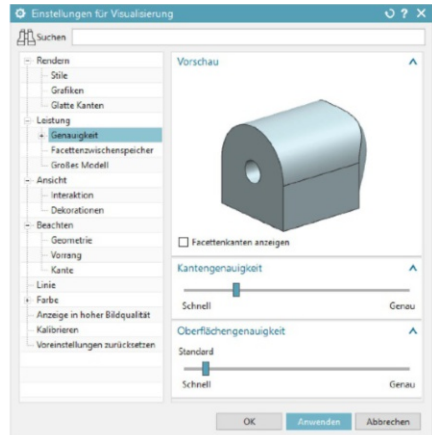


Sämtliche Einstellungen zur Visualisierung des CAD-Modells können in den *Einstellungen für Visualisierung* vorgenommen werden.

Register Ansicht ⇒ *Voreinstellungen (Preferences)*

bzw.

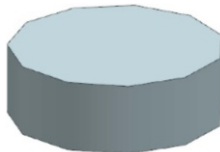
Menü ⇒ *Voreinstellungen*
⇒ *Visualisierung (Visualization)*



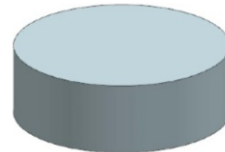
Die Visualisierung des CAD-Modells erfolgt in NX durch Facetten. Die Flächen des Modells werden dabei durch eine endliche Anzahl diskreter Dreiecke dargestellt. Unter Leistung kann die Genauigkeit dieser Darstellung eingestellt werden:

⇒ Leistung ⇒ *Genauigkeit (Accuracy)*

Schnell / Sehr grob



Genau / Fein



In den meisten Fällen ist die Standardeinstellung ausreichend. Eine Erhöhung der Genauigkeit ist oft bei großen Modellen mit kleinen Verrundungen sinnvoll. Dabei sollte beachtet werden, dass die Erhöhung der Genauigkeit zu Lasten der Anzeigegeschwindigkeit erfolgt.

1.9 Voreinstellungen und Anwenderstandards

In NX werden Einstellungen auf zwei grundsätzliche Arten vorgenommen: in den *Voreinstellungen* und in den *Anwenderstandards*. Voreinstellungen stellen lokale Einstellungen dar, welche im jeweiligen Modell gespeichert werden. Anwenderstandards definieren globale Einstellungen.

Voreinstellungen

Die *Voreinstellungen* (*Preferences*) sind modellspezifische Einstellungen. Sie werden in der prt-Datei des jeweiligen Modells gespeichert.

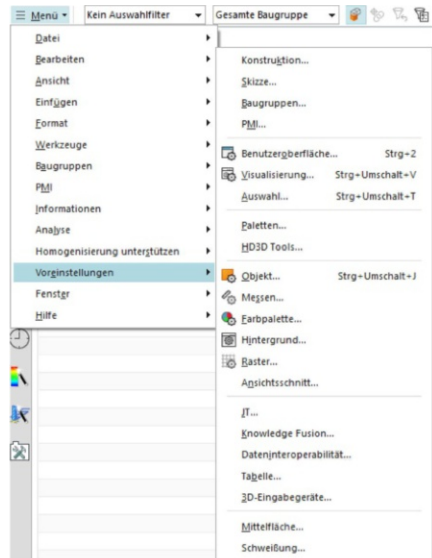
Die Voreinstellungen eines Modells können wie folgt aufgerufen werden:

Datei ⇒ *Voreinstellungen*

bzw.

Menü ⇒ *Voreinstellungen*

Hier steht zu verschiedenen Kategorien eine Vielzahl von Voreinstellungen zur Verfügung.



Beispielsweise kann in den Voreinstellungen der *Hintergrund* bearbeitet werden. Diese Einstellung gilt dann nur für das jeweilige Modell und wird in dessen prt-Datei gespeichert.

Anwenderstandards

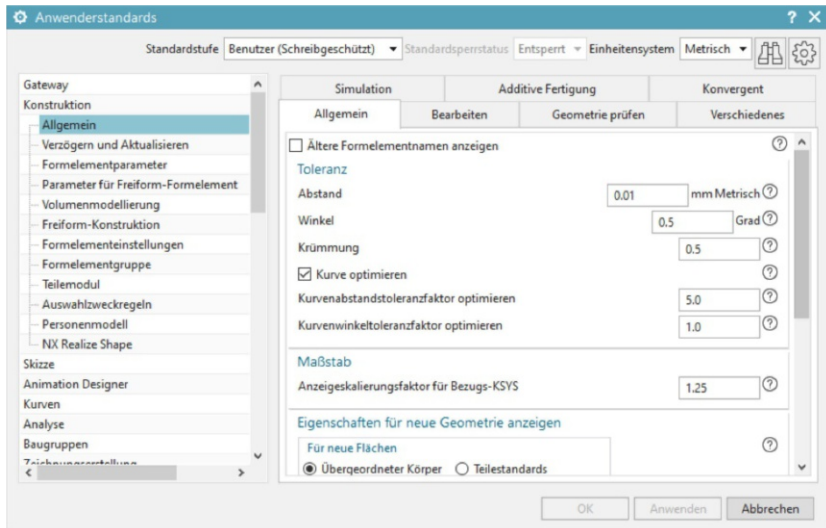


Die *Anwenderstandards* (*Customer Defaults*) stellen globale Voreinstellungen des Systems dar. Sie werden wie folgt aufgerufen:

Datei ⇒ Dienstprogramme ⇒ *Anwenderstandards*

bzw.

Menü ⇒ Datei ⇒ Dienstprogramme ⇒ *Anwenderstandards*



Die Anwenderstandards werden beim Start von NX geladen. Sie werden in Form von zwei Dateien gespeichert: dpv- und xsl-Datei.



Unter *Einstellungen verwalten* können die Anwenderstandards in eine dpv-Datei exportiert oder aus einer Datei importiert werden.

Weiterhin können die Anwenderstandards auch über eine Umgebungsvariable eingelesen werden, welche auf die jeweilige dpv-Datei verweist. Die Umgebungsvariable kann in Windows definiert oder in einer Stapelverarbeitungsdatei (Batch) festgelegt werden, z. B.:

```
UGII_LOCAL_USER_DEFAULTS = Z:\...\nx_anwenderstandards.dpv
```

Sofern Schreibrechte verfügbar sind, werden Änderungen der Anwenderstandards dann in dieser Datei gespeichert. Die Änderungen werden erst nach einem Neustart von NX und dem erneuten Laden der dpv-Datei wirksam.

Je nach den Zugriffsrechten im Betriebssystem kann die dpv-Datei auch als schreibgeschützt definiert werden und somit ein ungewolltes Bearbeiten der Anwenderstandards verhindert werden.

1.10 Kontrollfragen



1. Aus welchen Bereichen besteht die Bedienoberfläche von NX?
2. Wie sind die Dialogfenster in NX aufgebaut?
3. Welche Navigatoren gibt es und wozu dienen diese?
4. Was sind Rollen?
5. Worin unterscheiden sich Voreinstellungen und Anwenderstandards?

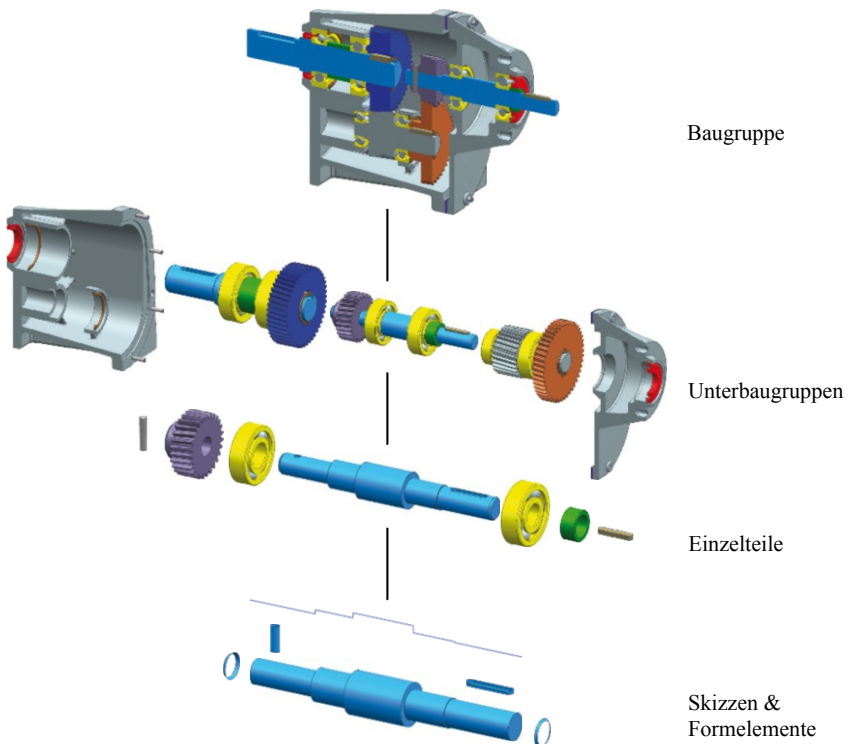
2 Arbeiten mit CAD-Modellen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen des Arbeitens mit CAD-Modellen in NX erläutert. Dazu zählen neben der generellen Struktur von CAD-Modellen auch das Arbeiten mit Geometrieelementen, Layern und Koordinatensystemen sowie das Einfärben von Körpern, das Zuweisen von Material und Boolesche Operationen.

2.1 Struktur von CAD-Modellen

Ein strukturiertes und konsistentes CAD-Modell bildet die Basis für die durchgängige Entwicklung eines Produktes, insbesondere, wenn über einen zeitlichen Verlauf mehrere Personen bzw. Abteilungen unterschiedlicher Disziplinen an und mit dem Modell arbeiten. Auf die Strukturierung des Modells sollte bereits bei dessen Erstellung geachtet werden.

Ein Produkt stellt in der Regel eine Baugruppe dar, welche aus mehreren Unterbaugruppen oder Einzelteilen besteht. Die Anzahl der Stufen der Unterbaugruppen ist dabei nicht limitiert, sollte jedoch überschaubar sein.



Die Modellierung eines Einzelteils erfolgt durch die Kombination verschiedener Formelemente. Die Formelemente eines Einzelteils, z. B. Zylinder, Fasen oder Bohrungen, bestehen wiederum aus Geometrieelementen, z. B. Flächen, Kanten und Punkten, welche den Formelementen zugehörig sind und nicht selbstständig, sondern nur durch das Formelement existieren.

Zu den selbstständigen Elementen zählen:

- Volumenkörper (solid)
- Flächenkörper (sheet)
- Kurven (curve), z. B. Linie, Kreis, Skizzenkurven
- Punkte (point)
- Bezugselemente (datums), z. B. Ebenen, Achsen, Koordinatensysteme

Zugehörige Elemente sind:

- Flächen (face), z. B. Deck- und Mantelflächen
- Kanten (edge), z. B. Flächen- und Körperkanten
- zugehörige Punkte, z. B. Eck- und Mittelpunkte

2.2 Teile-Navigator

In den Navigatoren werden in NX alle Objekte eines Modells abgelegt (s. [Abschnitt 1.5](#)). Bei Baugruppen sind dies in erster Linie Einzelteile und Zwangsbedingungen, bei Einzelteilen sind es Skizzen und Formelemente.



Der wichtigste Navigator für die Modellierung von Einzelteilen innerhalb der Anwendung *Konstruktion (Modeling)* ist der *Teile-Navigator*.

Hier werden die wesentlichen Objekte des CAD-Modells dargestellt. Dazu zählen Modellansichten, Kameras, Zeichnungen, Benutzerausdrücke und die Modellhistorie.

In der Modellhistorie werden alle verwendeten Formelemente in zeitlicher Abfolge aufgelistet.

Teile-Navigator			
Name	A.	Aktuell	Layer
+ Modellansichten			
+ Kameras			
+ Zeichnung			
+ Benutzerausdrücke		✓	
- Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)		✓	61
Quader (1)		✓	1
Quader (2)		✓	1
Vereinigen (3)		✓	1
Zylinder (4)		✓	1
Fase (5)		✓	1
Bezugsebene (6)		✓	61
Formelement spiegeln (7)		✓	
Kantenverrundung (8)		✓	1

Über RMT auf ein Formelement stehen für dieses verschiedene kontextbezogene Operationen zur Verfügung.



Mit Hilfe des Augensymbols vor den jeweiligen Formelementen können diese aus- und eingeblendet werden (s. [Abschnitt 2.5](#)).

Spalten

Der Teile-Navigator ist in Tabellenform aufgebaut. Mit RMT auf den freien Bereich oder den Tabellenkopf $\Rightarrow$ *Spalten* (*Columns*) können verschiedene Spalten ein- und ausgeblendet werden.

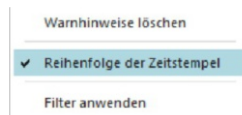
- i** Die Spalte für die **Layer** sollte im Teile-Navigator immer eingeblendet sein, um somit jederzeit einen Überblick über die Layer der Formelemente zu haben (s. [Abschnitt 2.4](#)).

Reihenfolge der Zeitstempel

Standardmäßig werden die verwendeten Formelemente in zeitlicher Reihenfolge in der Modellhistorie dargestellt, durch sog. Zeitstempel.

$\Rightarrow$ RMT auf den freien Bereich im Teile-Navigator

$\Rightarrow$ *Reihenfolge der Zeitstempel*
(*Timestamp Order*)



Bei Deaktivierung der Reihenfolge der Zeitstempel werden die Formelemente und deren Abhängigkeiten nicht mehr in zeitlicher Abfolge, sondern als logische Baumstruktur abgebildet. In den folgenden Abbildungen ist die Modellstruktur des Winkels dargestellt (s. [Abschnitt 3.1](#)).

Reihenfolge der Zeitstempel ist aktiviert

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer
+ Modellansichten			
+ Kamera			
- Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)			61
Quader (1)			1
Quader (2)			1
Vereinigen (3)			1
Zylinder (4)			1
Fase (5)			1
Bezugsebene (6)			61
Formelement spiegeln (7)			
Kantenverrundung (8)			1

Reihenfolge der Zeitstempel ist deaktiviert

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer
+ Modellansichten			
+ Kamera			
- Nicht verwendete Elemente			
- Modell			
Volumenkörper "Quader (1)"			1
Kantenverrundung (8)			1
Formelement spiegeln (7)			
Bezugsebene (6) "Bezu..."			61
Quader (2)			1
Fase (5)			1
Zylinder (4)			1
Quader (1)			1
Fase (5)			1
Zylinder (4)			1
Vereinigen (3)			1
Volumenkörper "Quad..."			1
Quader (2)			1
Quader (1)			1

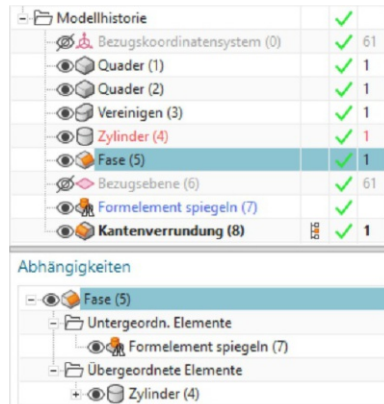
Die Zahl hinter einem Formelement stellt dessen Zeitstempel dar. Über RMT auf den freien Bereich im Teile-Navigator $\Rightarrow$ Spalten $\Rightarrow$ *Zeitstempel* (*Timestamp*) können die Zeitstempel in einer eigenen Spalte angezeigt werden.

Abhängigkeiten

Im unteren Bereich des Teile-Navigators werden die *Abhängigkeiten* (*Dependencies*) und die *Details* eines ausgewählten Formelementes angezeigt.

Bei der Darstellung der Abhängigkeiten werden die dem Formelement unter- und übergeordneten Elemente aufgelistet.

Die Abhängigkeiten werden auch in der Modellhistorie dargestellt. Untergeordnete Elemente werden *blau*, übergeordnete werden *rot* markiert. Somit können vor dem Ändern oder dem Löschen eines Formelementes die Auswirkungen analysiert werden.

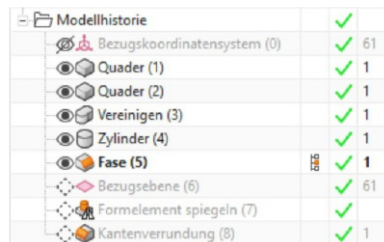


Durch Formelemente navigieren

Die Arbeit mit CAD-Modellen beinhaltet oft unterschiedlichste Anpassungen, in denen das Modell an verschiedenen Positionen in der Modellhistorie verändert bzw. erweitert werden soll. Hierzu ist es hilfreich, souverän durch die Formelemente zu navigieren.

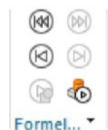


Über RMT auf ein Formelement im Teile-Navigator $\Rightarrow$ *Formelement als aktuell festlegen* (*Make Current Feature*) wird der Zeitstempel bis zu diesem Formelement zurückgerollt und es können an dieser Position neue Formelemente erstellt werden (hier: Fase).



Eine weitere Möglichkeit ist die *Formelementwiedergabe* (*Feature Replay*). Hiermit ist es möglich, die Formelemente schrittweise als aktuell festzulegen.

Die Formelementwiedergabe muss zunächst auf der Startseite im Menüband eingblendet werden (s. [Abschnitt 1.2](#)). Dies wird empfohlen, da somit schnell durch das Modell navigiert werden kann.



2.3 Auswahl von Geometrieelementen

Für die Auswahl der Geometrieelemente eines CAD-Modells, stehen in NX verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Die Kenntnis und der sichere Umgang mit diesen Werkzeugen erleichtert die Arbeit in NX enorm.

Auswahl im Grafikbereich und Teile-Navigator

Die Auswahl von Geometrieelementen kann in NX jederzeit mit dem Maus-Cursor im Grafikbereich oder im Teile-Navigator erfolgen. Insbesondere bei komplexen Modellen kann die Auswahl im Teile-Navigator einfacher sein als im Grafikbereich.

Abwahl von Geometrieelementen

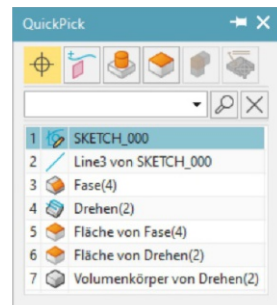
Shift+
LMT

Wurde bei einer Operation ein Geometrieelement versehentlich fehlerhaft selektiert, kann es durch Halten der Shift-Taste + LMT wieder abgewählt werden.

QuickPick



Die Auswahl mit dem Maus-Cursor im Grafikbereich ist aufgrund der Vielzahl der dargestellten Elemente oft nicht eindeutig. Liegen hier mehrere Objekte hinter dem Cursor und dieser wird für zwei Sekunden nicht bewegt, verändert sich der Cursor und es erscheinen drei Punkte. Durch erneutes Klicken wird der *QuickPick*-Dialog geöffnet und die Elemente können aus einer Liste ausgewählt werden.



Typenfilter

Für die korrekte Auswahl eines Elements stehen im *Typenfilter* (*Type Filter*) zusätzlich verschiedene Filter zur Verfügung. Diese sind in der oberen Rahmenleiste zu finden.

Über den Typenfilter wird der zu wählende Objekttyp festgelegt. Somit können bspw. nur Kanten bei der Selektion berücksichtigt werden.



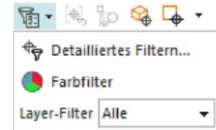
Auswahlbereich

Mit dem *Auswahlbereich* (*Selection Scope*) wird festgelegt, in welcher Hierarchieebene des Modells die Auswahl stattfinden soll. Hiermit können bspw. nur Elemente des aktiven Teils aber auch einer aktiven Skizze gewählt werden.



Allgemeine Auswahlfilter

Weitere Filtermethoden wie das Detaillierte Filtern, der Farbfilter und der Layer-Filter stehen im Dropdown-Menü der *allgemeinen Auswahlfilter* zur Verfügung.



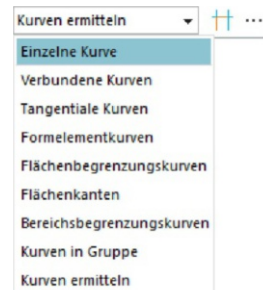
Fangpunkte

Für die Auswahl von Punkten ist die richtige Einstellung der *Fangpunkte* (*Snap Points*) sehr nützlich. Hier können u. a. Endpunkte und Mittelpunkte von Linien und Kanten, Kreismittelpunkte und vorhandene Punkte gefangen werden.



Kurvenregel

Zur Auswahl von Kurven und Kanten stehen ebenfalls verschiedene Filter zur Verfügung. Diese werden erst in der oberen Rahmenleiste eingeblendet, wenn eine Kurve oder eine Kante ausgewählt werden soll, z. B. für einen extrudierten Körper oder eine Kantenverrundung.



-  Ist *Anhalten bei Schnittpunkt* aktiviert, stoppt die Auswahl bei zusammengesetzten Kurven automatisch an Schnittpunkten.
-  Über *Verrundung folgen* wird die Auswahl entlang Tangentenkreisbögen und Kreisen fortgesetzt wenn *Anhalten bei Schnittpunkt* aktiviert ist.
- ... Unter *Weitere* können je nach gewählter Kurvenregel verschiedene Kriterien zu Weiterführung der Auswahl eingestellt werden.

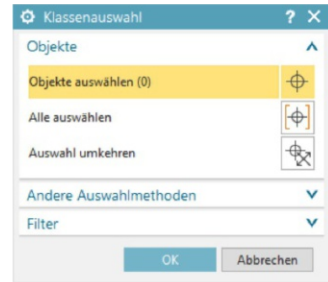
Klassenauswahl



Der Dialog für die *Klassenauswahl* (*Class Selection*) dient zur Auswahl von Objekten und stellt hierzu verschiedene Auswahl- und Filterfunktionen bereit.

Die Klassenauswahl ist vielen Funktionen vorgeschaltet, in denen Geometrieelemente verarbeitet werden, z. B. bei der Objektdarstellung (s. [Abschnitt 2.7](#)).

Der Dialog kann aber auch eigenständig aufgerufen werden, z. B. über die Befehlssuche.



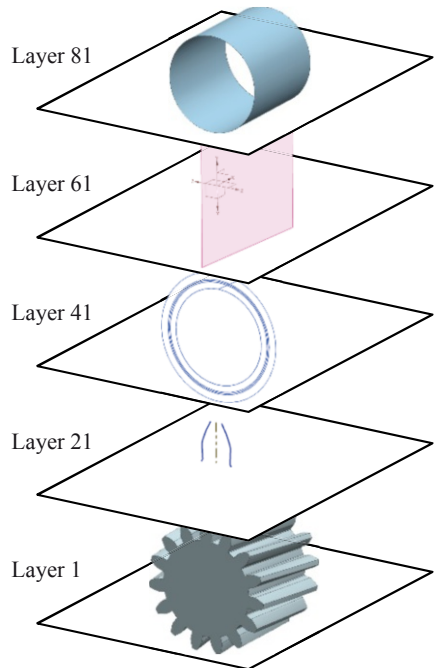
2.4 Layer

Layer (engl. für Schicht, Ebene) dienen in NX zur Modellstrukturierung.

Hierbei werden verschiedene Elemente des Modells auf unterschiedlichen Layern abgelegt. Diese Layer können dann separat durch *aktivieren* eingeblendet und durch *deaktivieren* ausgeblendet werden.

Werden alle Layer aktiviert, so werden alle Schichten „überlagert“ und das gesamte Modell wird angezeigt.

Bei der Erstellung eines CAD-Modells müssen nicht zwangsläufig Layer verwendet werden. Jedoch sollte auch bei einfachen Modellen auf die Strukturierung geachtet werden, um diese dann bei komplexeren Modellen sicher anwenden zu können.



In NX enthält ein Modell 256 verschiedene Layer, wobei nicht jeder Layer Elemente enthalten muss und es auch leere Layer geben kann.



Innerhalb von Unternehmen ist die Verwendung von Layern in der Regel durch interne Standards festgelegt. Somit wird eine dateiübergreifende Konsistenz der verwendeten Modelle gewährleistet.

Die Layer werden gemäß ihrer enthaltenden Elemente kategorisiert. Nur bestimmte Layer sollten für bestimmte Elemente genutzt werden. In den Beispielen in diesem Buch wird die folgende Kategorisierung genutzt:

Layer	Objekte
1 - 20	Volumenkörper
21 - 40	Skizzen
41 - 60	Kurven
61 - 80	Bezugselemente
81 - 100	Flächen
101 - 120	PMI

Die im Folgenden erläuterten Funktionen sind im Register *Ansicht (View)* zu finden.



Strg+L

Layer-Einstellungen (Layer Settings)

Register Ansicht ⇒ *Layer-Einstellungen*

In den Layer-Einstellungen werden die Layer eines Modells verwaltet.

Hier sind die Layer und die jeweils enthaltenden Objekte und Kategorien sichtbar. Die Kategorien dienen als Filter und geben Aufschluss über die Art der jeweiligen Objekte eines Layers.



Über *Kategorie hinzufügen* können auch eigene Kategorien erstellt werden.



Mit der Checkbox in der ersten Spalte werden die Layer *aktiviert* bzw. *deaktiviert*.

Ein Doppelklick auf einen Layer definiert diesen als *Arbeitslayer*.

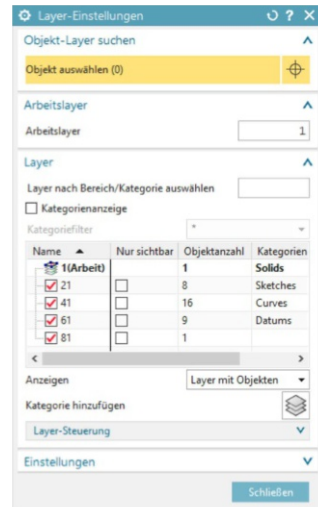


Mit der Checkbox in der zweiten Spalte können Layer als *Nur Sichtbar* markiert werden. Elemente dieser Layer sind dann im Grafikbereich nicht mehr auswählbar.



Arbeitslayer (Work Layer)

Der eingestellte Arbeitslayer definiert, auf welchem Layer **neue** Elemente erzeugt werden. Dieser kann direkt im Register *Ansicht* oder in den *Layer-Einstellungen* definiert werden.





Auf Layer verschieben (Move to Layer)

Register Ansicht $\Rightarrow$ Auf Layer verschieben

Über diese Funktion können Elemente auf die jeweiligen Layer verschoben werden, **nachdem** sie erzeugt wurden.



Bei der Beschreibung der Übungsbeispiele in diesem Buch wird der zu verwendende Arbeitslayer immer **vor** der Formelementerstellung eingestellt. Alternativ zu dieser Vorgehensweise können die jeweiligen Elemente auch nach deren Erstellung auf die richtigen Layer verschoben werden.

Layer im Teile-Navigator

Die Spalte für die Layer sollte im Teile-Navigator immer eingeblendet sein, um auch jederzeit einen Überblick über die Layer der jeweiligen Formelemente zu haben (s. [Abschnitt 2.2](#)).

$\Rightarrow$ RMT auf den freien Bereich im Teile-Navigator $\Rightarrow$ Spalten $\Rightarrow$ Layer

2.5 Ausblenden und Unterdrücken von Elementen

In NX wird zwischen dem Ausblenden und dem Unterdrücken bzw. dem Deaktivieren von Elementen unterschieden.

Ausblenden



Einzelne Elemente können über das jeweilige Augensymbol in der Modellhistorie bzw. über RMT $\Rightarrow$ Anzeigen/Ausblenden (Show/Hide) ein- und ausgeblendet werden (s. [Abschnitt 1.8](#)). Ausgeblendete Elemente existieren weiterhin, werden im Teile-Navigator jedoch grau dargestellt.



Formelemente sollten jedoch immer mit Hilfe der **Layer** ausgeblendet werden, insbesondere wenn mehrere Elemente gleichzeitig ausgeblendet werden sollen,

Unterdrücken



Über RMT $\Rightarrow$ Unterdrücken (Suppress) wird ein Element unterdrückt bzw. deaktiviert.

Das Unterdrücken kommt dem Löschen gleich, mit der Ausnahme, dass das Element noch vorhanden ist, aber keine Verwendung mehr aufweist. Abhängige Elemente werden ebenfalls unterdrückt.



Unterdrückte Elemente werden durch ein leeres Quadrat dargestellt.

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer
Modellansichten			
Kameras			
Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)			
Quader (1)		✓	61
Quader (2)			1
Vereinigen (3)			1
Zylinder (4)		✗	1
Fase (5)		✗	1
Bezugsebene (6)			61
Formelement spiegeln (7)			
Kantenverrundung (8)			1



RMT $\Rightarrow$ *Unterdrückung aufheben (Unsuppress)* hebt die Unterdrückung auf.



Ein rotes Kreuz zeigt an, dass das Unterdrücken zu Problemen bei abhängigen Elementen geführt hat

2.6 Materialien

Das Zuweisen von Materialien dient zum einen der Berechnung der Masse eines Bauteils. Zum anderen können die Materialeigenschaften auch in einer anschließenden Simulation genutzt werden.

Es sollte also immer ein Material vergeben werden.

Menü $\Rightarrow$ Werkzeuge $\Rightarrow$ *Materialien*



Materialien zuweisen (Assign Materials)

Hier wird einem Körper ein Material aus der Liste zugewiesen.



Materialien verwalten (Manage Materials)

Verwaltung der lokal verwendeten Materialien und der Bibliotheksmaterialien



Bibliotheksmaterialien verwalten (Manage Library Materials)

Hier wird die Materialbibliothek in Form einer MatML-Datei verwaltet.

2.7 Einfärben von Körpern und Elementen

Körper und andere Elemente werden in NX über die *Objektdarstellung* eingefärbt (s. [Abschnitt 1.8](#)).



Objektdarstellung bearbeiten (Edit Object Display)

Strg+J

Menü $\Rightarrow$ Bearbeiten $\Rightarrow$ *Objektdarstellung (Object Display)*

Das Einfärben eines Körpers kann direkt in dem Einzelteil oder in der Baugruppe erfolgen. Wird eine Komponente auf Baugruppenebene eingefärbt, wird diese Information auch nur in der Baugruppendatei gespeichert. Die Einzelteildatei bleibt unverändert. Der Körper bleibt also in der Einzelteildatei weiterhin grau.

Es wird jedoch empfohlen, ein Einzelteil direkt nach dessen Erstellung auch in der Einzelteildatei einzufärben. Somit besitzt das Einzelteil eine eigene Farbe und kann beim Einfügen in eine Baugruppe sofort von den anderen Komponenten unterschieden werden.



Selektionen werden in NX standardmäßig orange markiert. Daher sollte beim Einfärben von Körpern und Elementen kein Orange verwendet werden.

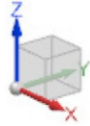
2.8 Koordinatensysteme

In NX gibt es grundsätzlich drei verschiedene Koordinatensysteme. Sie und ihr Verhalten zu kennen, erleichtert die Arbeit mit dem Programm und hilft möglichen Fehlern vorzubeugen.

Globales Koordinatensystem

Das globale Koordinatensystem eines Modells dient zur Definition von Geometrieelementen anhand von absoluten Koordinaten. Es kann nicht verändert werden und ist ortsfest.

Die Achsen sind in der linken unteren Ecke des Grafikbereichs dargestellt. Wird eine der Koordinatenachsen angeklickt, kann das Modell um einen definierten Winkel rotiert werden.



Der globale Nullpunkt kann durch das Erstellen eines Bezugspunktes bei (0;0;0) oder durch das Einblenden des unveränderten Arbeitskoordinatensystems sichtbar gemacht werden.

Bezugskoordinatensystem



Ein *Bezugskoordinatensystem* (*Datum CSYS*) wird wie ein Formelement im Teile-Navigator abgelegt und besitzt einen Zeitstempel. Es können mehrere Bezugskoordinatensysteme in einem Modell vorhanden sein.

Die Elemente des Bezugskoordinatensystems (Achsen, Ebenen, Nullpunkt) können bei der Erstellung von Formelementen als Referenzen genutzt werden. Nachträgliche Änderungen an dem Bezugskoordinatensystem wirken sich stets auf die untergeordneten Elemente aus. Über einen Doppelklick kann ein Bezugskoordinatensystem editiert werden.



Arbeitskoordinatensystem (WCS)

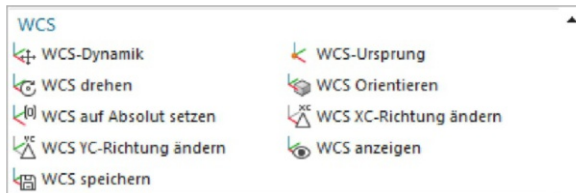
Das *Arbeitskoordinatensystem* (*Work Coordinate System, WCS*) ist ein temporäres Koordinatensystem, welches den Nutzer bei der Modellierung unterstützt. Dies ist insbesondere hilfreich, wenn keine vorhandenen Geometrieelemente als Referenzen genutzt werden sollen und das Umrechnen in globale absolute Koordinaten zu kompliziert ist.



Wird das WCS zum Erzeugen eines Formelementes verwendet, werden die Koordinaten intern in absolute Koordinaten umgerechnet. Das nachträgliche Verschieben des WCS wirkt sich somit nicht auf das erzeugte Formelement aus.

In der Gruppe *WCS* stehen verschiedene Funktionen zur Verfügung, um es zu verändern.

Werkzeuge $\Rightarrow$ Dienstprogramme $\Rightarrow$ Weitere $\Rightarrow$ *WCS*



WCS anzeigen (Display WCS)

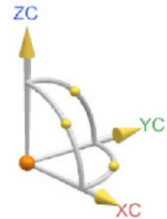
Blendet das WCS ein und aus.



WCS-Dynamik (WCS Dynamics)

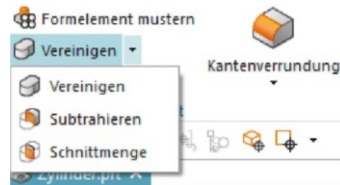
Mit einem Doppelklick auf das WCS oder über die Funktion *WCS-Dynamik* kann das WCS dynamisch bewegt werden.

Über die gelben Pfeilspitzen der Vektoren wird das WCS verschoben. Durch das Bewegen der gelben Kugeln wird es rotiert.



2.9 Boolesche Operationen

Boolesche Operationen dienen zur Kombination von Volumenkörpern. Sie können über das Dropdown-Menü oder direkt im Dialogfenster verschiedener Formelemente ausgewählt werden.



Vereinigen (Unite)

Vereinigt zwei oder mehrere Volumenkörper zu einem Körper



Subtrahieren (Subtract)

Subtrahiert das Volumen eines Volumenkörpers von einem anderen



Schnittmenge (Intersect)

Bildet die Schnittmenge aus sich durchdringenden Volumenkörpern

2.10 Messen



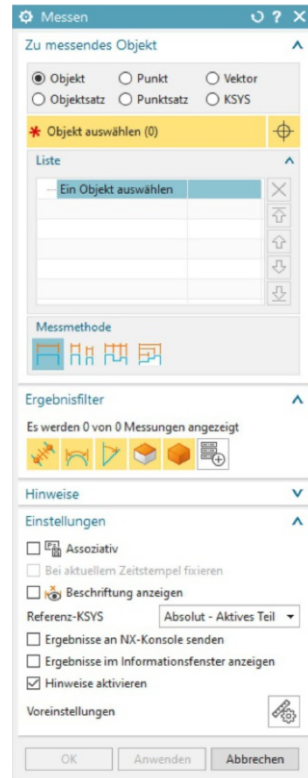
Das Dialogfenster *Messen* (*Measure*) beinhaltet Funktionen zum Messen von verschiedenen Objekten.

Register Analyse $\Rightarrow$ *Messen*

Die Auswahl der Messmethode erfolgt kontextbasiert gemäß der gewählten Objekte. Wird nur ein Objekt ausgewählt, werden Messungen dieses Objektes angezeigt, z. B. Flächeninhalt oder Länge. Bei der Auswahl von zwei oder mehreren Objekten, wird zwischen diesen Objekten gemessen, z. B. der Abstand oder der Winkel zwischen den Objekten.

Im *Ergebnisfilter* können die erforderlichen Messungen zusätzlich ausgewählt oder abgewählt werden.

Wird die Option *Assoziativ* aktiviert, so wird die Messung in der Modellhistorie gespeichert und die Messergebnisse werden als Parameter abgelegt. Die Messung kann somit wieder aufgerufen oder die Messergebnisse können weiterverarbeitet werden.



In den *Voreinstellungen* können weitere Einstellungen für das Messen vorgenommen werden.

2.11 Kontrollfragen



1. Wie sind CAD-Modelle aufgebaut?
2. Was sind Layer?
3. Wozu dienen Boolesche Operationen?
4. Wie werden Körper eingefärbt?
5. Welche Koordinatensysteme gibt es und worin unterscheiden sie sich?

3 Grundlagen der Modellierung

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der CAD-Modellierung mit NX erläutert. Dabei wird zunächst auf das Arbeiten mit Formelementen, danach auf das Arbeiten mit Skizzen eingegangen. Beide Methoden werden jeweils an einem einfachen Beispiel erklärt.

In der Realität erfolgt jedoch keine klare Trennung zwischen den beiden, sondern es werden stets beide Methoden kombiniert verwendet. Es gilt, die am besten geeignetste Methode gemäß der eigenen Aufgabenstellung zu wählen.

Bei der Modellierung sollte stets vom Groben zum Feinen gearbeitet und die folgende Vorgehensweise berücksichtigt werden:

- I. Erzeugen des Grundkörpers
(z. B. durch Formelemente bzw. Skizzen)
- II. Erzeugen spezifischer Formelemente
(z. B. Bohrungen, Taschen, Rippen)
- III. Erzeugen restlicher Details
(z. B. Verrundungen, Fasen)

3.1 Formelemente

Die Modellierung mit Formelementen ist ein essentieller Bestandteil von NX. Die Formelemente sind im Register *Startseite* in der Gruppe *Formelement* zusammengefasst.



Im Folgenden werden die wichtigsten Designformelemente vorgestellt. Die nachfolgend dargestellten Designformelemente erzeugen geometrische Grundkörper (Primitive). Diese Grundkörper können mit Hilfe von Booleschen Operationen miteinander kombiniert werden (s. [Abschnitt 2.9](#)).



Quader (Block)



Zylinder (Cylinder)



Kegel (Cone)



Kugel (Sphere)

Die weiteren Designformelemente stellen Kombinationen aus Grundkörpern und Booleschen Operationen dar und müssen nicht noch einmal separat mit dem bestehenden Volumenkörper kombiniert werden.



Bohrung (Hole)

Subtrahiert einen Zylinder von einem Volumenkörper



Einstich (Groove)

Erzeugt eine umlaufende Nut auf einer Mantelfläche



Rippe (Rib)

Erzeugt eine dünnwandige Rippe oder ein Rippennetz

Alte Formelemente

Seit der Version 12 sind die folgenden Formelemente als *alt (legacy)* markiert. Sie sind nicht mehr im Menüband, sondern lediglich über die Befehlssuche (s. [Abschnitt 1.6](#)) zu finden, können jedoch noch weiterhin verwendet werden.



Knauf (Boss)

Vereinigt einen Zylinder mit einem Volumenkörper



Polster (Pad)

Vereinigt einen Quader mit einem Volumenkörper



Tasche (Pocket)

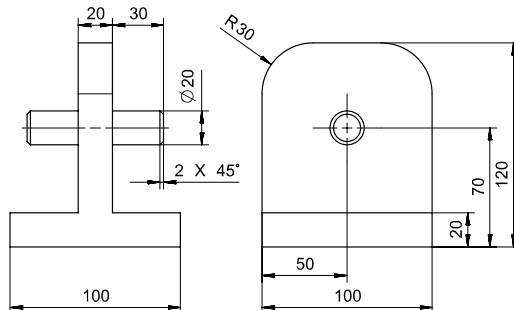
Subtrahiert einen Quader von einem Volumenkörper



Obwohl die Formelemente noch über die Befehlssuche aufrufbar und verwendbar sind, ist hieran zu erkennen, dass die Geometriemodellierung in zukünftigen NX-Versionen womöglich stärker skizzenbasiert erfolgen wird.

Erzeugen eines Winkels

Um die Arbeit mit Formelementen kennenzulernen, wird im Folgenden ein einfacher Winkel modelliert.





Die Beschreibung der Modellierung kann als Ergänzung zum Text auch als Video nachvollzogen werden. Hierzu einfach den rechts abgebildeten QR-Code scannen, vorzugsweise mit einem Tablet. Liegt das Buch als eBook vor, kann der QR-Code auch direkt angeklickt werden.



Strg+N

1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Winkel**



2. Quader (Block)

Länge (XC) $\Rightarrow$ **100**

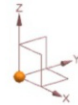
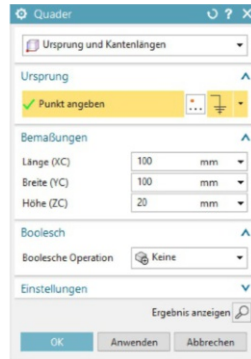
Breite (YC) $\Rightarrow$ **100**

Höhe (ZC) $\Rightarrow$ **20**



Der Ursprungspunkt wird beim erstmaligen Erzeugen des Quaders automatisch auf den Nullpunkt gesetzt, kann aber auch geändert werden.

Die Bezeichnungen XC, YC, ZC repräsentieren die Achsen des WCS.



Wird das Formelement Quader in der Bedienoberfläche nicht angezeigt, muss zunächst die Rolle **Erweitert** ausgewählt werden (s. [Abschnitt 1.7](#)).

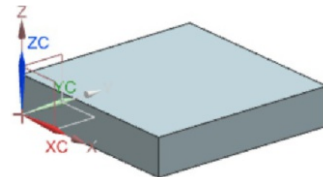


3. WCS anzeigen (Display WCS)

$\Rightarrow$ Register Werkzeuge $\Rightarrow$ Weitere

$\Rightarrow$ WCS anzeigen

Das WCS (Work Coordinate System) wird im Grafikbereich angezeigt.



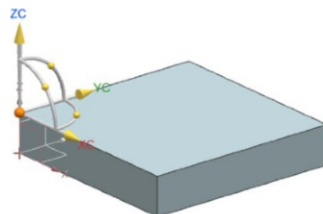
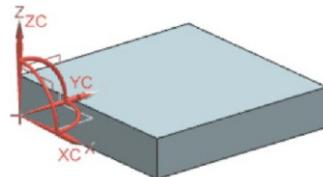
4. WCS-Dynamik (WCS Dynamics)

$\Rightarrow$ Register Werkzeuge $\Rightarrow$ Weitere

$\Rightarrow$ WCS-Dynamik

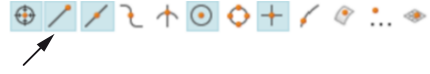
Alternativ: Doppelklick auf das WCS im Grafikbereich (hier rot dargestellt)

$\Rightarrow$ Verschieben des Koordinatenursprungs auf die obere Ecke des Quaders durch Halten und Verschieben der orangen Kugel





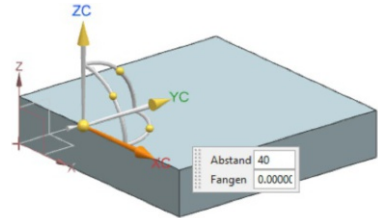
Um die obere Ecke des Quaders exakt zu erwischen, sollte in den Fangpunkten der *Endpunkt (End Point)* ausgewählt sein.



⇒ Verschieben des WCS durch Anklicken der XC-Achse

Abstand ⇒ **40**

⇒ Bestätigen mit der mittleren Maustaste (MMT)



5. *Quader (Block)*

Länge (XC) ⇒ **20**

Breite (YC) ⇒ **100**

Höhe (ZC) ⇒ **100**



⇒ Punkt angeben ⇒ *Punktdialog (Point Dialog)*

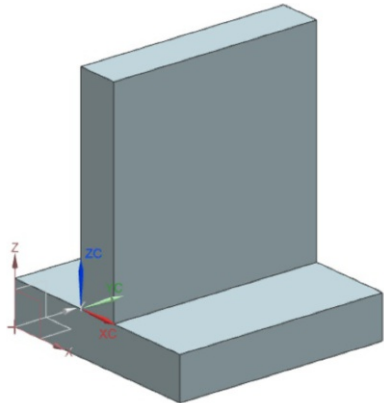
Der Punktdialog wird aus dem Dialog des Quaders heraus geöffnet.

Referenz ⇒ **WCS**

XC ⇒ **0**

YC ⇒ **0**

ZC ⇒ **0**



6. *Vereinigen (Unite)*

⇒ Register Startseite ⇒ *Vereinigen*

Ziel ⇒ **erster Quader**

Werkzeug ⇒ **zweiter Quader**



*Die Unterscheidung zwischen Ziel und Werkzeug findet sich in NX in vielen Dialogen. Das **Ziel** ist stets das Objekt, auf welches die Operation angewendet wird. Das **Werkzeug** ist das Objekt, welches angewendet wird. Diese Unterscheidung wird vor allem bei einer Subtraktion deutlich oder wenn vereinigte Objekte vervielfältigt werden, z. B. durch Spiegeln oder Mustern.*



7. *Zylinder (Cylinder)*

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*



⇒ Punkt angeben ⇒ *Punktdialog*

Der Punktdialog wird aus dem Dialog des Zylinders heraus geöffnet.

Referenz ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

X ⇒ **60**

Y ⇒ **50**

Z ⇒ **70**

Durchmesser ⇒ **20**

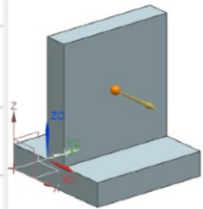
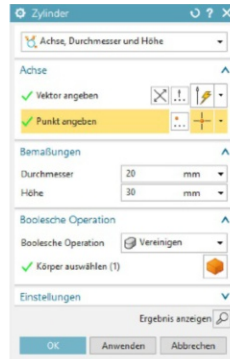
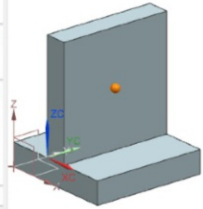
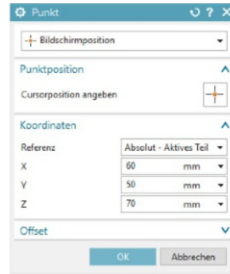
Höhe ⇒ **30**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**



Durch die Verwendung der Booleschen Operation direkt in dem Formelementdialog kann die Modellhistorie im Teile-Navigator einfach und übersichtlich gehalten werden.

Ist im aktuellen Modell nur ein Körper vorhanden, wird dieser automatisch ausgewählt.

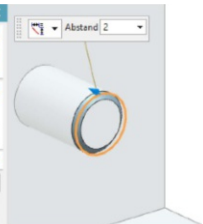
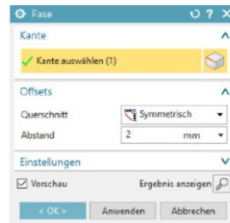


8. *Fase (Chamfer)*

⇒ Vordere Kante des Zylinders wählen

Querschnitt ⇒ **Symmetrisch**

Abstand ⇒ **2**



61 ▾

9. *Arbeitslayer 61*

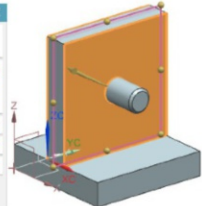
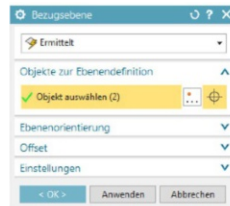


10. *Bezugsebene (Datum Plane)*

Typ ⇒ **Ermittelt**

⇒ Auswahl der beiden Flächen des vertikalen Quaders

Die Ebene wird somit mittig zwischen den beiden Flächen platziert.



- i** Ist bei der Erstellung der Bezugsebene als Typ **Ermittelt** gewählt, wird der Typ automatisch gemäß der Eingabe der Referenzgeometrie festgelegt. Dies funktioniert in den meisten Fällen sehr gut. In einigen Fällen muss der Typ jedoch manuell definiert werden.

Durch Verschieben der die Ebene begrenzenden Kugeln kann die Größe der Ebenendarstellung verändert werden.

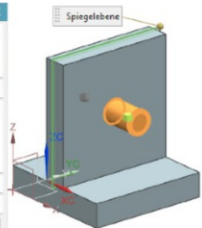
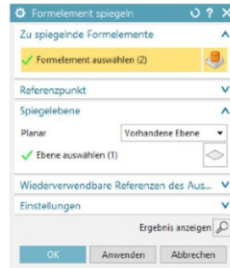
11. Arbeitslayer 1

12. Formelement spiegeln (Mirror Feature)

- ⇒ Zylinder und Fase wählen
(Mehrfachauswahl mit Strg-Taste
im Teile-Navigator)

Planar ⇒ **Vorhandene Ebene**

Ebene ⇒ Erzeugte Ebene auswählen

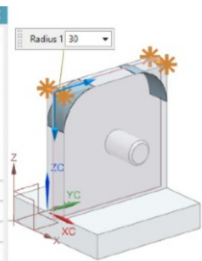
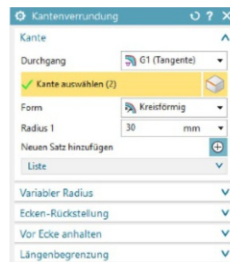


13. Kantenverrundung (Edge Blend) Radius 1 ⇒ **30**

- ⇒ Obere Kanten des Winkels wählen

14. WCS ausblenden

- ⇒ Register Werkzeuge ⇒ Weitere
⇒ **WCS anzeigen** deaktivieren



- i** Das WCS sollte vor dem Abspeichern eines Modells immer ausgeblendet werden, um die Voranzeige nicht mit unnötigen Informationen zu überladen.

15. Materialien zuweisen (Assign Materials)

- ⇒ Menü ⇒ Werkzeuge ⇒ Materialien ⇒ **Materialien zuweisen**
⇒ Körper auswählen ⇒ **Steel**

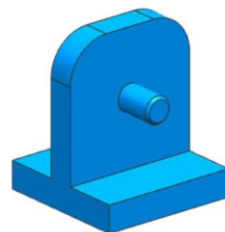
16. Farbe zuweisen

- Strg+J
⇒ Menü ⇒ Bearbeiten ⇒ **Objektdarstellung (Object Display)**
⇒ Körper auswählen ⇒ **Blau**

17. Ausblenden von Layer 61

- Strg+L
⇒ Register Ansicht ⇒ **Layer-Einstellungen (Layer Settings)**

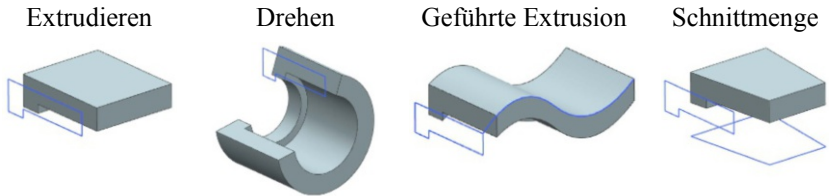
18. Speichern (Save)



3.2 Skizzen

In diesem Abschnitt werden die in NX zur Verfügung stehenden Skizzenumgebungen mit ihren Funktionen vorgestellt und an einem Beispiel erklärt.

Skizzen können in NX prinzipiell durch *Extrudieren* oder *Drehen* zu Flächen- oder Volumenkörpern weiterverarbeitet werden. Zudem sind weitere Operationen wie z. B. die geführte Extrusion oder die Schnittmenge möglich.



Bei der Skizzenerstellung sollte sich stets an der folgenden Vorgehensweise orientiert werden:

- I. Zeichnen der groben Kontur
- II. Setzen von Zwangsbedingungen
- III. Bemaßen der Kontur

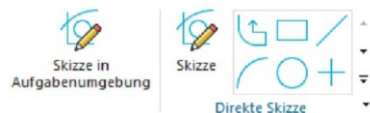
Dabei sollten zudem einige Grundregeln beachtet werden:

- Skizzen sollten immer so einfach wie möglich gehalten werden. Durch geschickte Verwendung von Zwangsbedingungen, Referenzgeometrie und Symmetrien kann die Komplexität von Skizzen reduziert werden.
- Skizzen sollten immer vollständig bestimmt sein.
- Skizzen sollten nur für die Modellierung der Grundform eines Bauteils genutzt werden. Details wie Fasen, Verrundungen, Bohrungen, Taschen und Nuten sollten als separate Formelemente erzeugt werden. Anpassungen und Änderungen sind somit einfacher durchzuführen.

Skizzenumgebungen

In NX stehen zwei Umgebungen für die Erstellung einer Skizze zur Verfügung:

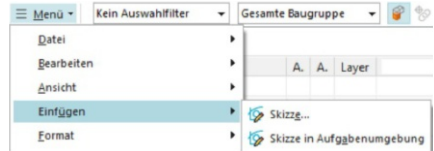
- *Skizze in Aufgabenumgebung*
(*Sketch in Task Environment*)
- *Direkte Skizze*
(*Direct Sketch*)



Je nach Konfiguration der Bedienoberfläche und der Rollen sind diese in den Registern *Startseite* (*Home*) oder *Kurve* (*Curve*) zu finden.

In jedem Fall können beide Umgebungen auch über das Menü aufgerufen werden.

Menü ⇒ Einfügen ⇒ *Skizze / Skizze in Aufgabenumgebung*



Skizze in Aufgabenumgebung (Sketch in Task Environment)

Diese Skizzenumgebung stellt eine separate Umgebung zur Erzeugung von Skizzen dar, in der der volle Funktionsumfang zur Verfügung steht. Sie ist vor allem zum Erstellen von Skizzen geeignet sowie zum ersten Kennenlernen der Skizzierfunktionen.



Direkte Skizze (Direct Sketch)

Diese Skizzenumgebung stellt Skizzierfunktionen in der aktuell gewählten Umgebung von NX bereit und ist somit streng genommen keine eigene Umgebung. Sie eignet sich vor allem zum schnellen Ändern und Anpassen von Skizzen und deren Bemaßungen.

Unerfahrene Anwender müssen hierbei vor allem darauf achten, die richtigen Linienelemente zu wählen, da die Icons für 3D-Linien im Register *Kurve* nicht ausgeblendet werden, was häufig zu Verwechslungen führt.



Über *In Skizzenaufgaben-Umgebung öffnen* kann von der direkten Skizze auch in die Skizze in Aufgabenumgebung gewechselt werden.

⇒ Weitere ⇒ *In Skizzenaufgaben-Umgebung öffnen*
(More ⇒ *Open in Sketch Task Environment*)



Zur Erstellung der Skizzen in diesem Buch wird ausschließlich die **Skizze in Aufgabenumgebung** genutzt. Insbesondere für den Einstieg in NX sollte stets diese Skizzenumgebung verwendet werden, um Fehler zu vermeiden.

Skizzenfunktionen

Nach dem Aufruf der Skizze in Aufgabenumgebung erscheint im oberen linken Bereich die Gruppe *Skizze*, welche generelle Funktionen für die Arbeit mit der Skizze enthält.



Skizzenhervorhebung (Sketch Emphasis)

Hebt die aktive Skizze hervor indem Elemente außerhalb der Skizze ausgeblendet werden



Schnitt (Section)

Aktiviert eine Schnittdarstellung in der Skizzenebene



Neu zuordnen (*Reattach*)

Mit dieser Funktion kann die Skizze auf einer anderen Ebene platziert werden sowie die horizontale bzw. die vertikale Referenz oder der Skizzenursprung neu definiert werden.



Modell aktualisieren (*Update Model*)

Aktualisiert das Modell bei Änderungen in der Skizze



Shift
+F8

An Skizze ausrichten (*Orient to Sketch*)

Wird die Ansicht in der Skizzenumgebung verdreht, kann sie über diesen Befehl wieder senkrecht zur Skizzenebene ausgerichtet werden.



Strg+Q

Skizze beenden (*Finish*)

Beendet die Skizzenumgebung und kehrt zur Konstruktionsumgebung zurück.

Funktionen zum Erzeugen und Bearbeiten von Kurven

Zum Erzeugen von Skizzenkonturen stehen folgende Elemente zur Verfügung:



Z

Profil (*Profile*)

Startet automatisch mit dem Aufruf der Skizzenumgebung. Hier lassen sich schnell Profile aus Linien und Bögen zeichnen.



Rechteck (*Rectangle*)



Linie (*Line*)



Kreisbogen (*Arc*)



Kreis (*Circle*)



Punkt (*Point*)



Studio-Spline (*Studio Spline*)

Alle Kurvenfunktionen können auch über Menü ⇒ Einfügen ⇒ Kurve aufgerufen werden:



Weitere Elemente und Funktionen stehen in dem dazugehörigen Dropdown-Menü zur Verfügung.



Die folgenden Operationen dienen zum Bearbeiten erzeugter Konturen:



Schnell trimmen (Quick Trim)

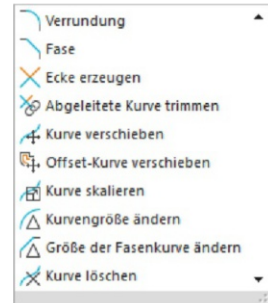
Überstehende Kurven werden entfernt.



Schnell erweitern (Quick Extend)

Erweitern einer Kurve bis zur nächst scheiden-
den Kurve.

Weitere Funktionen stehen auch hier im dazu-
gehörigen Dropdown-Menü bereit.



Zwangsbedingungen

Nach dem Erzeugen einer Skizzenkontur wird diese mit Zwangsbedingungen und Bemaßungen versehen. Dies erfolgt durch die folgenden Funktionen.

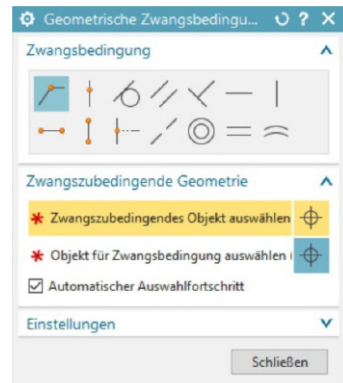


*Geometrische Zwangsbedingungen
(Geometric Constraints)*

Elemente von Skizzenkonturen werden
mit geometrischen Zwangsbedingungen
zueinander positioniert.

Dabei können auch das Skizzenkoordi-
natensystem und Elemente außerhalb der
Skizze verwendet werden.

Unter *Einstellungen* können weitere
Zwangsbedingungen für die Schnellaus-
wahl ausgewählt werden.



*Der **Automatische Auswahlfortschritt** (Automatic Selection Progression) sollte in jedem Fall aktiviert werden. Somit wird bei der Auswahl eines Elementes automatisch in die nächste Auswahl gewechselt.*

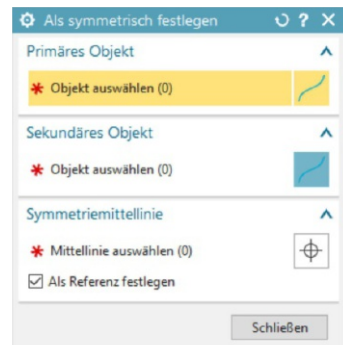


*Als symmetrisch festlegen
(Make Symmetric)*

Diese Funktion erlaubt die Definition
von symmetrischen Elementen über eine
Mittellinie.



*Durch die geschickte Verwendung von
Symmetrien können Skizzen oftmals deut-
lich vereinfacht werden.*



Bemaßungen



Schnellbemaßung (Rapid Dimension)

D

Mit dieser Funktion kann die Skizzenkontur schnell mit Bemaßungen versehen werden.

Im dazugehörigen Dropdown-Menü sind weitere Funktionen zur Erzeugung verschiedener Bemaßungen zu finden.



In einer Skizze gibt es drei Arten von Bemaßungen:

Automatische Bemaßungen werden beim Erstellen einer Skizzenkontur automatisch erzeugt und dienen nur zur Information. Die Skizzenkontur kann weiterhin verändert werden. Über einen Doppelklick können sie in steuernde Bemaßungen umgewandelt werden.



Steuernde Bemaßungen definieren die Maße und die Position einer Skizzenkontur. Eine Veränderung der Skizzenkontur ist ohne Anpassung der Bemaßung nicht mehr möglich.



Referenzbemaßungen dienen ebenfalls nur zur Information und steuern die Skizzengeometrie nicht. Über RMT $\Rightarrow$ In/Aus Referenz konvertieren können steuernde Bemaßungen in Referenzbemaßungen umgewandelt werden.



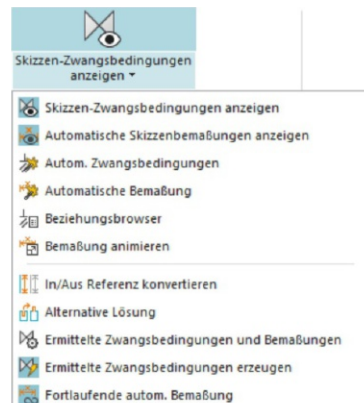
Weitere Funktionen

Weitere Funktionen zum Bearbeiten von Zwangsbedingungen und Bemaßungen stehen in dem dazugehörigen Dropdown-Menü zur Verfügung.



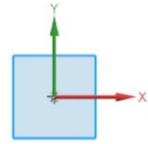
In/Aus Referenz konvertieren (Convert To/From Reference)

Durch diese Funktion werden Skizzelemente in Referenzgeometrie konvertiert. Diese erzeugt keine Volumen- oder Flächengeometrie durch weitere Operationen, sondern dient lediglich zur Unterstützung der Skizzenerstellung.



Skizzenkoordinatensystem

Jede Skizze enthält ein eigenes Koordinatensystem, welches beim Erstellen der Skizze erzeugt wird. Es besteht aus einer horizontalen (X) und einer vertikalen Skizzenachse (Y). Beide Achsen sowie der Skizzenursprung können beim Erzeugen von Zwangsbedingungen und Bemaßungen verwendet werden.



- i** Werden die Elemente einer Skizze durchgängig nur auf das Skizzenkoordinatensystem referenziert (und nicht auf das Bezugskordinatensystem, welches oft genau dahinter liegt), ist es im Nachhinein einfach möglich, die Skizze einer neuen Ebene zuzuordnen, sie zu verschieben oder zu drehen.

Bearbeiten von Skizzen

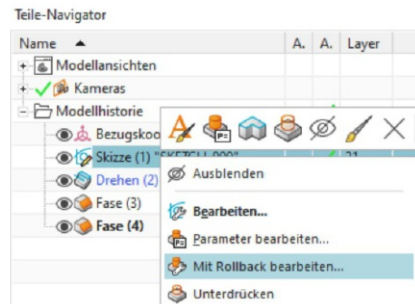


Zur Bearbeitung einer bereits erstellten Skizze in der Skizzenumgebung, muss diese mit *Rollback bearbeiten* werden.

⇒ RMT auf eine Skizze

⇒ *Mit Rollback bearbeiten*
(Edit with Rollback)

Somit wird die Skizze als aktuell festgelegt (s. [Abschnitt 2.2](#)) und die Skizzenumgebung geöffnet.

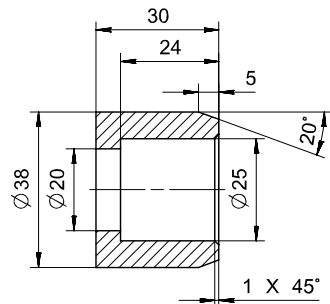


- i** Ein Doppelklick auf die Skizze öffnet standardmäßig die Direkte Skizze. Diese Einstellung kann jedoch auch in den Anwenderstandards verändert werden (s. [Abschnitt 1.9](#)).

Erzeugen einer Hülse

Um die Arbeit mit Skizzen kennenzulernen, wird im Folgenden eine einfache Hülse modelliert.

Dabei wird zunächst die Kontur der Hülse als Skizze erstellt und diese dann rotiert. Anschließend werden die beiden Fasen erzeugt.





Das Video zu diesem Abschnitt kann durch Scannen des QR-Codes abgerufen werden. Liegt das Buch als eBook vor, kann der QR-Code auch direkt angeklickt werden.



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Strg+N

Dateiname $\Rightarrow$ **Huelse**



2. Arbeitslayer 21 (Work Layer 21)



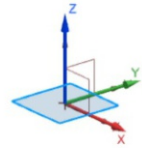
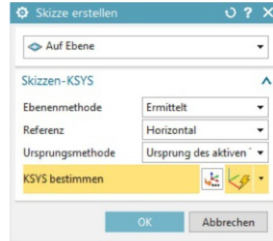
3. Skizze

$\Rightarrow$ Menü $\Rightarrow$ Einfügen

$\Rightarrow$ *Skizze in Aufgabenumgebung*
(Sketch in Task Environment)

Ursprungsmethode $\Rightarrow$ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**

$\Rightarrow$ **XY-Ebene** auswählen



Durch die Ursprungsmethode **Ursprung des aktiven Teils verwenden** wird als Koordinatenursprung des Skizzenkoordinatensystems der absolute Ursprungspunkt des Bauteils in die Skizzenebene projiziert.

Alternativ hierzu kann über **Punkt angeben** der Koordinatenursprung auch manuell festgelegt werden.



Profil (Profile)

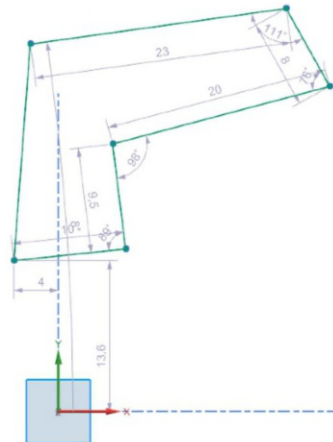
$\Rightarrow$ Zeichnen der groben Kontur gemäß der Abbildung



Die **automatischen Bemaßungen** (hellgrau) werden beim Skizzieren automatisch erzeugt, wenn die Funktion *Fortlaufende autom. Bemaßung* (Continuous Auto Dimensioning) aktiviert ist.

Sie dienen u. a. der Kontrolle, ob eine Skizze vollständig bestimmt ist.

Für die Erstellung der Skizze können diese Maße zunächst ignoriert werden. Mit zunehmender Anzahl von Zwangsbedingungen und steuernden Bemaßungen werden die automatischen Bemaßungen weniger.



- i** Beim Skizzieren werden durch das System Zwangsbedingungen vorgeschlagen und orange markiert. Diese sog. impliziten Zwangsbedingungen können durch Halten der **Alt-Taste** unterdrückt werden. Dies erleichtert oft die Erstellung komplexer Skizzenkonturen.

Wird die Skizze versehentlich vorzeitig beendet, kann die Skizzenumgebung über RMT $\Rightarrow$ **Mit Rollback bearbeiten** wieder aufgerufen werden (s. [Seite 41](#)).



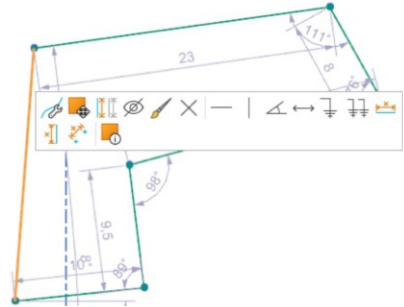
Horizontal/Vertikal
(Horizontal/Vertical)

Linien können sehr schnell als horizontal bzw. vertikal definiert werden.

- $\Rightarrow$ eine Linie anklicken
- $\Rightarrow$ horizontal bzw. vertikal in dem sich öffnenden Menü wählen

Alternativ:

- $\Rightarrow$ RMT auf eine Linie
- $\Rightarrow$ **Horizontal/Vertikal**



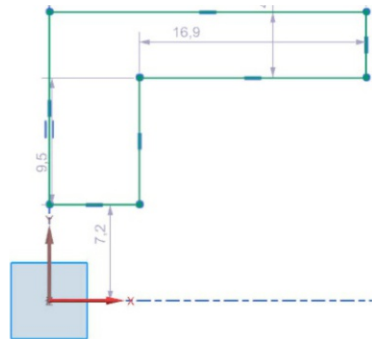
Geometrische Zwangsbedingungen
(Geometric Constraints)



$\Rightarrow$ **Kollinear** (Collinear)

- $\Rightarrow$ linke vertikale Linie wählen
- $\Rightarrow$ vertikale Skizzenachse wählen

Die Linie wird somit genau auf die vertikale Skizzenachse gelegt.



- i** Beim erstmaligen Aufruf des Dialogs der geometrische Zwangsbedingungen sollte der **Automatische Auswahlfortschritt** (Automatic Selection Progression) aktiviert werden. Somit wird bei der Auswahl eines Elementes automatisch in die nächste Auswahl gewechselt.



Kurve spiegeln (Mirror Curve)

⇒ Obere Kurven auswählen

⇒ Mittellinie wählen ⇒ horizontale Skizzenachse

Die erzeugte Kontur wird an der horizontalen Skizzenachse gespiegelt.



Die gespiegelte Kurve bleibt mit der Ursprungskurve assoziativ verbunden. Wird die Ursprungskurve verändert, ändert sich auch die gespiegelte Kurve.



In/Aus Referenz konvertieren (Convert To/From Reference)

Die untere Kontur wird in Referenzgeometrie konvertiert.

⇒ Untere Kurven auswählen

⇒ RMT

⇒ In/Aus Referenz konvertieren

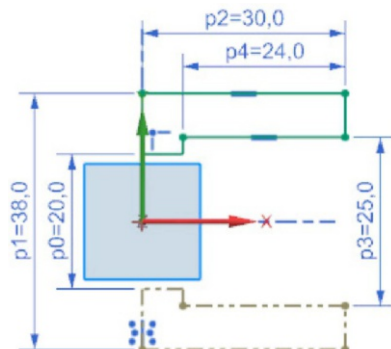
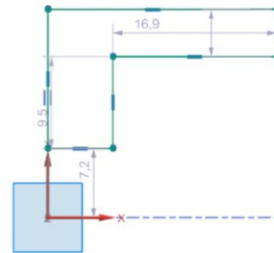
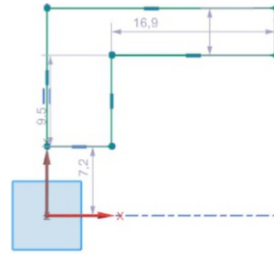


Schnellbemaßung (Rapid Dimension)

D

Zur Bemaßung können die hellgrauen automatischen Bemaßungen (hellgrau) mit einem Doppelklick editiert werden oder über *Schnellbemaßung* neue steuernde Bemaßungen (blau) erzeugt werden.

Das Ziel ist es, dass keine automatisch erzeugten Bemaßungen mehr vorhanden sind und die Skizze vollständig bestimmt ist. Dies wird dann in der unteren Rahmenleiste angezeigt (s. [Abschnitt 1.2](#)).



- i** Durch das Erzeugen der ersten Bemaßung wird die gesamte Skizzenkontur skaliert. Somit wird ein ungewolltes Verschieben der Kontur verhindert.

Bei den weiteren Bemaßungen sollte immer versucht werden, mit dem kleinsten Maß zu beginnen und dann der Größe der Bemaßungen nach vorzugehen. Somit wird weiterhin ein ungewolltes Verschieben der Skizzenkontur verhindert.



Skizze beenden (Finish)

Strg+Q

1 4. Arbeitslayer 1



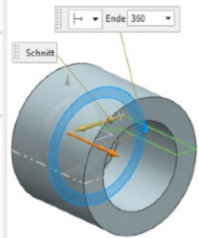
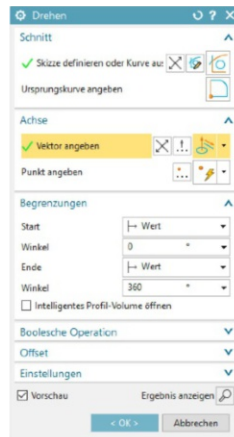
5. Drehen (Revolve)

⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**

- i** Wird beim Drehen direkt die X-Achse des Bezugskordinatensystems gewählt, muss kein separater Punkt angegeben werden, da dieser Vektor ortsfest ist.

Wird ein Vektor des blauen Koordinatensystems gewählt, muss zusätzlich ein Punkt für den Ursprung des Vektors definiert werden.



6. Fase (Chamfer)

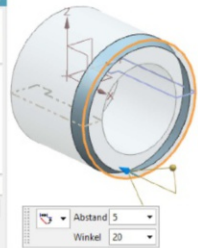
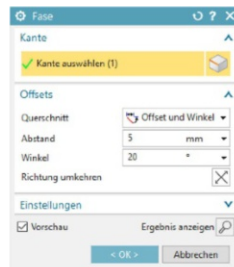
Querschnitt ⇒ **Offset und Winkel**

Abstand ⇒ **5**

Winkel ⇒ **20**



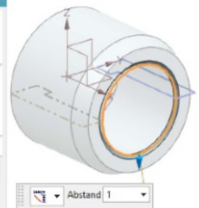
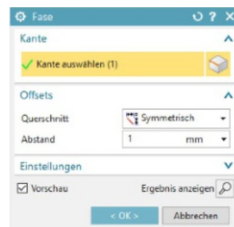
⇒ Ggf. Richtung umkehren



7. Fase (Chamfer)

Querschnitt ⇒ **Symmetrisch**

Abstand ⇒ **1**





8. Materialien zuweisen (*Assign Materials*)

⇒ Menü ⇒ Werkzeuge Materialien ⇒ *Materialien zuweisen*
 ⇒ Körper auswählen ⇒ **Steel**

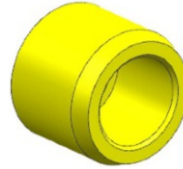


9. Farbe zuweisen

Strg+J

Menü ⇒ Bearbeiten ⇒ *Objektdarstellung*
 (*Object Display*)

⇒ Körper auswählen
 ⇒ **Gelb**



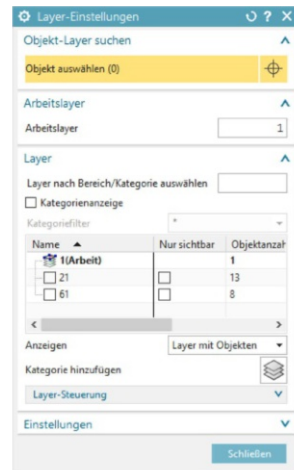
10. Ausblenden der Layer 21 und 61

Strg+L

Das Ausblenden der Layer erfolgt in den *Layer-Einstellungen* (*Layer Settings*) durch Deaktivieren der Checkboxes vor den jeweiligen Layer-Nummern.



11. Speichern (*Save*)



3.3 Kontrollfragen



1. Was sind die wichtigsten Formelemente?
2. Wozu dient das WCS?
3. Durch welche Operationen können Skizzen weiterverarbeitet werden?
4. Worin unterscheiden sich die Definitionen von Ziel und Werkzeug, welche in verschiedenen Funktionen von NX zu finden sind?
5. Was ist der Unterschied zwischen den beiden Skizzenumgebungen?
6. Was sind die wichtigsten Elemente einer Skizze?
7. Was sind die Grundregeln zum Erstellen einer Skizze?
8. Welche Arten von Bemaßungen gibt es in einer Skizze und worin unterscheiden sich diese?
9. Bei welchen Bauteilen eignet sich die Modellierung mit Formelementen, bei welchen mit Skizzen?

4 Konstruktion eines Getriebes

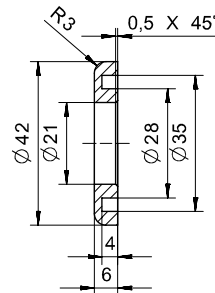
In diesem Kapitel wird ein zweistufiges Getriebe modelliert. Der Fokus liegt dabei auf der Vermittlung von Fertigkeiten mit dem CAx-System NX. Viele Einzelteile sind aus diesem Grund stark vereinfacht oder abgewandelt. Weiterhin ist es das Ziel, ein möglichst breites Spektrum an Funktionen zu verwenden. Daher werden teilweise ähnliche Bauteile auf verschiedene Wege modelliert.

In den [Abschnitten 4.1](#) und [4.2](#) werden am Beispiel eines Wellendichtrings die beiden grundlegenden Methoden zur Volumenmodellierung angewendet (s. [Kapitel 3](#)). Beide Methoden werden später noch einmal bei der Modellierung der Wellen verwendet.

4.1 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Formelemente

Vorgehensweise:

- I. Erstellen von zwei Zylindern
- II. Boolesche Operationen
- III. Erzeugen der Nut
- IV. Erzeugen der Kantenverrundung und Fase



Das Video zu diesem Abschnitt kann durch Scannen oder durch direktes Anklicken des abgebildeten QR-Codes aufgerufen werden.



I. Erstellen von zwei Zylindern



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Strg+N

Dateiname $\Rightarrow$ **RWDR_21_42**



2. Zylinder (Cylinder)

$\Rightarrow$ Vektor angeben $\Rightarrow$ **Z-Achse**

$\Rightarrow$ Punkt angeben $\Rightarrow$ **0;0;0**

Durchmesser $\Rightarrow$ **42**

Höhe $\Rightarrow$ **6**



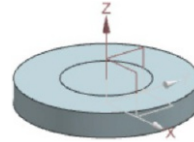
3. Zylinder (Cylinder)

⇒ Vektor angeben ⇒ **Z-Achse**

⇒ Punkt angeben ⇒ **0;0;0**

Durchmesser ⇒ **21**

Höhe ⇒ **6**



II. Boolesche Operationen



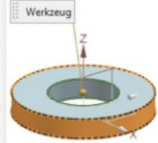
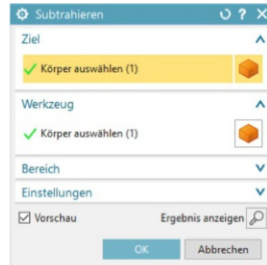
1. Subtrahieren (Subtract)

Ziel ⇒ **Zylinder (1)**

Werkzeug ⇒ **Zylinder (2)**



Das Werkzeug wird immer auf das Ziel angewendet. Bei der Subtraktion wird das Werkzeug also vom Ziel subtrahiert.



III. Erzeugen der Nut

21

1. Arbeitslayer 21



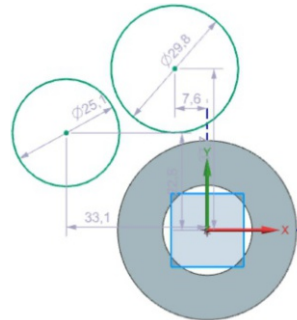
2. Skizze

⇒ **YX-Ebene**



⇒ Erstellen von zwei Kreisen
(Circle)

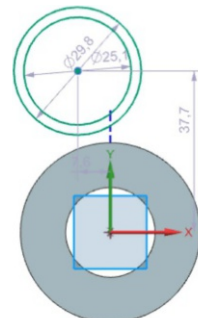
Die hellgrauen *automatischen Bemaßungen* können bei der Skizzenerstellung wieder ignoriert werden.



Geometrische Zwangsbedingungen
(Geometric Constraints)



⇒ Beide Kreise *konzentrisch* setzen
(Concentric)





⇒ Kreismittelpunkt mit *Zusammenfallend* auf den Skizzenursprung setzen (*Coincident*)

Beide Kreise befinden sich somit im Koordinatenursprung des Skizzenkoordinatensystems.



Schnellbemaßung (*Rapid Dimension*)

D

⇒ Durchmesser bemaßen



Shift
+F8

Wird die Ansicht in der Skizzenumgebung verdreht, kann sie über *An Skizze ausrichten* wieder senkrecht zur Skizze ausgerichtet werden (s. [Seite 38](#)).



3. Arbeitslayer 1



X

4. Extrudieren (*Extrude*)

⇒ Beide Kreise der Skizze wählen

Ende ⇒ **Wert** ⇒ 4

Boolesche Op. ⇒ **Subtrahieren**

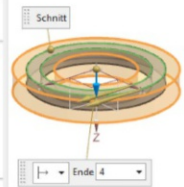
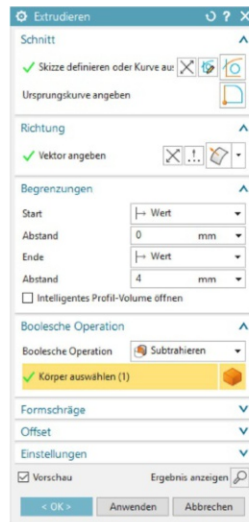
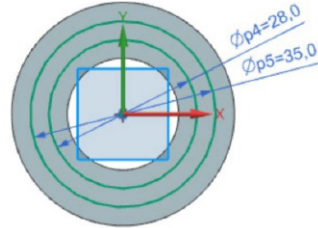
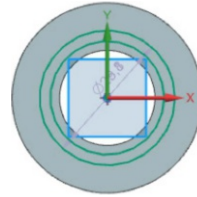


⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Somit wird die Richtung der Extrusion umgedreht.



Boolesche Operationen können eigenständig nach der Erstellung von Körpern oder direkt in den Formelementen erzeugt werden. Beide Wege sind an diesem Beispiel aufgezeigt.

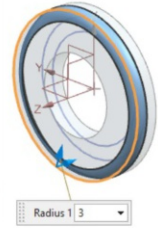
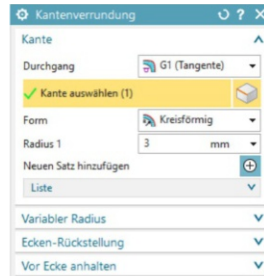


IV. Erzeugen der Kantenverrundung und Fase



1. Kantenverrundung (Edge Blend)

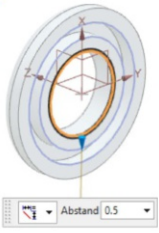
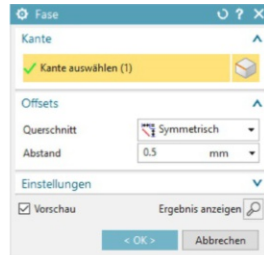
Radius 1 $\Rightarrow$ 3



2. Fase (Chamfer)

Querschnitt $\Rightarrow$ **Symmetrisch**

Abstand $\Rightarrow$ 0.5



3. Farbe zuweisen

$\Rightarrow$ **Rot**

Strg+J



4. Materialien zuweisen

$\Rightarrow$ **Polyurethane-Hard**



5. Überprüfen der Layer



$\Rightarrow$ Ggf. Elemente auf Layer verschieben (Move to Layer)



6. Ausblenden der Layer 21 und 61

$\Rightarrow$ Layer-Einstellungen (Layer Settings)

Strg+L

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer
Modellansichten			
Kameras			
Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)		✓	
Zylinder (1)		✓	61
Zylinder (2)		✓	1
Subtrahieren (3)		✓	1
Skizze (4) "SKETCH_000"		✓	21
Extrudieren (6)		✓	1
Kantenverrundung (7)		✓	1
Fase (8)		✓	1



7. Speichern

Strg+S

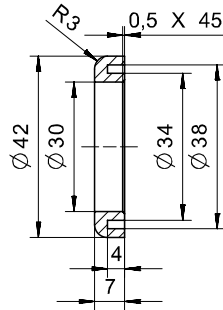
4.2 Erzeugen eines Wellendichtrings durch Rotation

Vorgehensweise:

- I. Erstellen einer Skizze
- II. Drehen der Skizze
- III. Erzeugen der Kantenverrundung und Fase



In dem Video werden ergänzend die Erstellung der Skizze und deren Rotation zu einem Körper gezeigt.



I. Erstellen einer Skizze



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **RWDR_30_42**



2. Arbeitslayer 21



3. Skizze

$\Rightarrow$ **XY-Ebene**



$\Rightarrow$ Erzeugen zweier sich überschneidender *Rechtecke* (Rectangle)



Die hellgrauen automatischen Bemaßungen sind in den Abbildungen aus Gründen der Übersichtlichkeit ausgeblendet.



$\Rightarrow$ Alle nicht benötigten Elemente können mit *Schnell trimmen* (Quick Trim) entfernt werden.



Alternativ kann auch mit einem *Profil* (Profile) gearbeitet werden.

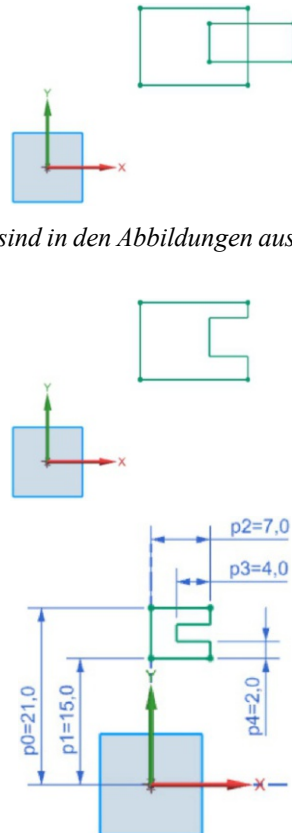
Die Skizze wird mit allen notwendigen Maßen und Zwangsbedingungen versehen (vgl. Hülse, [Abschnitt 3.2](#)).



Die beiden vertikalen Linien auf der rechten Seite werden mit der Zwangsbedingung *Gleiche Länge* (Equal Length) versehen.



Skizze beenden



II. Drehen der Skizze

1. Arbeitslayer 1



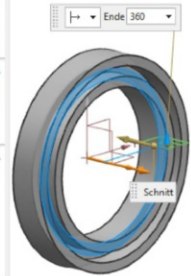
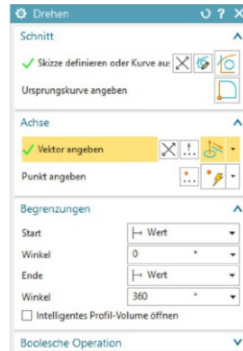
2. Drehen (Revolve)

⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**



Wird die X-Achse des Bezugskoordinatensystems ausgewählt, muss kein Punkt gewählt werden, da die X-Achse ortsfest ist.

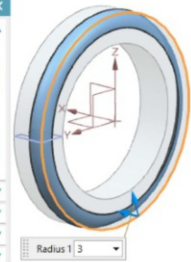
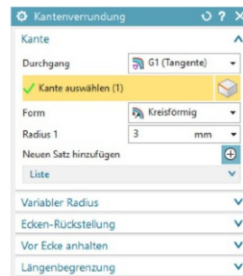


III. Erzeugen der Kantenverrundung und Fase



1. Kantenverrundung

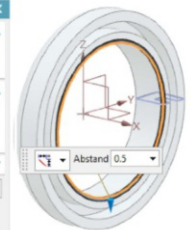
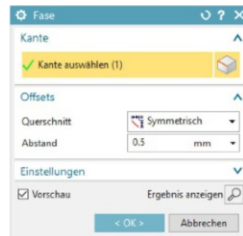
Radius 1 ⇒ **3**



2. Fase

Querschnitt ⇒ **Symmetrisch**

Abstand ⇒ **0.5**



3. Farbe zuweisen

⇒ **Rot**

Strg+J



4. Materialien zuweisen

⇒ **Polyurethane-Hard**

5. Überprüfen der Layer



⇒ Ggf. Elemente auf Layer verschieben



6. Ausblenden der Layer 21 und 61

Strg+L



7. Speichern

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer
Modellansichten			
Kameras			
Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)		✓	61
Skizze (1) "SKETCH_000"		✓	21
Drehen (2)		✓	1
Kantenverrundung (3)		✓	1
Fase (4)	516	✓	1



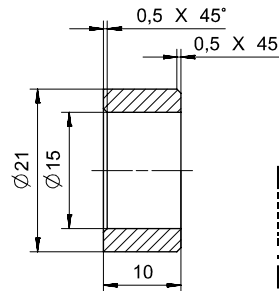
4.3 Erzeugen einer Hülse durch Formelemente

Vorgehensweise:

- I. Erstellen eines Zylinders
- II. Erzeugen der Bohrung
- III. Erzeugen der Fasen



Das Video zeigt die gesamte Erstellung der Hülse.



I. Erstellen eines Zylinders



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname ⇒ **Huelse_15_21**



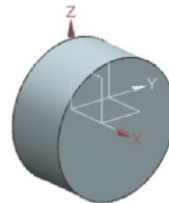
2. Zylinder

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**

⇒ Punkt angeben ⇒ **0;0;0**

Durchmesser ⇒ **21**

Höhe ⇒ **10**



II. Erzeugen der Bohrung



1. Bohrung (Hole)

Typ $\Rightarrow$ **Allgemeine Bohrung**

$\Rightarrow$ Punkt angeben



$\Rightarrow$ *Bogenmittelpunkt (Arc Center)*
in den Fangpunkten wählen

$\Rightarrow$ Kante auswählen

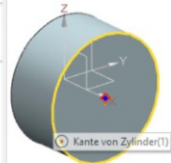
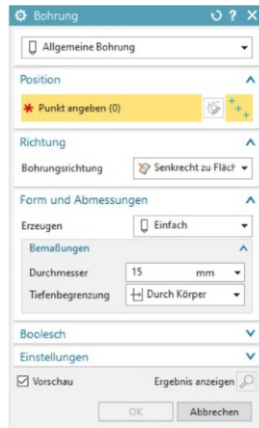
Durchmesser $\Rightarrow$ **15**

Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Durch Körper**



Bohrungen können über Skizzen oder wie hier gezeigt direkt über Punkte positioniert werden.

*Durch die Tiefenbegrenzung **Durch Körper** geht die Bohrung stets durch das gesamte Bauteil auch wenn dessen Länge später geändert wird.*



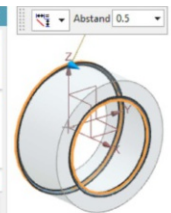
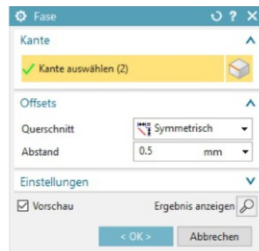
III. Erzeugen der Fasen



1. Fase

Querschnitt $\Rightarrow$ **Symmetrisch**

Abstand $\Rightarrow$ **0.5**



2. Farbe zuweisen

$\Rightarrow$ **Grün**

Strg+J



3. Materialien zuweisen

$\Rightarrow$ **Steel**



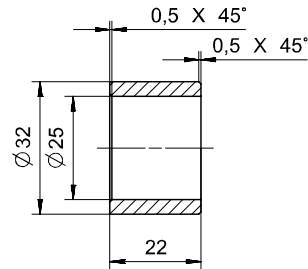
4. Speichern



4.4 Anpassen der Hülse

Vorgehensweise:

- I. Öffnen der erzeugten Hülse
- II. Ändern der Abmessungen
- III. Speichern unter einem anderen Namen



I. Öffnen der erzeugten Hülse



1. *Öffnen (Open)*

Dateiname $\Rightarrow$ **Huelse_15_21**

II. Ändern der Abmessungen



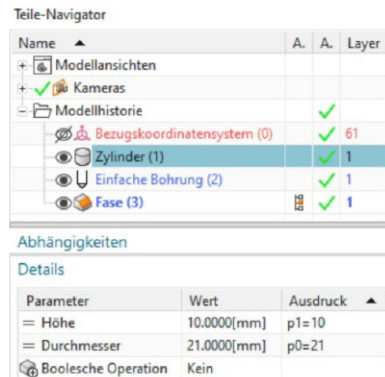
1. *Zylinder bearbeiten*

$\Rightarrow$ Doppelklick auf **Zylinder (1)**

Durchmesser $\Rightarrow$ **32**

Höhe $\Rightarrow$ **22**

Alternativ lassen sich die Abmessungen auch in den *Details* im Teile-Navigator ändern. Dazu muss der Zylinder ausgewählt sein.



2. *Bohrung bearbeiten*

$\Rightarrow$ Doppelklick auf **Einfache Bohrung (2)**

Durchmesser $\Rightarrow$ **25**

III. Speichern unter einem anderen Namen

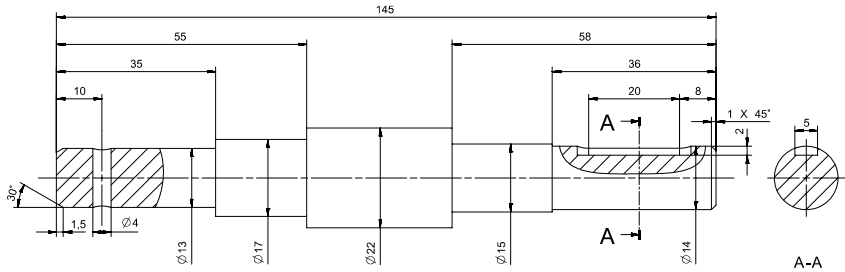


1. *Speichern unter (Save As)*

Dateiname $\Rightarrow$ **Huelse_25_32**



4.5 Erzeugen der Antriebswelle



Vorgehensweise:

- I. Grundkörper erstellen
- II. Passfedernut erzeugen
- III. Bohrung erzeugen
- IV. Fasen erzeugen



Die Modellierung der Antriebswelle kann ergänzend auch vollständig im Video nachvollzogen werden.



I. Grundkörper erstellen



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Antriebswelle**



2. Arbeitslayer 21



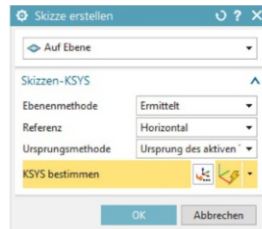
3. Skizze

Ursprungsmethode $\Rightarrow$ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**

$\Rightarrow$ **XZ-Ebene** wählen



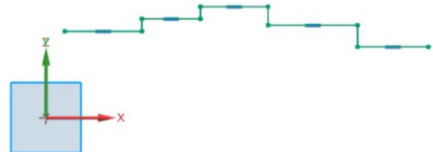
Die farbigen Vektoren stellen eine Vorschau des Skizzenkoordinatensystems dar.



Profil

$\Rightarrow$ Zeichnen der einseitigen Kontur der Welle

Dabei werden alle Linien als horizontal bzw. vertikal erzeugt.





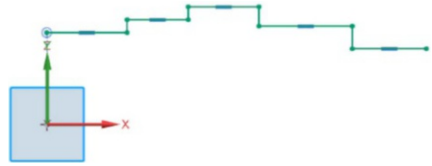
Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ Punkt auf Kurve (Point on Curve)

⇒ Linken Endpunkt wählen

⇒ Vertikale Skizzennachse wählen



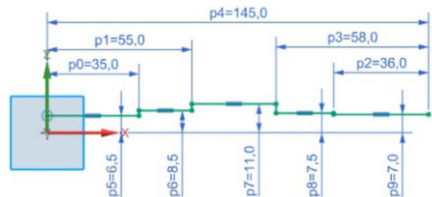
Schnellbemaßung

D

⇒ Erzeugen der Bemaßungen



Bei der Erstellung der Bemaßungen für die Durchmesser kann der Durchmesserwert auch direkt als Formel eingegeben werden, z. B. 13/2.



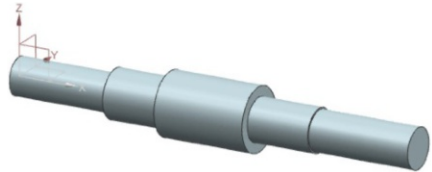
4. Arbeitslayer 1



5. Drehen

⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ X-Achse



6. Ausblenden von Layer 21

Strg+L



Wird die Skizze wie in diesem Beispiel rotiert, ist auch ein offenes Profil ausreichend, um einen Volumenkörper zu erzeugen. Bei einer Extrusion würde ein offenes Profil zu einem Flächenkörper führen.

II. Passfedernut erzeugen

Zum Platzieren von Skizzen eignen sich auch Bezugsebenen, insbesondere wenn keine planare Fläche vorhanden ist, wie in diesem Beispiel.



1. Arbeitslayer 61

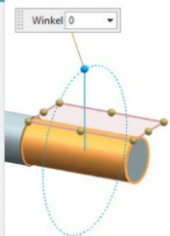
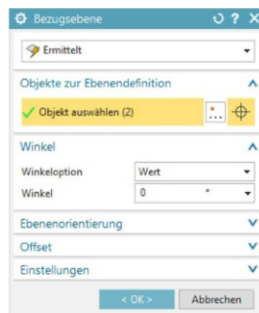


2. Bezugsebene (Datum Plane)

Typ ⇒ **Ermittelt**

⇒ Mantelfläche und XY-Ebene wählen

Winkel ⇒ **0**



Da die Ebene für die Passfedernut am rechten Wellenabsatz genutzt wird, ist es sinnvoll, die Ebene über die Kugeln an diese Position zu ziehen. So ist die Verwendung der Ebene später gut nachvollziehbar.

22 3. Arbeitslayer 22



4. Skizze

⇒ **Erzeuge Bezugsebene (3)**



⇒ Erzeugen eines *Rechtecks*



Über *Skizzenhervorhebung (Sketch Emphasis)* kann die aktive Skizze hervor-
gehoben werden, indem die Elemente außerhalb der Skizze abgeblendet wer-
den. Dies erleichtert die Erstellung der Skizze.

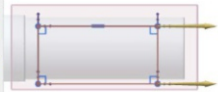
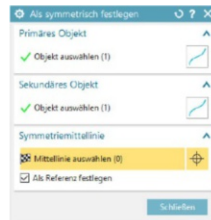


Als symmetrisch festlegen (Make Symmetric)

⇒ Beide horizontalen Linien wählen

⇒ Mittellinie ⇒ Horizontale Skizzenachse wählen

Beide Linien sind somit symmetrisch zur horizontalen Skizzenachse.



Bei der Definition von symmetrischen Linien ist darauf zu achten, dass die Li-
nien so ausgewählt werden, dass die Vektoren in die gleiche Richtung zeigen.



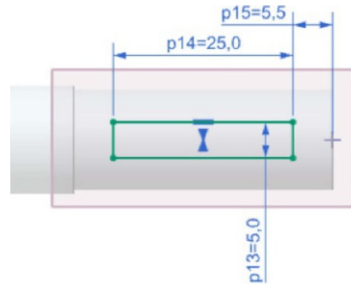
Schnellbemaßung

D

⇒ Erzeugen der Bemaßungen



Bei aktiviertem *Bogenmittelpunkt* in den Fangpunkten kann der Bogenmit-
telpunkt der vorderen Kreiskante zur Bemaßung (5,5) genutzt werden.



1 5. Arbeitslayer 1



6. Extrudieren (*Extrude*)

⇒ Skizze wählen

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **2**

Boolesche Op. ⇒ **Subtrahieren**

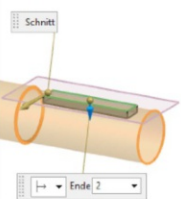
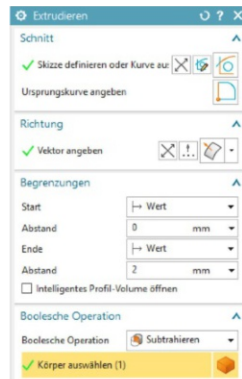


⇒ Ggf. *Richtung umkehren*



7. Ausblenden von Layer 22

Strg+L





8. Flächenverrundung (Face Blend)

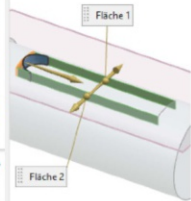
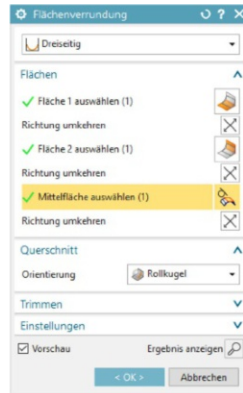
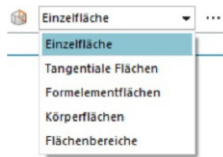
Typ $\Rightarrow$ **Dreiseitig**

Fläche 1 $\Rightarrow$ **1. Seitenfläche**

Fläche 2 $\Rightarrow$ **2. Seitenfläche**

Mittelfläche $\Rightarrow$ **Stirnfläche**

Zur Auswahl der Flächen muss die Flächenregel auf *Einzelfläche* (Single Face) gestellt werden.

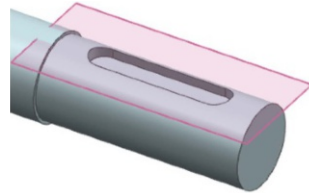


Über *Richtung umkehren* müssen die Vektoren so ausgerichtet werden, dass sie nach innen zueinander zeigen.



9. Flächenverrundung (Face Blend)

Wiederholen des letzten Schrittes auf der anderen Seite der Passfedernut.



Da die Flächenverrundung immer tangential zu den drei Flächen verläuft, ergibt sich der Radius automatisch und muss nicht separat eingegeben werden.

III. Bohrung erzeugen

Die Bohrung wird ebenfalls mit Hilfe einer Bezugsebene positioniert.

61

1. Arbeitslayer 61

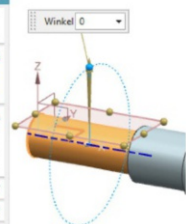
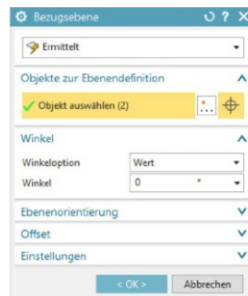


2. Bezugsebene (Datum Plane)

Typ $\Rightarrow$ **Ermittelt**

$\Rightarrow$ Mantelfläche und XY-Ebene auswählen

Winkel $\Rightarrow$ **0**



1 3. Arbeitslayer 1



4. Bohrung (Hole)

Typ $\Rightarrow$ **Allgemeine Bohrung**

$\Rightarrow$ Erzeugte Ebene auswählen

Die Skizzenumgebung wird automatisch geöffnet und es wird der Dialog zum Erstellen eines *Punktes* gestartet.



$\Rightarrow$ Erstellen eines *Punktes* (Point)

Der Punkt wird durch die Zwangsbedingung *Punkt auf Kurve* (Point on Curve) und eine *Bemaßung* am Skizzenkoordinatensystem positioniert.



Skizze beenden

Bohrungsrichtung $\Rightarrow$ **Entlang Vektor**

$\Rightarrow$ Negative Z-Achse wählen



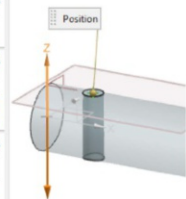
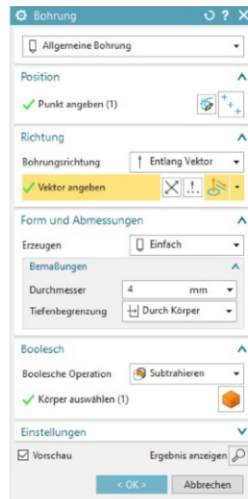
$\Rightarrow$ Ggf. *Richtung umkehren*

Durchmesser $\Rightarrow$ **4**

Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Durch Körper**



Da der Bohrungspunkt auf einer Ebene und nicht auf einer Körperfläche liegt, wird die Bohrungsrichtung nicht immer automatisch gefunden, sondern muss ggf. manuell festgelegt werden.



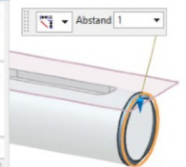
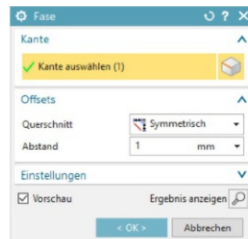
IV. Fasen erzeugen



1. Fase

Querschnitt $\Rightarrow$ **Symmetrisch**

Abstand $\Rightarrow$ **1**





2. Fase

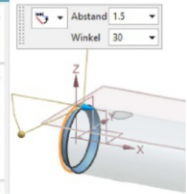
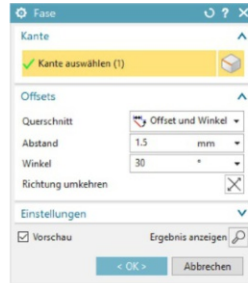
Querschnitt $\Rightarrow$ Offset und Winkel

Abstand $\Rightarrow$ **1.5**

Winkel $\Rightarrow 30$



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*



3. Farbe zuweisen

⇒ **Blau**

Strg+J



4. Materialien zuweisen

⇒ **Steel**

5. Überprüfen der Layer



⇒ Ggf. Elemente *auf Layer verschieben*



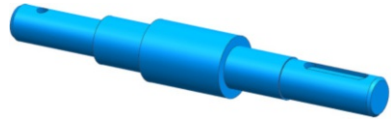
6. Ausblenden aller Layer außer 1

Strg+L



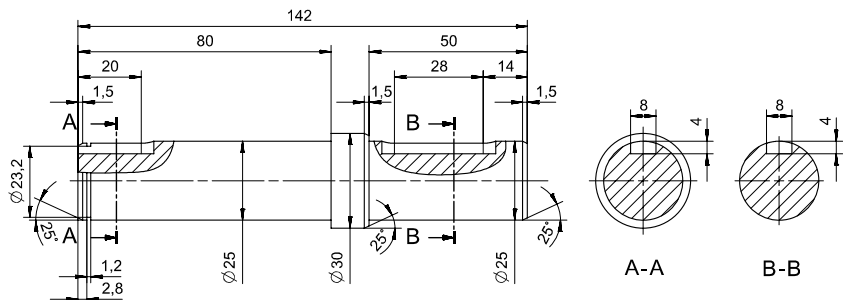
7. Speichern

Teile-Navigator		A.	A.	Layer
+	Modellansichten			
+	Kameras			
+	Modellhistorie			
	Bezugskoordinatensystem (0)			✓
	Skizze (1) "SKETCH_001"			61
	Drehen (2)			✓ 1
	Bezugsebene (3)			✓ 1
	Skizze (4) "SKETCH_000"			62
	Extrudieren (5)			✓ 1
	Flächenverrundung (6)			✓ 1
	Flächenverrundung (7)			✓ 1
	Bezugsebene (8)			61
	Einfache Bohrung (9)			✓ 1
	Fase (10)			✓ 1
	Fase (11)			✓ 1



4.6 Erzeugen der Abtriebswelle

Die Abtriebswelle in diesem Beispiel wird mit Formelementen modelliert. Dabei werden mit dem *Knauf* und der *Tasche* zwei als „alt“ markierte Formelemente verwendet. Diese sind nicht mehr im Menüband zu finden, können jedoch noch über die Befehlssuche aufgerufen werden (s. Abschnitt 3.1). Alternativ hierzu kann die Abtriebswelle auch selbstständig analog zur Antriebswelle modelliert werden.



Vorgehensweise:

- I. Grundkörper erzeugen
- II. Einstich und Passfedernuten erzeugen
- III. Fasen erzeugen



Die Modellierung der Abtriebswelle ist ebenfalls vollständig in einem Video dargestellt.



I. Grundkörper erzeugen



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Abtriebswelle**



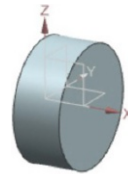
2. Zylinder

$\Rightarrow$ Vektor angeben $\Rightarrow$ **X-Achse**

$\Rightarrow$ Punkt angeben $\Rightarrow$ **0;0;0**

Durchmesser $\Rightarrow$ **30**

Höhe $\Rightarrow$ **12**



3. Knauf (Boss)

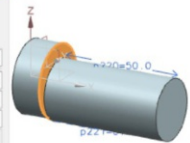
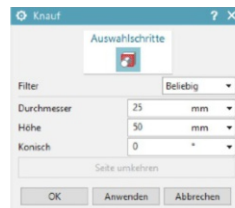
$\Rightarrow$ Starten des Dialogs über die *Befehlssuche (Command Finder)*



$\Rightarrow$ Stirnfläche des Zylinders wählen

Durchmesser $\Rightarrow$ **25**

Höhe $\Rightarrow$ **50**



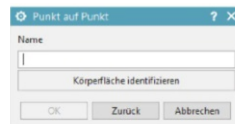
Positionierung



$\Rightarrow$ *Punkt auf Punkt (Point onto Point)*

$\Rightarrow$ Kreiskante des Zylinders wählen

$\Rightarrow$ Bogenmittelpunkt (Arc Center)



Mit der Positionierung *Punkt auf Punkt* werden zwei Punkte in der Ebene der Platzierungsfläche kongruent übereinander gelegt. Der erste Punkt ist der Mittelpunkt des Knaufs, welcher bereits automatisch zur Positionierung ausgewählt ist. Der zweite Punkt ist der Bogenmittelpunkt der gewählten Kreiskante des Zylinders.



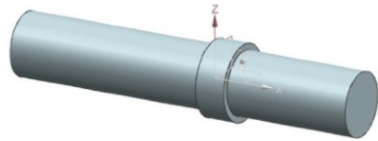
4. Knauf (Boss)

⇒ Rückseitige Stirnfläche des Zylinders wählen

Durchmesser ⇒ **25**

Höhe ⇒ **80**

Die *Positionierung* erfolgt analog zum vorigen Schritt.



Ein Knauf ist die Kombination aus einem Zylinder und der Booleschen Operation Vereinigen. Mit Hilfe des Knaufs können sehr schnell Wellen mit verschiedenen Absätzen modelliert werden.

II. Einstich und Passfedernuten erzeugen



1. Einstich (Groove)

⇒ Rechteckig (Rectangular)

⇒ Mantelfläche des Knaufs wählen

Einstichdurchmesser ⇒ **23.2**

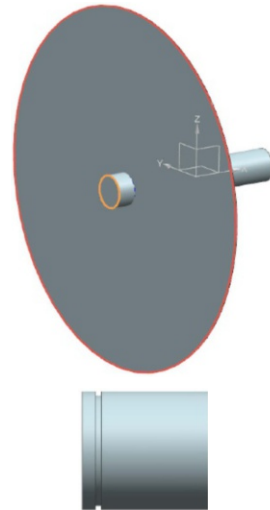
Breite ⇒ **1.2**

Einstich positionieren

⇒ Vordere Kreiskante der Welle wählen (orange)

⇒ Vordere Kreiskante der Nut wählen (Vordere Kante der Scheibe, rot)

Wert ⇒ **2.8**



Um die Kantenauswahl bei der Positionierung zu erleichtern, wird ein flacher Zylinder angezeigt. Wird die Ansicht auf das Drahtmodell umgestellt, lässt sich auch die Mittellinie des Einstichs auswählen.

61 ▾

2. Arbeitslayer 61

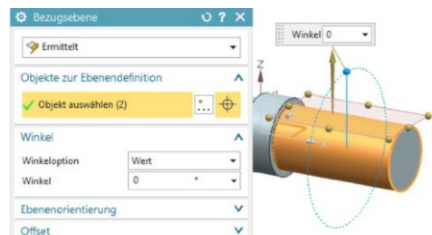


3. Bezugsebene

Typ ⇒ **Ermittelt**

⇒ Auswahl der Mantelfläche und der XY-Ebene

Winkel ⇒ **0**



1 4. Arbeitslayer 1



5. Tasche (Pocket)

⇒ Starten des Dialogs über die *Befehlssuche (Command Finder)*



⇒ *Rechteckig (Rectangular)*

⇒ Erzeugte Ebene auswählen

⇒ *Seite akzeptieren*, falls der angezeigte Pfeil in Richtung der Welle zeigt, andernfalls *Seite umkehren*

Horizontale Referenz ⇒ X-Achse auswählen

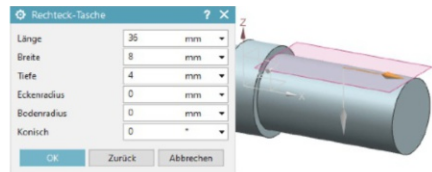


Die horizontale Referenz stellt die Richtung dar, in der die Länge der Tasche ausgeprägt wird (hier: 36 mm). Die Breite ergibt sich dann senkrecht dazu.

Länge ⇒ **36**

Breite ⇒ **8**

Tiefe ⇒ **4**



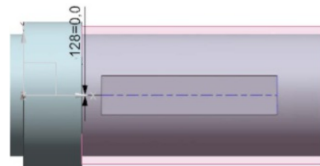
Positionierung



⇒ *Gerade auf Gerade (Line onto Line)*

⇒ X-Achse wählen

⇒ Längsmittellinie der Tasche



⇒ *Horizontal*

⇒ Vordere Kreiskante der Welle (Bogenmittelpunkt)

⇒ Vordere Kante der Tasche

Wert ⇒ **10**



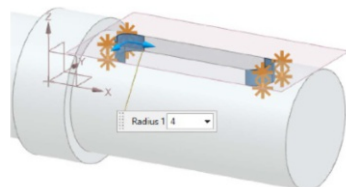
Nach dem Ändern der Positionierung wird das Modell im Grafikbereich erst aktualisiert, wenn der komplette Dialog bestätigt wurde.



6. Kantenverrundung

Radius 1 ⇒ **4**

Alternativ können die Verrundungen auch durch eine *Flächenverrundung* erzeugt werden.



Die zweite Passfedernut hat die gleichen geometrischen Ausprägungen wie die erste und wird daher über ein Muster erzeugt.



7. Formelement mattern (Pattern Feature)

⇒ Tasche und Kantenverrundung im Teile-Navigator auswählen (Strg-Taste gedrückt halten)

Layout ⇒ **Linear**

Vektor ⇒ **negative X-Achse**

Abstand ⇒ **Anzahl und Steigung**

Anzahl ⇒ **2**

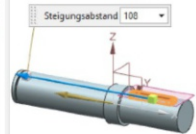
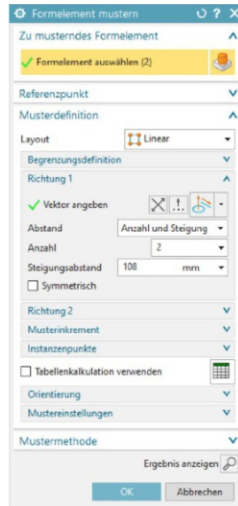
Steigungsabstand ⇒ **108**



Unter Richtung 2 kann eine zweite Richtung für das Muster definiert werden und somit auch über ein gesamtes Feld gemustert werden.



Die gemusterten Formelemente werden im Teile-Navigator als Musterformelement gruppiert aufgeführt.



Dabei wird eine Warnung ausgegeben, da zwei Kanten der Tasche, welche in der Kantenverrundung referenziert sind, aufgrund der auslaufenden Tasche nicht mehr vorhanden sind. Diese Warnung stellt jedoch kein Problem dar.

III. Fasen erzeugen



1. Fase

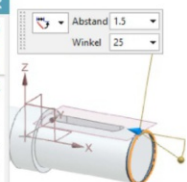
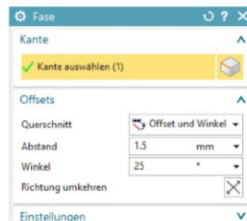
Querschnitt ⇒ Offset und Winkel

Abstand ⇒ **1.5**

Winkel ⇒ **25**



⇒ Ggf. Richtung umkehren



2. Fase

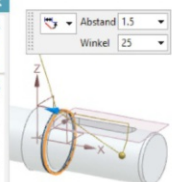
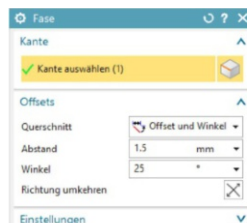
Querschnitt ⇒ **Offset und Winkel**

Abstand ⇒ **1.5**

Winkel ⇒ **25**



⇒ Ggf. Richtung umkehren





3. Fase

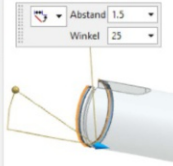
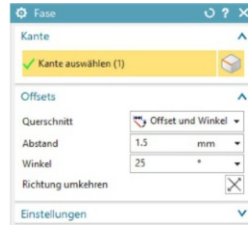
Querschnitt $\Rightarrow$ **Offset und Winkel**

Abstand $\Rightarrow$ **1.5**

Winkel $\Rightarrow$ **25**



$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren



Aufgrund der unterschiedlichen Orientierung müssen die Fasen einzeln erzeugt werden.



4. Farbe zuweisen

$\Rightarrow$ **Blau**

Strg+J



5. Materialien zuweisen

$\Rightarrow$ **Steel**

6. Überprüfen der Layer



$\Rightarrow$ Ggf. Elemente auf Layer verschieben



7. Ausblenden von Layer 61



8. Speichern



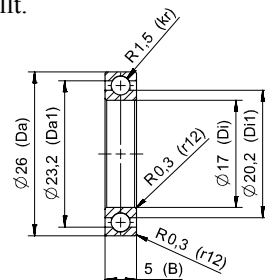
4.7 Erzeugen des parametrischen Rillenkugellagers

Das Kugellager wird parametrisch und aus verschiedenen Körpern aufgebaut. Es besteht aus einer Außenschale, einer Innenschale und den Kugellagern. Jedes Bauteil stellt dabei einen eigenen Körper dar. Boolesche Operationen werden nicht verwendet. Diese Vorgehensweise ist in diesem Fall zulässig, da Kugellager in der Regel Zukaufteile sind und die Erstellung einer Baugruppe daher nicht zwingend notwendig ist.

Durch die Parametrisierung kann das Kugellager schnell verändert und somit verschiedene Kugellagervarianten erzeugt werden. Die Parameterbezeichnungen sind in der Zeichnung in Klammern dargestellt.

Vorgehensweise:

- I. Erstellen der Parameter
- II. Modellieren der Außenschale
- III. Modellieren der Innenschale
- IV. Modellieren der Kugellagerkörper





Die Modellierung des Rillenkugellagers ist vollständig im Video dargestellt.



I. Erstellen der Parameter



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Rillenkugellager_Vorlage**



2. Ausdrücke (Expressions)

Strg+E

$\Rightarrow$ Register Werkzeuge $\Rightarrow$ *Ausdrücke*

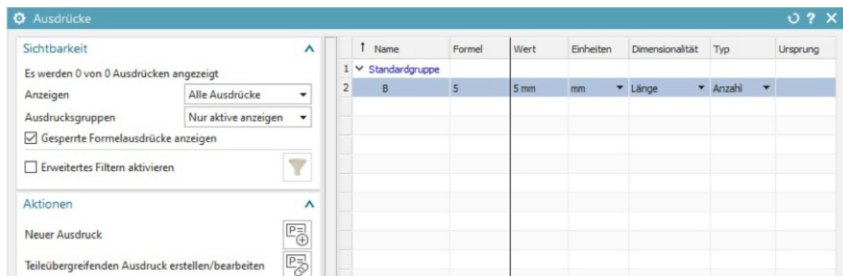
Name $\Rightarrow$ **B**

Formel $\Rightarrow$ **5**

Einheiten $\Rightarrow$ **mm**

Dimensionalität $\Rightarrow$ **Länge**

Typ $\Rightarrow$ **Anzahl**



3. Erzeugen der weiteren Ausdrücke:



$\Rightarrow$ *Neuer Ausdruck (New Expression)*

Name	Formel	Einheiten	Dimensionalität	Typ
B	5	mm	Länge	Anzahl
Da	26	mm	Länge	Anzahl
Da1	23.2	mm	Länge	Anzahl
Di	17	mm	Länge	Anzahl
Di1	20.2	mm	Länge	Anzahl
kr	1.5	mm	Länge	Anzahl
r12	0.3	mm	Länge	Anzahl

4. Erstellen eines Parameters für die Kugellanzahl



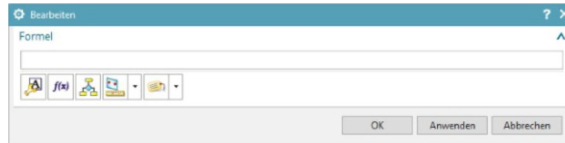
⇒ *Neuer Ausdruck (New Expression)*

Name ⇒ **N_Kugeln**

Dimensionalität ⇒ **Ohne Einheit**

Typ ⇒ **Anzahl**

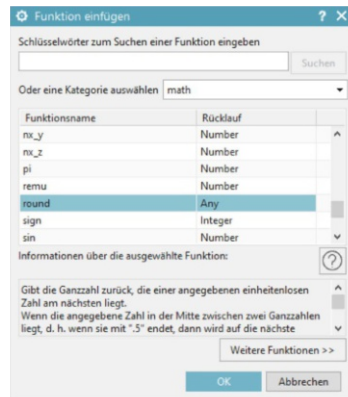
⇒ RMT in die Zelle *Formel* (rot markiert) ⇒ *Bearbeiten (Edit)*



⇒ *Funktion einfügen (Insert Function)*

Kategorie ⇒ **math**

Funktionsname ⇒ **round**



Zu rundende Zahl ⇒ **pi()*Da1/kr/3**

Im Feld Formel erscheint nun:

round(pi()*Da1/kr/3, "base", 1)



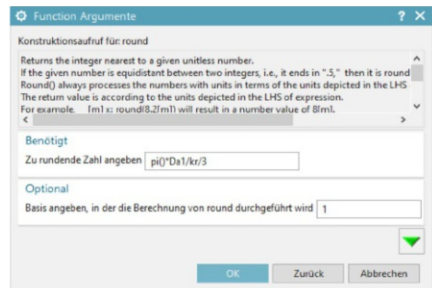
Die Basis ("base") ist nicht zwingend notwendig. Wird die Syntax der Funktion direkt eingegeben, ist auch der folgende Ausdruck ausreichend:

round(pi()*Da1/kr/3)



Die Funktion **round** gibt eine gerundete natürliche Zahl zurück. Endet die zu rundende Zahl auf „.5“, wird immer zur geraden Zahl gerundet. Alternativ kann auch die Funktion **ceiling** verwendet werden. Diese Funktion gibt immer die nächst größere natürliche Zahl zurück.

Alle Parameter sind erstellt und es kann mit der Modellierung der Geometrie fortgefahren werden.



Ausdrücke

Sichtbarkeit

Es werden 8 von 8 Ausdrücken angezeigt

Anzeigen

Alle Ausdrücke

Ausdrucksgruppen

Nur aktive anzeigen

☒ Gesperrte FormelAusdrücke anzeigen

☐ Erweitertes Filtern aktivieren

Aktionen

Neuer Ausdruck

Teileübergreifenden Ausdruck erstellen/bearbeiten

	Name	Formel	Wert	Einheiten	Dimensionalität	Typ
1	Standardgruppe					
2				mm	Länge	Anzahl
3	B	5	5 mm	mm	Länge	Anzahl
4	Da	26	26 mm	mm	Länge	Anzahl
5	Da1	23.2	23.2 mm	mm	Länge	Anzahl
6	Di	17	17 mm	mm	Länge	Anzahl
7	Di1	20.2	20.2 mm	mm	Länge	Anzahl
8	kr	1.5	1.5 mm	mm	Länge	Anzahl
9	N_Kugeln	$\text{round}(\pi() \cdot \text{Da1} / \text{kr} / 3)$	16		Ohne Einheit	Anzahl
10	r12	0.3	0.3 mm	mm	Länge	Anzahl

Die erstellten Parameter werden zusätzlich im Teile-Navigator aufgelistet. Die Werte können per Doppelklick auch hier geändert werden.

Über RMT auf den freien Bereich im Teile-Navigator $\Rightarrow$ Spalten $\Rightarrow$ *Wert (Value)* können die Werte in einer separaten Spalte angezeigt werden.

Teile-Navigator				
Name	A.	A.	Layer	Wert
Modellansichten				
Kameras				
Benutzerausdrücke				
= B=5		✓		5
= Da=26		✓		26
= Da1=23.2		✓		23.2
= Di=17		✓		17
= Di1=20.2		✓		20.2
= kr=1.5		✓		1.5
= N_Kugeln=round(pi()*Da1/kr/3)		✓		16
= r12=0.3		✓		0.3

II. Modellieren der Außenschale

21 1. Arbeitslayer 21

2. Skizze

$\Rightarrow$ **YZ-Ebene**

 $\Rightarrow$ Erstellen der Kontur bestehend aus einem *Rechteck* und einem *Kreis*

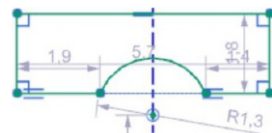
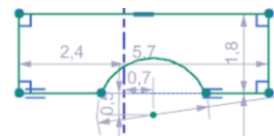
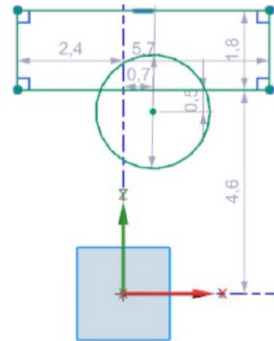


 $\Rightarrow$ *Schnell trimmen (Quick Trim)*

$\Rightarrow$ Trimmen der überstehenden Elemente

 *Geometrische Zwangsbedingungen*

 $\Rightarrow$ Der Mittelpunkt des Kreisbogens wird mit *Punkt auf Kurve (Point on Curve)* auf die vertikale Skizzenachse gelegt.





⇒ Die vertikalen Linien *als symmetrisch festlegen* zur vertikalen Skizzenachse (*Make Symmetric*)



⇒ Bei der *Bemaßung* können direkt die Parameter eingetragen werden.



Skizze beenden

Strg+Q



3. *Arbeitslayer 1*



4. *Drehen*

⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ **Y-Achse**



5. *Kantenverrundung*

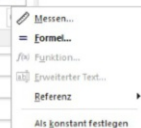
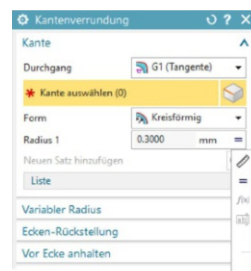
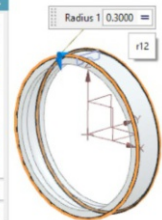
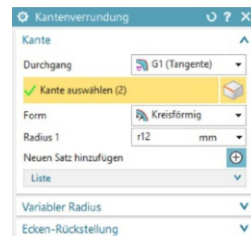
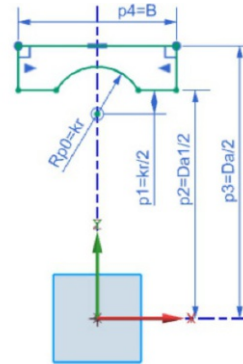
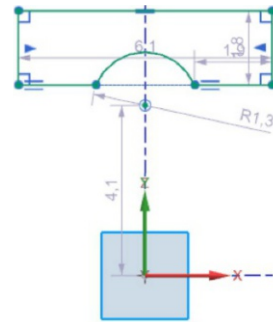
Radius 1 ⇒ **r12**



Durch die Verwendung eines Parameters wird die Werteingabe gesperrt und hellgrau hinterlegt. Dies wird auch beim erneuten Aufruf eines Dialogs beibehalten.

Über das Dropdown-Menü ⇒ *Als konstant festlegen* (*Make Constant*) kann wieder ein Zahlenwert eingegeben werden.

Alternativ kann über *Formel* (*Formula*) der Ausdruckseditor aufgerufen und dort ein Zahlenwert eingetragen werden.



III. Modellieren der Innenschale

21 1. Arbeitslayer 21

Strg+L Ein Doppelklick auf Layer 21 in den *Layer-Einstellungen* (*Layer Settings*) definiert diesen als Arbeitslayer.



2. Ausblenden von Layer 1

Zur besseren Übersicht bei der Erstellung der nächsten Skizze wird der Layer 1, welcher den Volumenkörper enthält, ausgeblendet.



3. Skizze

⇒ **YZ-Ebene**

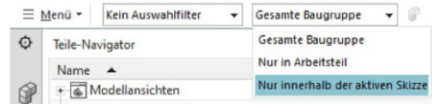
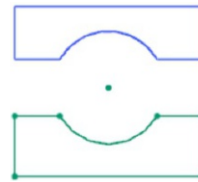
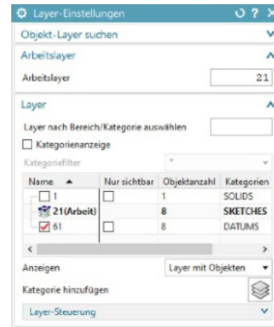


⇒ Die gesamte untere Kontur (grün) wird als *Profil* gezeichnet.

Alternativ kann auch wie bei der ersten Skizze vorgegangen werden.

Auswahlbereich

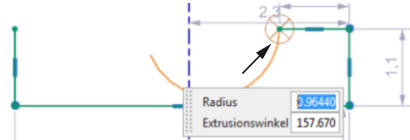
⇒ *Nur innerhalb der aktiven Skizze*
(*Within Active Sketch Only*)



Somit sind nur Elemente der aktuellen Skizze auswählbar und ein versehentliches Setzen externer Referenzen oder Zwangsbedingungen wird verhindert.



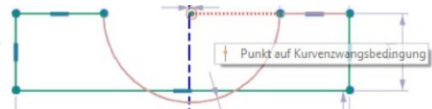
Nach dem Erstellen der Linienkontur wird der Objekttyp im Profil auf *Bogen* (*Arc*) umgestellt und der Cursor vom Startpunkt aus durch den unteren Quadranten des orangenen Kreises bewegt. Somit beginnt der Kreisbogen senkrecht zur vorigen Linie.



Anschließend wird das Profil mit *Linie* (*Line*) vervollständigt.



Der Bogenmittelpunkt des Profils wird automatisch mit einer *Punkt auf Kurvenzwangsbedingung* versehen. Diese muss nachträglich *gelöscht* werden.



⇒ RMT auf die Zwangsbedingung

⇒ *Löschen* (*Delete*)

Bei der Verwendung eines eigenständigen *Kreisbogens (Arc)* außerhalb der Profilkfunktion entsteht diese Zwangsbedingung nicht.



Geometrische Zwangsbedingungen

Bei der Definition der Zwangsbedingungen werden Elemente der ersten Skizze verwendet.

Auswahlbereich $\Rightarrow$ *Nur in Arbeitsteil (Within Work Part Only)*

Somit können Zwangsbedingungen auf Elemente außerhalb der aktuellen Skizze referenziert werden.



Alternativ kann auch *Gesamte Baugruppe (Entire Assembly)* gewählt werden.

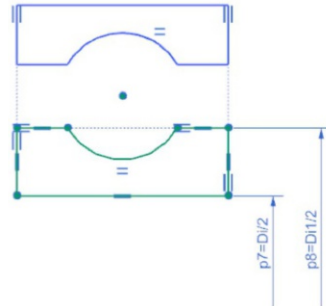


$\Rightarrow$ *Kollinear*

$\Rightarrow$ Linke untere vertikale Linie

$\Rightarrow$ Linke obere vertikale Linie

Wiederholen des Schrittes auf der rechten Seite



$\Rightarrow$ *Kollinear* der beiden kurzen horizontalen Linien zueinander



$\Rightarrow$ *Konzentrisch* zwischen beiden Kreisbögen



$\Rightarrow$ *Gleicher Radius* der Kreisbögen (*Equal Radius*)



Skizze beenden



4. Arbeitslayer 2

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die unterschiedlichen Körper des Modells auch auf unterschiedlichen Layern organisiert.



5. Drehen

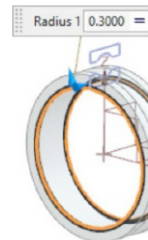
$\Rightarrow$ Skizze wählen

$\Rightarrow$ Vektor angeben $\Rightarrow$ **Y-Achse**



6. Kantenverrundung

Radius 1 $\Rightarrow$ **r12**



Die Werteingabe ist durch die vorige Verwendung eines Parameters gesperrt. Über konstant festlegen kann ein neuer Wert eingetragen werden (s. [Seite 70](#)).

IV. Modellieren der Kugelkörper

21 1. Arbeitslayer 21



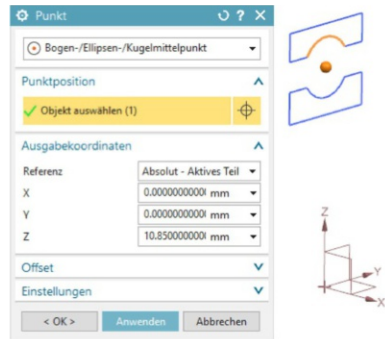
2. Ausblenden von Layer 2



3. Punkt (Point)

Typ $\Rightarrow$ **Bogen-/Ellipsen-/Kugelmittelpunkt**

$\Rightarrow$ Oberen Kreisbogen der ersten Skizze wählen



Beim Aufruf des Punktdialogs ist darauf zu achten, die Punkterzeugung im 3D-Raum zu wählen und **nicht** den Skizzenpunkt der direkten Skizze. Dieser würde einen Punkt innerhalb einer Skizze erzeugen.



Werden wie hier einzelne Elemente auf vorhandene Elemente referenziert, sollte stets darauf geachtet werden, dass die Elemente sofern möglich nur auf **ein** Element referenziert sind (hier die erste Skizze) und keine verflochtenen unübersichtlichen Abhängigkeiten oder Abhängigkeitsketten erzeugt werden.

Weiterhin sollten sofern möglich stets Skizzen, Ebenen oder Achsen als Referenzelemente verwendet werden, da diese Referenzen robuster sind als z. B. Kanten. Änderungen der vorigen Elemente in der Modellhistorie wirken sich auf Skizzen, Ebenen oder Achsen gar nicht bzw. nur bedingt aus. Das Referenzieren auf einfache Kanten sollte vermieden werden.

3 4. Arbeitslayer 3



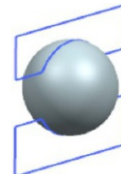
5. Kugel (Sphere)



Fangpunkt $\Rightarrow$ Nur Vorhandener Punkt

$\Rightarrow$ Erzeugten Punkt wählen

Durchmesser $\Rightarrow$ **2*kr**



6. Einblenden von Layer 1 und 2



7. Formelement mustern (Pattern Feature)

⇒ Kugel auswählen

Layout ⇒ **Kreisförmig**

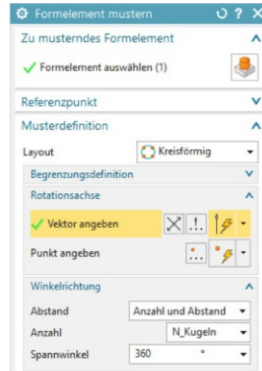
Vektor ⇒ **Y-Achse**

Punkt ⇒ **0;0;0**

Abstand ⇒ **Anzahl und Abstand**
(Count and Span)

Anzahl ⇒ **N_Kugeln**

Spannwinkel ⇒ **360**



8. Überprüfen der Layer



⇒ Ggf. Elemente auf Layer verschieben



9. Ausblenden der Layer 21 und 61

Strg+L

Name	A.	A.	Layer
Modellansichten			
Kameras			
Benutzerausdrücke			
Modellhistorie			
Bezugskoordinatensystem (0)			61
Skizze (1) "SKETCH_000"			21
Drehen (2)			1
Kantenverrundung (3)			1
Skizze (4) "SKETCH_001"			21
Drehen (5)			2
Kantenverrundung (6)			2
Punkt (7)			21
Kugel (8)			3
Musterformelement [Kreisförmig] (9)			



10. Materialien zuweisen

⇒ **Steel** für die Ringe und die Kugeln



11. Farbe zuweisen

Strg+J

⇒ **Gelb** für die Ringe



Das Kugellager besteht aus mehreren Körpern, welche alle beim Einfärben und bei der Materialvergabe berücksichtigt werden müssen.

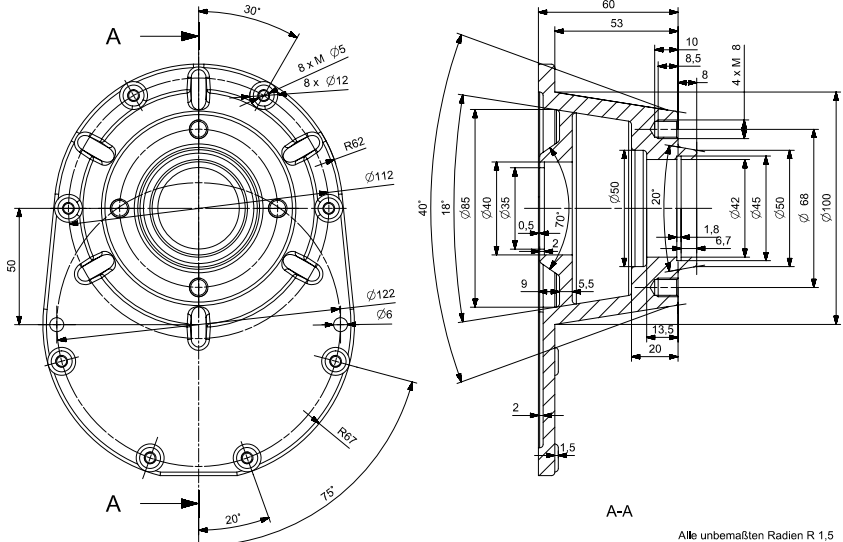


12. Speichern



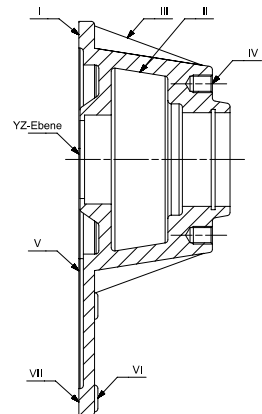
4.8 Erzeugen des Gehäuses - Antriebsseite

In diesem Abschnitt wird die antriebsseitige Hälfte des Getriebegehäuses gemäß der Zeichnung konstruiert. Die Zeichnung ist aufgrund der Komplexität nicht vollständig. In der Zeichnung fehlende Informationen werden in der Erklärung gegeben. Alle unbemaßten Radien haben den Wert $R = 1,5$ mm.



Vorgehensweise:

- I. Erzeugen des Grundkörpers
- II. Erzeugen der Lagersitze
- III. Erzeugen der Rippen
- IV. Erzeugen der Bohrungen für den Antrieb
- V. Erzeugen der Zentrierbohrungen
- VI. Erzeugen der Bohrungen am Flansch
- VII. Extrahieren der Flanschfläche



Das Video zeigt die Modellierung des Gehäuseteils ab Schritt III.



I. Erzeugen des Grundkörpers



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Gehaeuse_Antriebsseite**



2. Arbeitslayer 21



3. Skizze

$\Rightarrow$ **YZ-Ebene**



$\Rightarrow$ Profil aus zwei Kreisbögen und zwei Linien



Hierzu wird im Profil zwischen Bogen und Linie gewechselt.



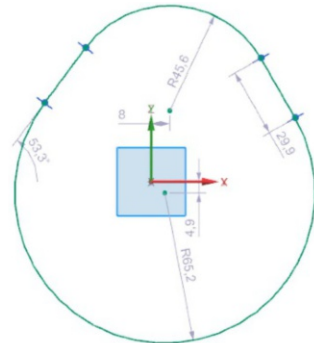
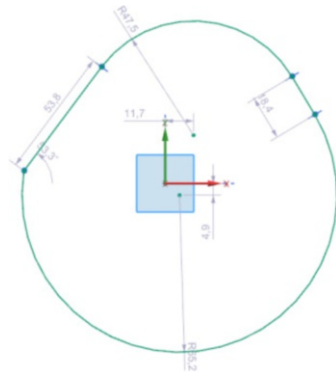
Die hellgrauen *automatischen Bemaßungen* können hier wieder ignoriert werden.



Geometrische Zwangsbedingungen



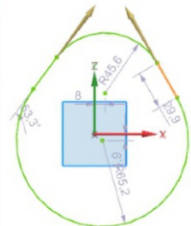
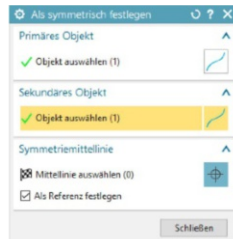
$\Rightarrow$ *Tangentialer* Übergang zwischen Linien und Kreisbögen (*Tangent*)



Als symmetrisch festlegen

$\Rightarrow$ Beide Linien wählen

$\Rightarrow$ Vertikale Skizzenachse als Mittellinie wählen



Bei der Auswahl der Linien muss darauf geachtet werden, dass beide Pfeile in die gleiche Richtung zeigen. Dies wird erreicht, indem beide Linien im gleichen Bereich angeklickt werden, z. B. im oberen Bereich.

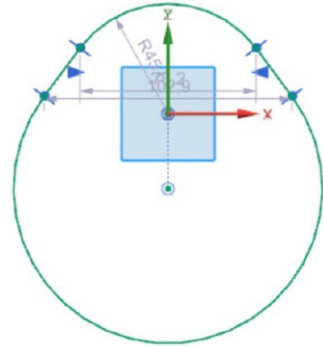


Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ Punkt auf Kurve

⇒ Mittelpunkt des oberen Kreisbogens auf die horizontale Skizzenachse



Schnellbemaßung

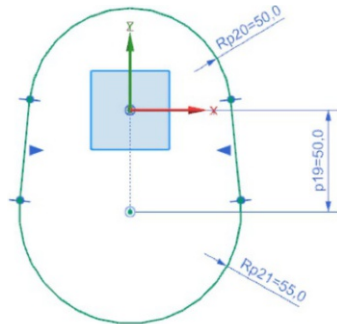
D

⇒ Abstand zwischen den Mittelpunkten der Kreisbögen erzeugen

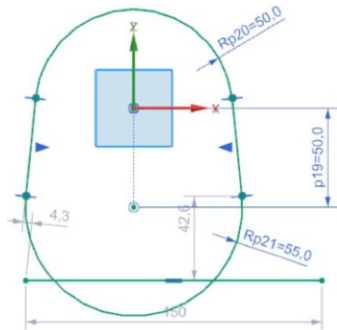


Radiale Bemaßung (Radial Dimension)

⇒ Kreisbögen bemaßen



⇒ Horizontale Linie erstellen

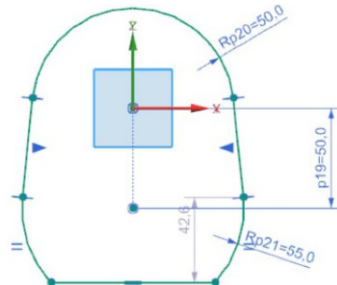


Schnell trimmen

⇒ Überstehende Elemente trimmen



Durch das Trimmen wird für die beiden unteren Kreisbögen automatisch die Zwangsbedingung gleicher Radius erzeugt, da diese ursprünglich zum gleichen Kreisbogen gehörten.





Schnellbemaßung

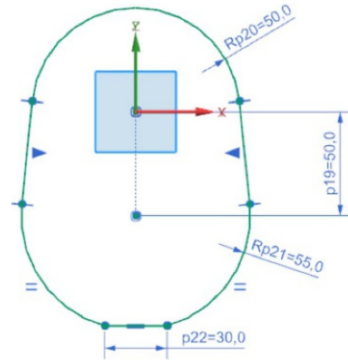
D

⇒ Erzeugen der unteren Bemaßung



Skizze beenden

Strg+Q



4. Arbeitslayer 1



5. Extrudieren

⇒ Skizze wählen

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



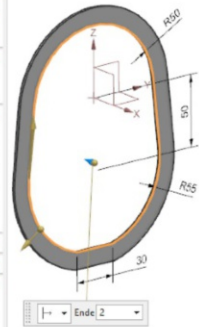
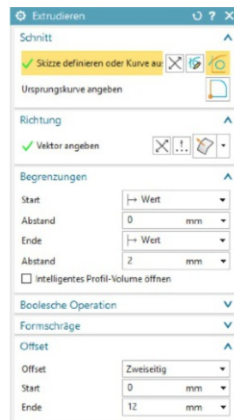
⇒ Ggf. Richtung umkehren

Ende ⇒ **Wert** ⇒ 2

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ 0

Ende ⇒ 12



Wird die Option **Offset** nicht angezeigt, muss in den Dialogfenster-Optionen (Zahnrad oben links) zunächst auf **Weitere** umgestellt werden (s. Abschnitt 1.2).



6. Extrudieren

⇒ Skizze wählen

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

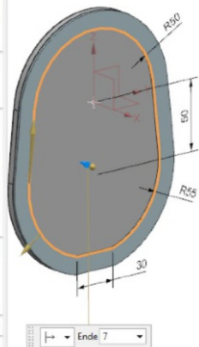
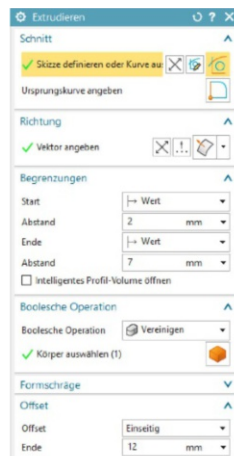
Start ⇒ **Wert** ⇒ 2

Ende ⇒ **Wert** ⇒ 7

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Offset ⇒ **Einseitig**

Ende ⇒ 12



- i** Eine Extrusion muss nicht zwangsläufig an der Position der Skizze beginnen, sondern kann durch Festlegung eines Startwertes auch vor oder hinter der Skizze entstehen.

Mit der Funktion Offset können Skizzen, Kurven und Kanten mit einem Abstand extrudiert und somit breitere oder offene Profilkörper erzeugt werden.

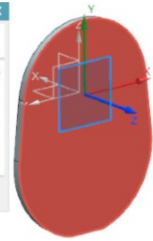
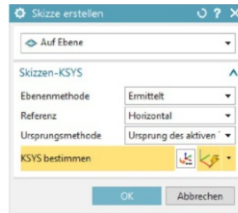
21 7. Arbeitslayer 21



8. Skizze

Ursprungsmethode $\Rightarrow$ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**

$\Rightarrow$ Vordere Fläche des Körpers wählen



Layer 1 ausblenden

Strg+L

- i** Layer lassen sich auch in der Skizzenumgebung wie bisher bekannt über die Layer-Einstellungen ausblenden.



$\Rightarrow$ Kreis erstellen



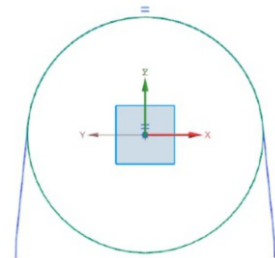
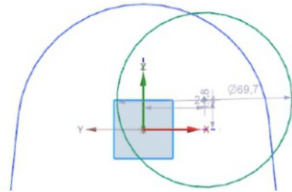
Geometrische Zwangsbedingungen



$\Rightarrow$ Konzentrisch zwischen dem Kreis und Kreisbogen der ersten Skizze

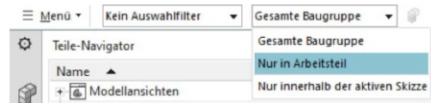


$\Rightarrow$ Gleicher Radius des Kreises und des Kreisbogens der ersten Skizze



Auswahlbereich $\Rightarrow$ Nur in Arbeitsteil (Within Work Part Only)

Somit können die Zwangsbedingungen auf die Elemente der ersten Skizze referenziert werden.



Alternativ kann auch *Gesamte Baugruppe* (Entire Assembly) gewählt werden.

- i** Beim Setzen von Referenzen sollten stets die gegebenen Hinweise beachtet werden (s. Seite 73).



Skizze beenden

1 9. Arbeitslayer 1



10. Extrudieren

⇒ Skizze wählen

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



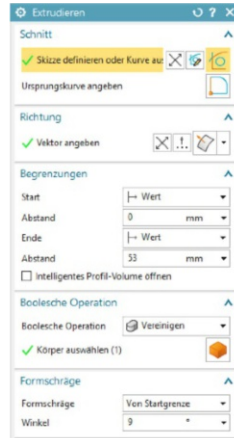
⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **53**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Formschräge ⇒ **Von Startgrenze**

Winkel ⇒ **9**



II. Erzeugen der Lagersitze

22 1. Arbeitslayer 22

Die Skizzen für die Lagersitze werden auf einem neuen Layer organisiert.



2. Skizze

⇒ **XZ-Ebene**



Neu zuordnen (Reattach)

Stimmt beim Erzeugen einer Skizze die automatisch eingestellte Ausrichtung nicht mit der gewünschten Ausrichtung überein, kann die Skizze neu zugeordnet und ausgerichtet werden.



Skizzenebene ⇒ *Richtung umkehren*



Skizzenorientierung ⇒ *Richtung umkehren*



Schnittkurve (Intersection Curve)

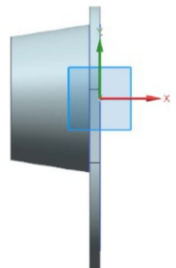
Da die Mantelfläche des Absatzes keine wirkliche Kante darstellt, muss zunächst die Schnittkurve gebildet werden, um diese dann als Referenzelement in der Skizze zu verwenden.

⇒ Mantelfläche des Absatzes wählen

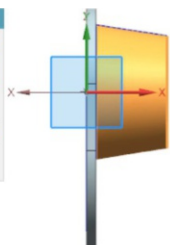
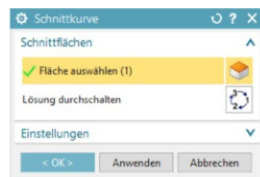
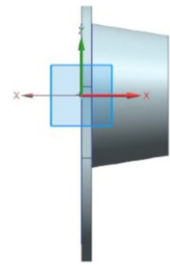


⇒ *Lösung durchschalten* bis die obere Kurve gewählt ist

Vorher



Nachher



- i** Mit der Funktion *Schnittkurve* wird in der Skizze die *Schnittkurve* zwischen der gewählten Fläche und der Skizzenebene erzeugt. *Schnittkurven* werden hellblau dargestellt. Führt die Operation zu mehreren möglichen Lösungen, kann bis zur gewünschten Lösung durchgeschaltet werden.



In/Aus Referenz konvertieren

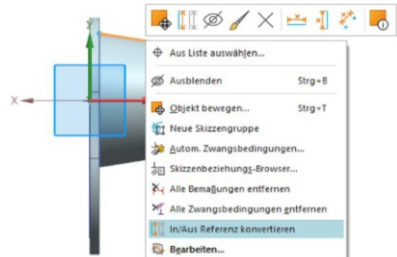
⇒ Projizierte Kurve auswählen

⇒ *In/Aus Referenz konvertieren*

Alternativ:

⇒ RMT auf die projizierte Kurve

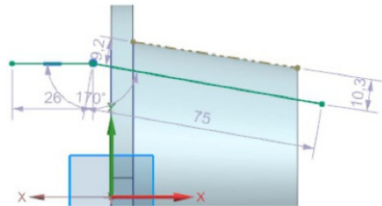
⇒ *In/Aus Referenz konvertieren*



- i** *Referenzgeometrie* erzeugt selbst keine Geometrie durch Folgeoperationen, z. B. durch *Extrudieren* oder *Drehen*, unterstützt aber das Erstellen der Skizze. *Referenzgeometrie* wird durch eine braune Strichweipunktlinie dargestellt.



⇒ *Profil aus zwei Linien*



Geometrische Zwangsbedingungen



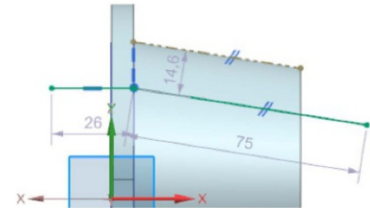
⇒ *Parallel*

⇒ Rechte Linie zur Referenzlinie



⇒ *Vertikale Ausrichtung*
(*Vertical Alignment*)

⇒ Knickpunkt zwischen den erzeugten Linien zum Endpunkt der Referenzlinie

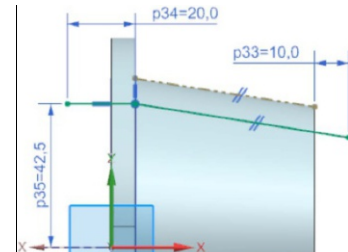


Schnellobmaßung

D



Skizze beenden



81 3. Arbeitslayer 81



4. Drehen

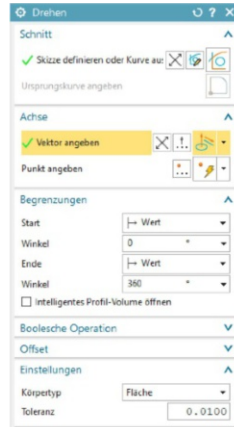
⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**

Körpertyp ⇒ **Fläche**



Durch Drehen oder Extrudieren von Skizzen und Kurven können auch Flächen erzeugt werden. Flächen werden in blaugrau dargestellt.



5. Kommentar hinzufügen

Über LMT auf das leere Kommentarfeld im Teile-Navigator kann dieses bearbeitet und ein Kommentar eingetragen werden.

⇒ **Trimmfläche**

Teile-Navigator

Name	A.	A.	Layer	Kommentar
Modellansichten				
Kamera				
Modellhistorie				
Bezugskoordinatensystem (0)		✓	61	
Skizze (1) "SKETCH_000"		✓	21	
Extrudieren (2)		✓	1	
Extrudieren (3)		✓	1	
Skizze (4) "SKETCH_001"		✓	21	
Extrudieren (5)		✓	1	
Skizze (6) "SKETCH_002"		✓	22	
Drehen (7)	✓	81	Trimmfläche	



Über Kommentare können zusätzliche Informationen zu Formelementen hinzugefügt werden. Da die Fläche im Teile-Navigator nicht von einem Körper zu unterscheiden ist, sondern ebenfalls mit „Drehen“ bezeichnet ist, wird hier zur Unterscheidung zusätzlich der Kommentar eingefügt.

1 6. Arbeitslayer 1



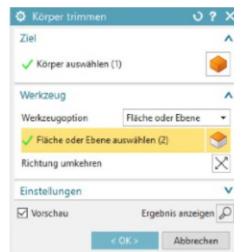
7. Körper trimmen (Trim Body)

Ziel ⇒ **Körper**

Werkzeug ⇒ **Fläche**



⇒ Ggf. Richtung umkehren



8. Layer 21, 22 und 81 ausblenden

Strg+L



Strg+H

9. Schnitt bearbeiten (Edit Section)

⇒ Ansicht ⇒ *Schnitt bearbeiten*

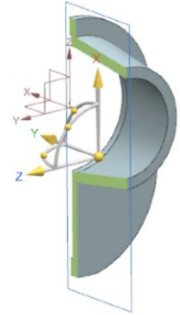
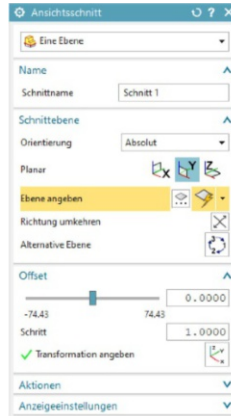
Die folgenden Formelemente werden im Inneren des Gehäuses erstellt. Um die Formelementerstellung zu vereinfachen, wird ein Schnitt erstellt.



⇒ Ebene auf Y festlegen



Mit dem Schieberegler kann die Schnittebene parallel verschoben werden. Für weitere Informationen zur Schnittfunktion s. [Seite 12](#).



10. Schnitt aktivieren (Clip Section)

Nach der Erstellung des Schnittes kann dieser über *Schnitt aktivieren* jederzeit aktiviert und deaktiviert werden.



X

11. Extrudieren

⇒ Vordere innere Kreiskante wählen

Richtung ⇒ **positive X-Achse**



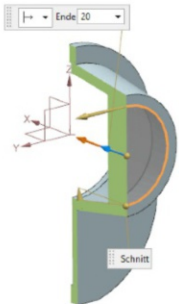
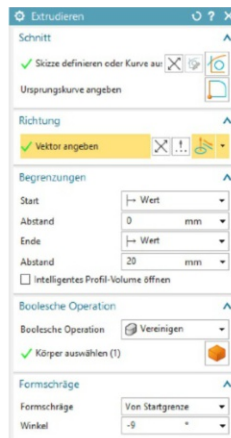
⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **20**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Formschräge ⇒ **Von Startgrenze**

Winkel ⇒ **-9**



Für die folgenden Modellierungsschritte wird der Schnitt wieder deaktiviert.



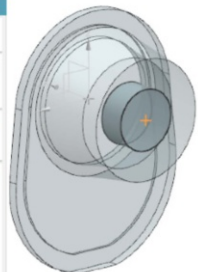
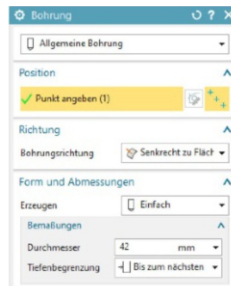
12. Bohrung

Typ ⇒ **Allgemeine Bohrung**

⇒ Mittelpunkt der vorderen Kreiskante wählen

Durchmesser ⇒ **42**

Tiefenbegrenzung ⇒ **Bis zum nächsten**





13. Extrudieren

⇒ Vordere Kreiskante der Bohrung

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

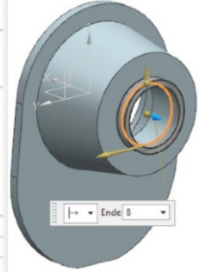
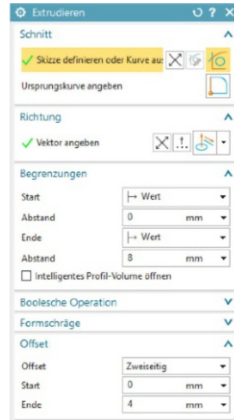
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **8**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ **0**

Ende ⇒ **4**



Für eine Extrusion ist nicht zwingend eine Skizze oder eine Kurve notwendig, es können auch Körperkanten genutzt werden.



14. Extrudieren

⇒ Innere Kreiskante der Bohrung

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

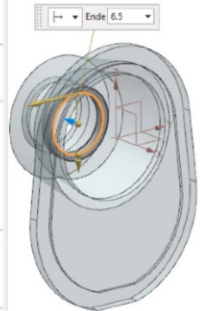
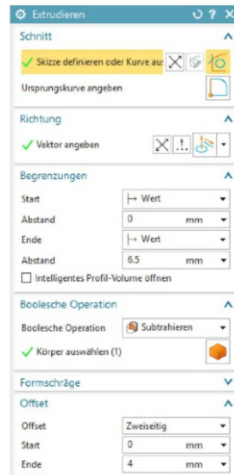
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **6.5**

Boolesche Op. ⇒ **Subtrahieren**

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ **0**

Ende ⇒ **4**



15. Schnitt aktivieren



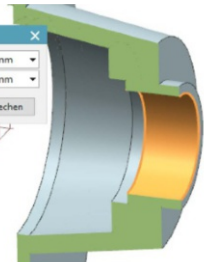
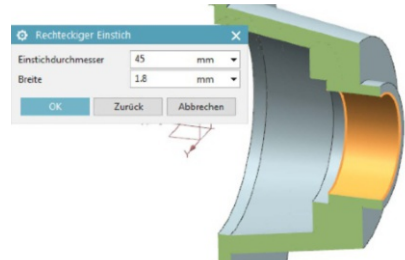
16. Einstich (Groove)

⇒ **Rechteckig (Rectangular)**

⇒ Mantelfläche der Bohrung wählen

Einstichdurchmesser ⇒ **45**

Breite ⇒ **1.8**



Einstich positionieren

⇒ Vordere Kreiskante der Bohrung wählen (orange)

⇒ Kreiskante der Nut wählen (rot)

Wert ⇒ **6.7**



Das Umstellen der Ansicht auf *Drahtmodell mit abgeblendeten Kanten* (*Wireframe with Dim Edges*) vereinfacht die Auswahl (s. [Seite 11](#)).

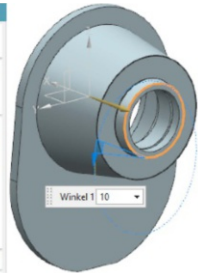
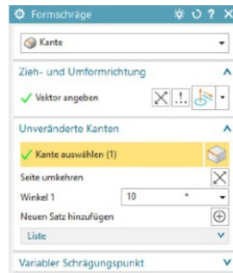
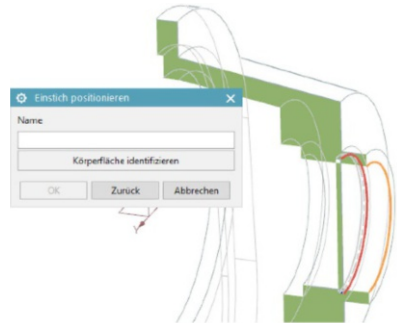
**17. Formschräge (Draft)**

Typ ⇒ **Kante**

Vektor ⇒ **negative X-Achse**

Unveränderte Kanten ⇒ **vordere Kreiskante des Absatzes**

Winkel 1 ⇒ **10**

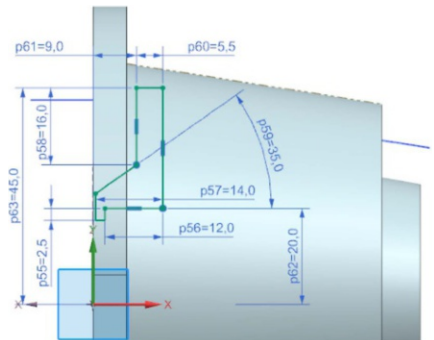
**18. Layer 22 einblenden****19. Arbeitslayer 22****20. Skizze**

⇒ **XZ-Ebene**



⇒ Ggf. *Neu zuordnen*

⇒ Selbstständiges Erzeugen der abgebildeten Skizze



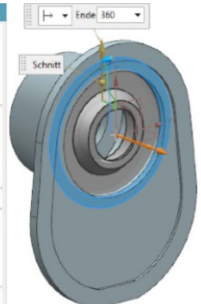
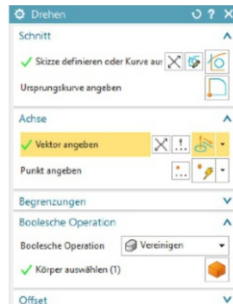
Skizze beenden

**21. Arbeitslayer 1****22. Drehen**

⇒ Skizze wählen

⇒ Vektor angeben ⇒ **X-Achse**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

**23. Layer 22 ausblenden**

III. Erzeugen der Rippen

23 ▼ 1. Arbeitslayer 23



2. Skizze

⇒ **XZ-Ebene**



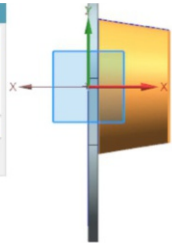
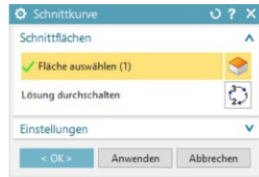
⇒ Ggf. Neu zuordnen



Schnittkurve (Intersection Curve)

⇒ Mantelfläche des Absatzes wählen

Als Referenz für die Skizze wird wieder die Schnittkurve der Mantelfläche genutzt.



⇒ *Lösung durchschalten* bis die obere Kurve gewählt ist



In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Schnittkurve wählen



⇒ *Linie erstellen*

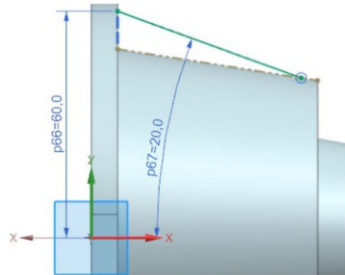


Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Vertikale Ausrichtung (Vertical Alignment)*

⇒ Linker Endpunkt der Linie zum linken Endpunkt der Referenzlinie



⇒ *Punkt auf Kurve*

⇒ Rechter Endpunkt der Linie auf die Referenzlinie



Schnellbemaßung

D

⇒ Maße erzeugen



Skizze beenden



Bei einer Rippe wird automatisch der Bereich zwischen der Linie und dem Körper gefüllt. Ein Maß für die Länge der Linie ist dabei nicht zwingend notwendig.

1 3. Arbeitslayer 1



4. Rippe (Rib)

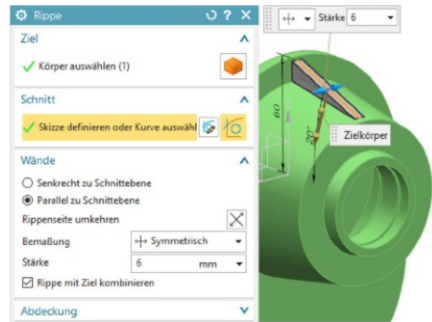
⇒ Skizze auswählen

⇒ Parallel zu Schnittebene

Bemaßung ⇒ **Symmetrisch**

Stärke ⇒ **6**

⇒ Rippe mit Ziel kombinieren



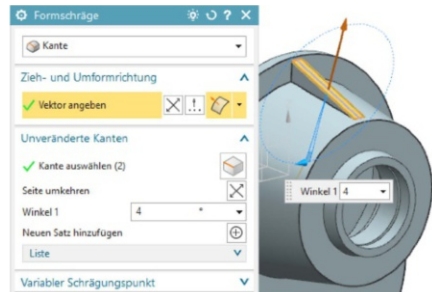
5. Formschräge

Typ ⇒ **Kante**

Vektor ⇒ **obere Fläche der Rippe**

Unveränderte Kanten ⇒ **Obere Kanten der Rippe**

Winkel 1 ⇒ **4**



Wird bei einer Richtungs- oder Vektorauswahl die Auswahl auf **Ermittelter Vektor** (Inferred Vector) gestellt, so wird der Vektor anhand des ausgewählten Elements automatisch definiert. Durch die Auswahl einer Fläche wird dabei die Flächennormale als Richtung ermittelt.



6. Flächenverrundung

Typ ⇒ **Dreiseitig**

Zur Auswahl der einzelnen Flächen der Rippe muss in der Flächenregel **Einzelfläche** (Single Face) gewählt werden.

Fläche 1 ⇒ **vordere Seitenfläche**

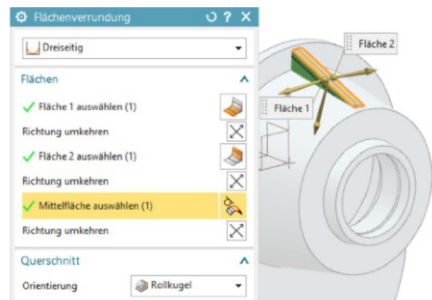
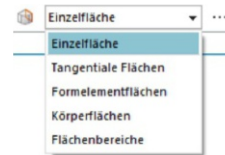
Fläche 2 ⇒ **hintere Seitenfläche**

Mittelfläche ⇒ **obere Fläche**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

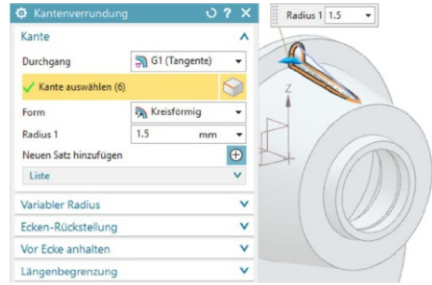
Die Vektoren der Flächen müssen zueinander zeigen.





7. Kantenverrundung

Radius 1 $\Rightarrow$ 1.5



Wird in der Kurvenregel *Tangentiale Kurven* (*Tangent Curves*) gewählt, muss anschließend nur eine Kante der Rippe angeklickt werden und die Auswahl folgt automatisch den tangential angrenzenden Kanten.



An dieser Stelle werden bereits alle Verrundungen an der Rippe erzeugt, da im Folgenden die komplette Rippe inkl. aller zugehörigen Elemente gemustert werden soll.



8. Formelement mustern

$\Rightarrow$ Auswahl der folgenden Formelemente im Teile-Navigator:
(Strg-Taste gedrückt halten)

- Skizze
- Rippe
- Formschräge
- Flächenverrundung
- Kantenverrundung

Layout $\Rightarrow$ **Kreisförmig**

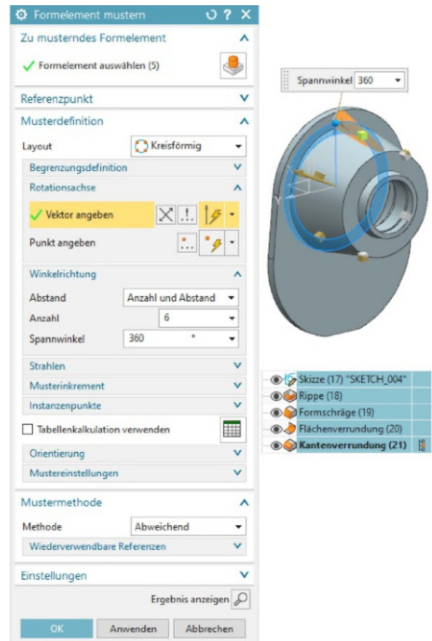
Vektor $\Rightarrow$ **X-Achse**

Abstand $\Rightarrow$ **Anzahl und Abstand**

Anzahl $\Rightarrow$ **6**

Spannwinkel $\Rightarrow$ **360**

Methode $\Rightarrow$ **Abweichend**



Eine Rippe muss immer zusammen mit der dazugehörigen Skizze gemustert werden. Beim Mustern eines extrudierten oder gedrehten Körpers muss die Skizze nicht mit gemustert werden.



9. Layer 23 ausblenden

Strg+L



10. Kantenverrundung

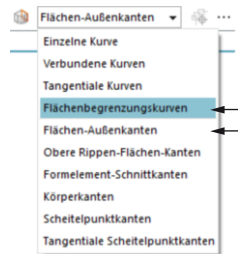
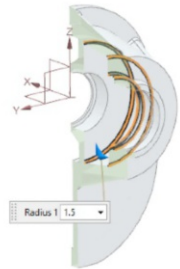
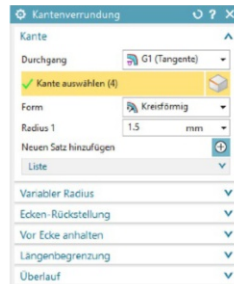
⇒ Verrunden der inneren Kanten mit Ausnahme der Lagersitze

Radius 1 ⇒ **1.5**



Über Shift + LMT können fehlerhaft selektierte Kanten wieder abgewählt werden (s. [Abschnitt 1.4](#))

Wird in der Kurvenregel *Flächenbegrenzungskurven* (Face Edges) oder *Flächen-Außenkanten* (Outer Edges of Faces) ausgewählt, werden bei der Auswahl einer Fläche alle angrenzenden Kanten automatisch gewählt. Somit kann die Auswahl sehr vieler Kanten vereinfacht werden.

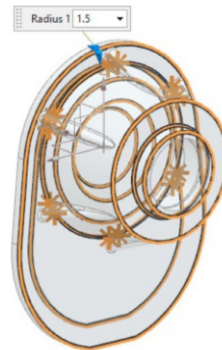


11. Kantenverrundung

⇒ Erzeugen der restlichen Verrundungen

Radius 1 ⇒ **1.5**

Die Kanten der Flanschfläche werden **nicht** verrundet (hier im Bild auf der Rückseite).

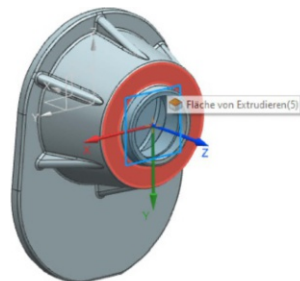


IV. Erzeugen der Bohrungen für den Antrieb



1. Bohrung

⇒ Vordere Ringfläche wählen



Die Skizzenumgebung wird geöffnet. Ist die Skizze nicht wie gewünscht ausgerichtet, muss sie neu zugeordnet werden.



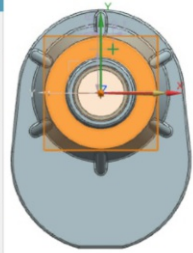
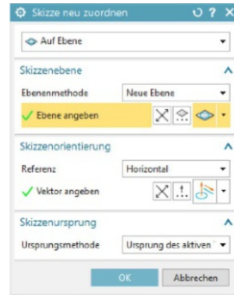
Neu zuordnen (Reattach)



Skizzenorientierung

⇒ *Richtung umkehren*

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



Wird bei der Skizzenerstellung durch das System kein Punkt für den Skizzenursprung gefunden, wird der Dialog für die Skizzenerstellung geöffnet, in dem die Skizzenorientierung definiert wird. In den meisten Fällen wird jedoch ein Punkt für den Ursprung gefunden und der Dialog öffnet sich nicht.

Der Punkt zum Erzeugen der Bohrung wird bei der Auswahl einer Fläche in der Regel automatisch eingefügt und muss nicht manuell erstellt werden.



Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Punkt auf Kurve*

⇒ *Punkt auf vertikale Skizzenachse*

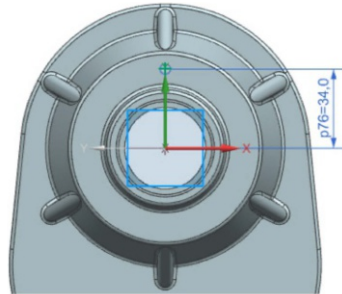


Schnellbemaßung

⇒ *Bemaßen des Punktes*



Skizze beenden



Typ ⇒ **Gewindebohrung**

Größe ⇒ **M8 x 1.25**

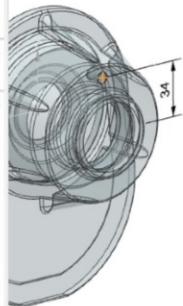
Tiefentyp ⇒ **Benutzerdefiniert**

Gewindetiefe ⇒ **8.5**

Tiefenbegrenzung ⇒ **Wert**

Tiefe ⇒ **10**

Tiefe bis ⇒ **Zylinderboden**





2. Formelement mustern

⇒ Gewindebohrung wählen

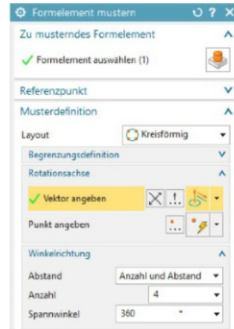
Layout ⇒ **Kreisförmig**

Vektor ⇒ **X-Achse**

Abstand ⇒ **Anzahl und Abstand**

Anzahl ⇒ **4**

Spannwinkel ⇒ **360**



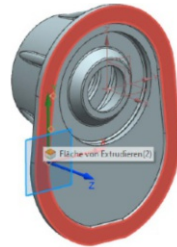
V. Erzeugen der Zentrierbohrungen



1. Bohrung

Typ ⇒ **Allgemeine Bohrung**

⇒ Flanschfläche wählen

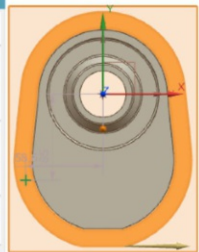
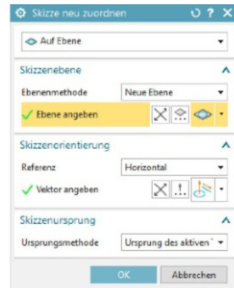


Neu zuordnen



⇒ Ggf. Skizzenorientierung über *Richtung umkehren* anpassen

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



Der Ursprungspunkt einer Skizze kann jederzeit neu definiert werden. Ggf. müssen dabei bereits definierte Referenzen berücksichtigt werden.

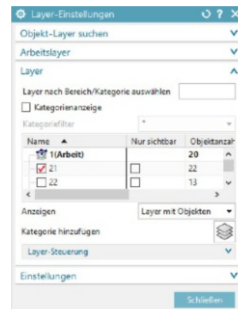


Strg+L

2. Einblenden von Layer 21

Da für die Positionierung des Bohrungspunktes der Mittelpunkt aus der ersten Skizze genutzt werden soll, wird der Layer 21 einblendet.

Dies funktioniert auch innerhalb der Skizzenumgebung über die *Layer-Einstellungen*.





Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Horizontale Ausrichtung*

⇒ Bohrungspunkt zum Mittelpunkt des unteren Kreisbogens der ersten Skizze



Schnellbemaßung

⇒ Abstand zwischen Bohrungspunkt und Mittelpunkt des Kreisbogens der ersten Skizze ⇒ **61**

Beim Erstellen der Zwangsbedingung und der Bemaßung sollte im Auswahlbereich *Nur in Arbeitsteil* eingestellt sein.

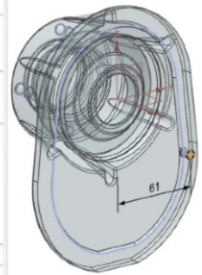
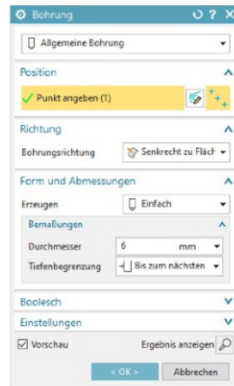
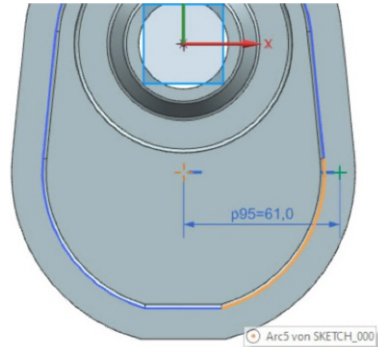
Somit können die Zwangsbedingung und die Bemaßung auf die Elemente der ersten Skizze referenziert werden (alternativ: *Gesamte Baugruppe*).



Skizze beenden

Durchmesser ⇒ **6**

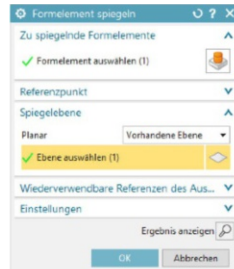
Tiefenbegrenzung ⇒ **Bis zum nächsten**



3. Formelement spiegeln

⇒ Einfache Bohrung wählen

Ebene ⇒ **XZ-Ebene**



VI. Erzeugen der Bohrungen am Flansch

Die Position der Flanschbohrungen wird über eine Skizze definiert.

24 1. Arbeitslayer 24



2. Skizze

⇒ **YZ-Ebene**

⇒ Erzeugen der rechts abgebildeten Skizze aus zwei *Kreisen* und vier *Linien*



Geometrische Zwangsbedingungen

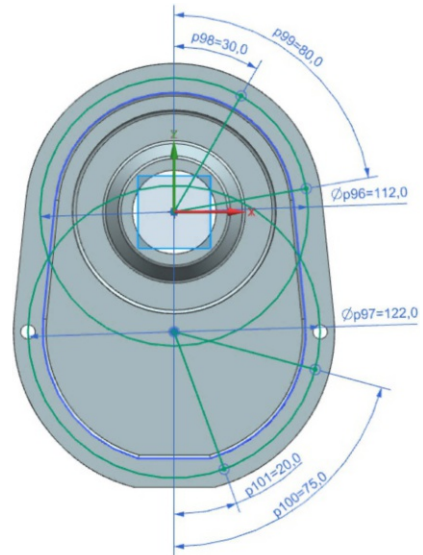


⇒ Die Kreise sind *konzentrisch* zu den Kreisbögen der ersten Skizze



In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Beide Kreise und die vier Linien



Punkt

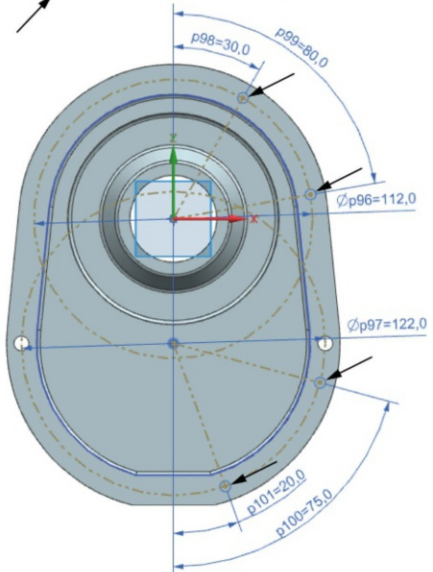


Fangpunkt ⇒ Nur *Endpunkt*

⇒ Erstellen von vier Punkten an den Linienenden



Durch die Verwendung des *Fangpunktes* **Endpunkt** können Fehler beim Setzen der Punkte vermieden werden, da die Punkte exakt auf den Endpunkten der Linien platziert werden.





Kurve spiegeln (Mirror Curve)

Typenfilter $\Rightarrow$ Punkt



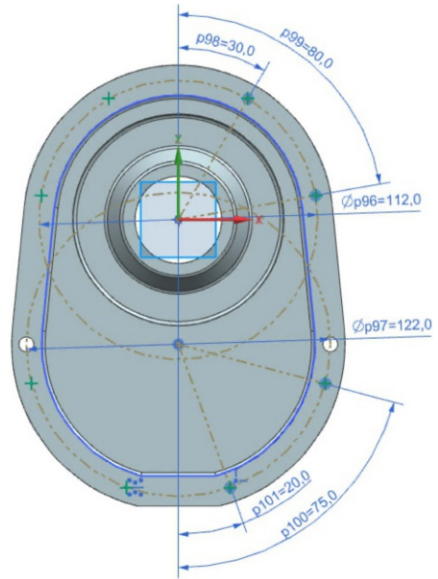
$\Rightarrow$ Punkte wählen

Mittellinie $\Rightarrow$ **Vertikale Skizzen-achse**



Durch die Verwendung des Typenfilters Punkt wird sichergestellt, dass nur die erzeugten Punkte ausgewählt werden. Die Auswahl wird in der unteren Rahmenleiste angezeigt:

4 Objekte ausgewählt



Skizze beenden

Das Ergebnis ist eine Skizze, bestehend aus acht Punkten. Diese Punkte definieren im Folgenden das Musterlayout.



3. Layer 21 ausblenden



4. Arbeitslayer 1



5. Zylinder

Vektor $\Rightarrow$ **Negative X-Achse**



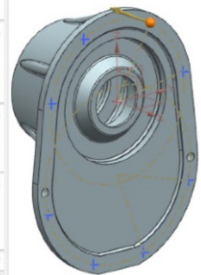
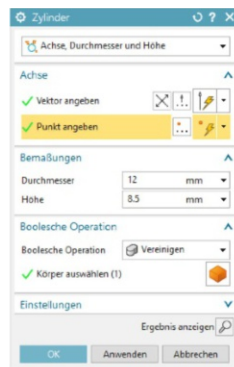
$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren

Punkt $\Rightarrow$ einen Punkt der erzeugten Skizze wählen

Durchmesser $\Rightarrow$ 12

Höhe $\Rightarrow$ 8.5

Boolesche Op. $\Rightarrow$ **Vereinigen**

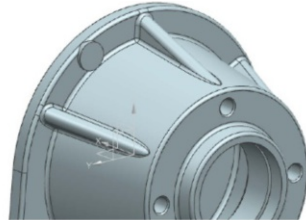


Fangpunkt $\Rightarrow$ Nur Vorhandener Punkt



Somit wird bei der Punktauswahl sichergestellt, dass der richtige Skizzenpunkt mit der exakten Position ausgewählt ist.

Das Ergebnis ist eine zylindrische Erhebung, in der folgend eine Bohrung erzeugt wird.



6. Bohrung

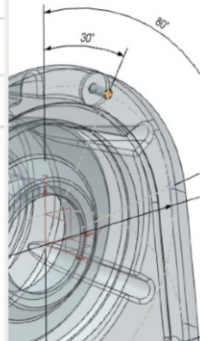
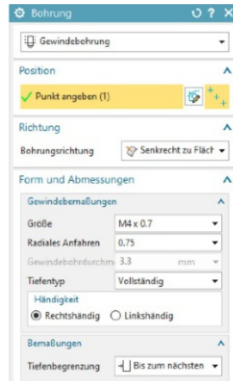
Typ $\Rightarrow$ **Gewindebohrung**

$\Rightarrow$ Punkt der Skizze wählen, an dem auch der Zylinder erzeugt wurde (Fangpunkt $\Rightarrow$ Nur *Vorhandener Punkt*)

Größe $\Rightarrow$ **M4 x 0.7**

Tiefentyp $\Rightarrow$ **Vollständig**

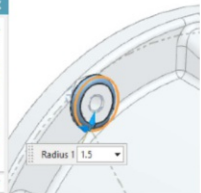
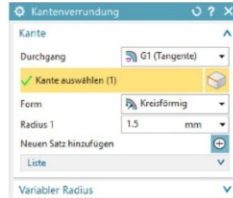
Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Bis zum nächsten**



7. Kantenverrundung

$\Rightarrow$ Kante des Zylinders wählen

Radius 1 $\Rightarrow$ **1.5**



8. Formelement mustern

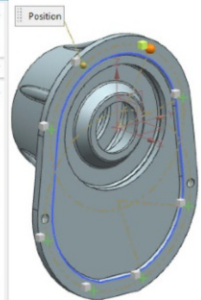
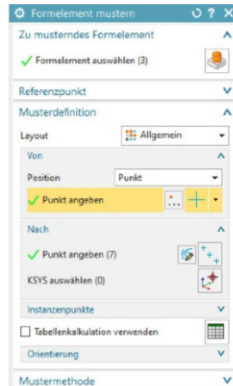
$\Rightarrow$ Auswahl von:

- Zylinder
- Gewindebohrung
- Kantenverrundung

Layout $\Rightarrow$ **Allgemein**

Von Position $\Rightarrow$ Punkt der Skizze wählen, an dem der Zylinder und die Bohrung positioniert sind

Nach $\Rightarrow$ restliche Punkte der Skizze wählen



Fangpunkt $\Rightarrow$ Nur *Vorhandener Punkt*



Dies erleichtert die Auswahl der Punkte der Skizze.



9. Ausblenden von Layer 24



10. Materialien zuweisen

⇒ **Steel**

VII. Extrahieren der Flanschfläche

82 ▾

1. Arbeitslayer 82



2. Geometrie extrahieren
(Extract Geometry)

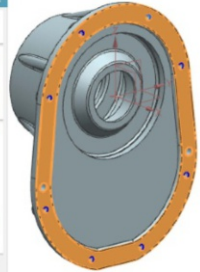
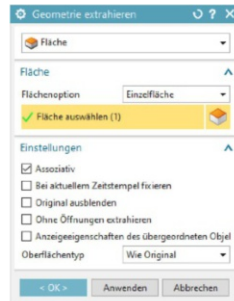
⇒ Register Flächen ⇒ *Geometrie extrahieren*

Typ ⇒ **Fläche**

Flächenoption ⇒ **Einzelfläche**

⇒ Flanschfläche auswählen

⇒ *Assoziativ* aktivieren



Die Flanschfläche wird nun als separates Flächenobjekt in der Modellhistorie aufgeführt.

3. Kommentar hinzufügen

Zur besseren Erkennung wird die extrahierte Fläche mit einem Kommentar versehen.

⇒ **Flanschflaeche**

Name	A.	A.	Layer	Kommentar
Skizze (29) "SKETCH_005"		✓	24	
Zylinder (30)		✓	1	
Gewindebohrung (31)		✓	1	
Kantenverrundung (32)		✓	1	
Musterformelement [Allgemein] (33)		✓		
Extrahierte Fläche (34)		✓	82	Flanschflaeche

1 ▾

4. Arbeitslayer 1

5. Überprüfen der Layer



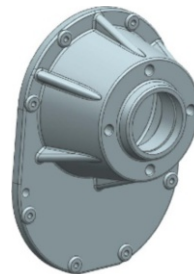
⇒ Ggf. Elemente auf Layer verschieben



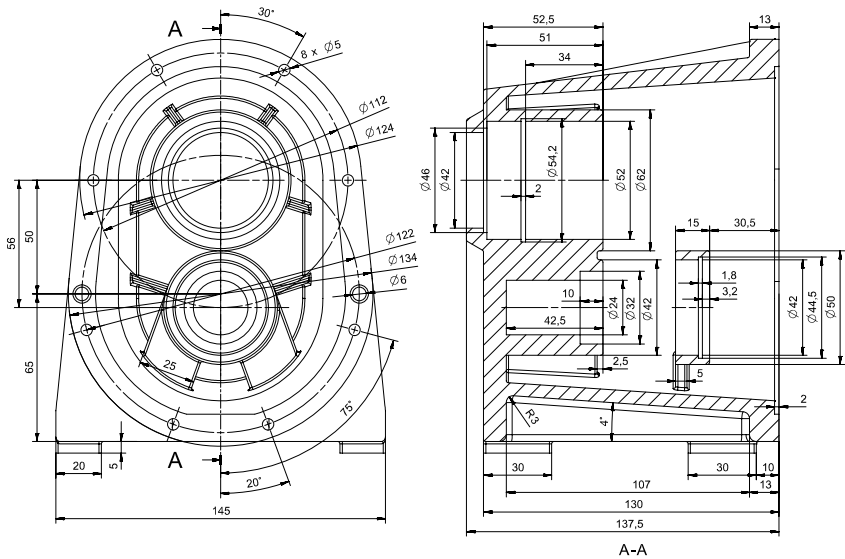
6. Ausblenden aller Layer außer 1



7. Speichern



4.9 Erzeugen des Gehäuses - Abtriebsseite



Alle unbemaßten Radien R 1

In diesem Abschnitt wird die abtriebsseitige Hälfte des Getriebegehäuses gemäß der Zeichnung konstruiert. Dieses Bauteil bildet das Gegenstück zu dem im vorigen Abschnitt erzeugten Gehäuseteil. Die Zeichnung ist aufgrund ihrer Komplexität nicht vollständig. In der Zeichnung fehlende Informationen werden im Verlauf dieses Abschnittes gegeben.

Aufbauend auf der Drahtgeometrie des Gehäuses werden zwei alternative Methoden zur Modellierung des Grundkörpers vorgestellt. Zunächst wird die Hüllgeometrie des Grundkörpers aus Flächen aufgebaut, aus denen anschließend der Volumenkörper erzeugt wird. Da die verwendeten Skizzen und Kurven geschlossene Konturen darstellen, wird der Grundkörper bei der zweiten Methode direkt als Volumenkörper erstellt. Beide Methoden sollten nachvollzogen werden, um die Unterschiede dieser Modellierungstechniken zu verstehen.

Die weiteren Elemente werden anschließend als Volumenkörper erzeugt. Zudem wird die Flanschfläche des abtriebsseitigen Gehäuses assoziativ mit der des antriebsseitigen Gehäuses verknüpft.

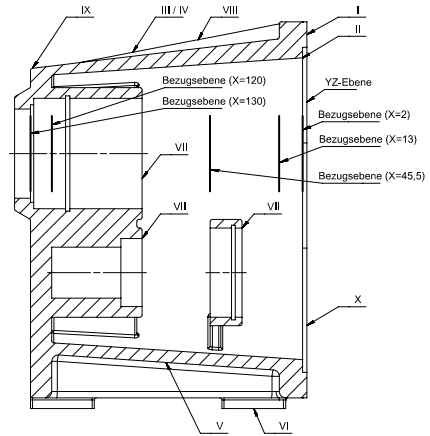


Im Video werden die Erzeugung der Drahtgeometrie sowie die Erstellung des Grundkörpers aus Flächen gezeigt.



Vorgehensweise:

- I. Einfügen der Flanschfläche
- II. Erzeugen der Drahtgeometrie
- III. Methode I: Erzeugen des Grundkörpers aus Flächen
- IV. Methode II: Erzeugen des Grundkörpers aus Volumenkörpern
- V. Erzeugen des Flansch- und Bodenbereichs
- VI. Erzeugen der Standfüße
- VII. Erzeugen der Lagersitze
- VIII. Erzeugen der äußeren Rippen
- IX. Erzeugen der Verrundungen
- X. Erzeugen der Bohrungen am Flansch



I. Einfügen der Flanschfläche



1. Erstellen einer neuen Datei (Modell)

Dateiname $\Rightarrow$ **Gehaeuse_Abtriebsseite**



2. Arbeitslayer 82



3. Öffnen

Dateiname $\Rightarrow$ **Gehaeuse_Antriebsseite**

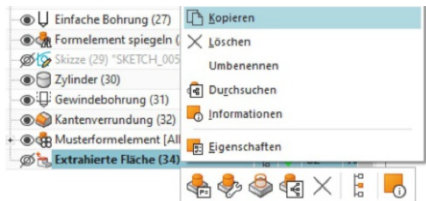


4. Kopieren der extrahierten Fläche

Strg+C

$\Rightarrow$ RMT auf Extrahierte Fläche

$\Rightarrow$ Kopieren (Copy)



5. Wechsel nach

Gehäuse_Abtriebsseite.prt

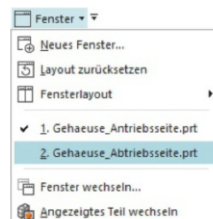
$\Rightarrow$ Fenster (Window)

$\Rightarrow$ Gehäuse_Abtriebsseite.prt



Alternativ kann auch Fenster wechseln (Switch Window) genutzt werden (s. Seite 14).

Strg+Tab





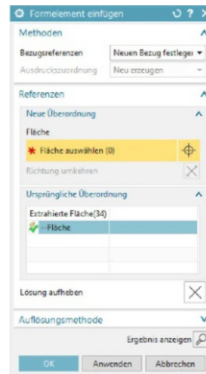
Strg+V

6. Einfügen der extrahierten Fläche

⇒ Menü ⇒ Bearbeiten ⇒ Einfügen
(Paste)

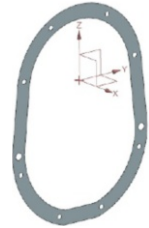
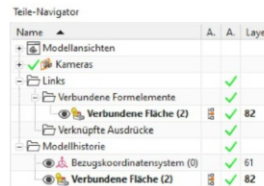
⇒ Dialog ohne eine Auswahl bestätigen

⇒ Der nachfolgend erscheinende Dialog kann ebenfalls bestätigt werden.



Die Flanschfläche wird somit als Fläche mit einer assoziativen Verlinkung zum Ursprungsmodell eingefügt.

Dies ist auch an dem Kettengliedsymbol an der Fläche und an dem Ordner *Links* im Teile-Navigator zu erkennen.



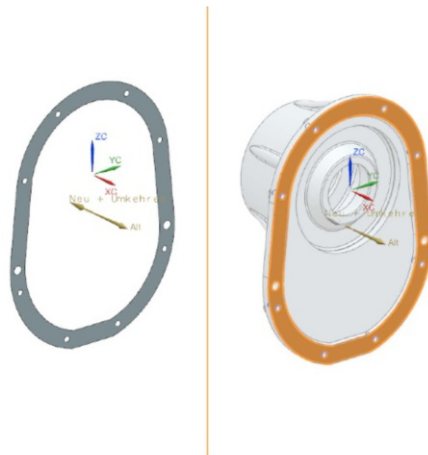
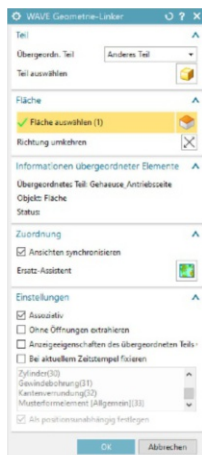
7. WAVE-Geometrie-Linker (WAVE Geometry Linker)

⇒ Doppelklick auf die verbundene Fläche im Teile-Navigator

Im WAVE-Geometrie-Linker-Dialog kann die Assoziativität des verlinkten Objektes überprüft und bearbeitet werden.

⇒ Bei *aktuellem Zeitstempel fixieren* deaktivieren (Fix at Current Timestamp)

Durch Deaktivieren der Option *Bei aktuellem Zeitstempel fixieren* wird die Fläche bei jeder Änderung des Ursprungsmodells automatisch angepasst.



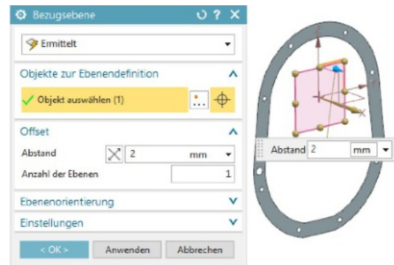
II. Erzeugen der Drahtgeometrie

Für das Drahtmodell werden zunächst folgende Ebenen benötigt. Zur Orientierung sind hier zusätzlich die jeweils referenzierten Skizzen angegeben.

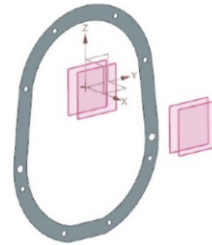
Bezeichnung	Abstand YZ-Ebene	Referenzierte Skizzen
Bezugsebene (2)	2 mm	SKETCH_000, SKETCH_003
Bezugsebene (3)	13 mm	SKETCH_001
Bezugsebene (4)	120 mm	SKETCH_004
Bezugsebene (5)	130 mm	SKETCH_002, SKETCH_005

61 1. Arbeitslayer 61

2. *Bezugsebene*
 Typ ⇒ **Im Abstand**
 ⇒ **YZ-Ebene**
 Abstand ⇒ **2**



3. *Bezugsebene*
 ⇒ Erzeugen der weiteren Ebenen



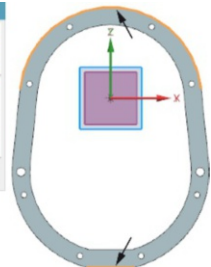
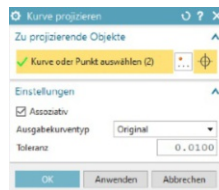
4. *Umbenennen der Ebenen*
 ⇒ RMT auf die jeweilige Ebene
 ⇒ *Umbenennen (Rename)*

Modellhistorie		
Bezugskoordinatensystem (0)		✓ 61
Verbundene Fläche (1)		✓ 82
Bezugsebene (2) "2mm"		✓ 61
Bezugsebene (3) "13mm"		✓ 61
Bezugsebene (4) "120mm"		✓ 61
Bezugsebene (5) "130mm"		✓ 61

21 5. Arbeitslayer 21

6. *Skizze*
 ⇒ **Bezugsebene (2) "2mm"**

- Kurve projizieren (Project Curve)*
 ⇒ Kurvenregel ⇒ *Einzelne Kurve*
 ⇒ Auswahl der oberen Kreiskante
 und der unteren geraden Kante



- i** Mit der Funktion *Kurve projizieren* können Geometriekanten und Kurven auf die Skizzenebene projiziert und als Skizzenelemente verwendet werden. Projizierte Kurven werden hellblau dargestellt.



In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Untere projizierte Linie wählen



⇒ *Profil* aus fünf Linien erstellen

⇒ Auswahlbereich ⇒ *Nur innerhalb der aktiven Skizze*

Somit sind bei der Profilerstellung nur die projizierten Linien auswählbar.



Als symmetrisch festlegen

⇒ Beide vertikale Linien zur vertikalen Skizzenachse



Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Kollinear*

⇒ Untere horizontale Linie zur Referenzlinie



Schnellbemaßung

⇒ Maß erzeugen

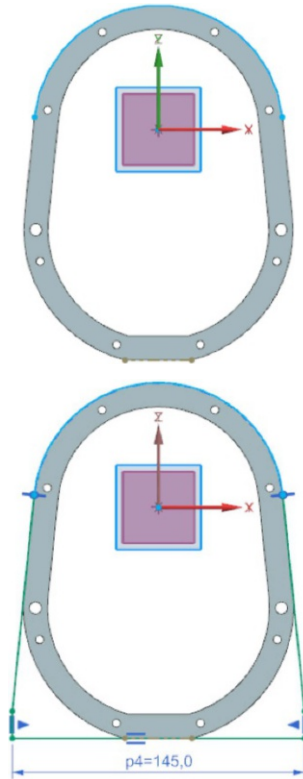


Skizze beenden



7. Ausblenden von Layer 82

Das Ausblenden der Fläche erleichtert die Erstellung der weiteren Skizzen.





8. Skizze

⇒ **Bezugsebene (3) "13mm"**

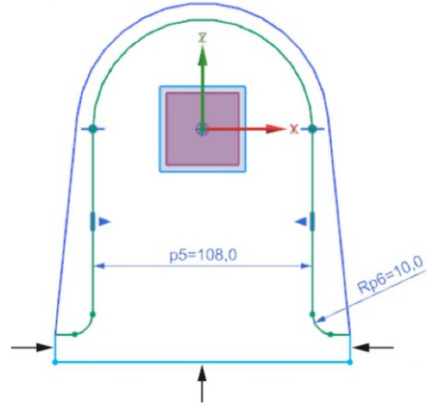


⇒ *Projizieren* der Kontur für den Fuß von der ersten Skizze, s. Pfeile (Kurvenregel ⇒ *Einzelne Kurve*)



⇒ Selbstständiges Erzeugen der restlichen Kontur, z. B. als *Profil*

Die Linien sind horizontal bzw. vertikal und gehen jeweils tangential in die Bögen über.



Werden die Radien als *Verrundung* erstellt, entstehen ggf. Hilfspunkte, sofern die Skizze zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig bestimmt ist.



Diese Hilfspunkte können zu Problemen bei der späteren Flächenerstellung führen und sollten daher gelöscht werden.



Bei der Erstellung der Skizzen ist darauf zu achten, dass der Fußbereich auf die gleiche Art und Weise erstellt wird und die Anzahl der Linien im Fußbereich identisch ist, da sonst Probleme bei der Erzeugung der Flächen entstehen.

Da die nächste Skizze der vorigen ähnelt und sich nur in den Maßen unterscheidet, wird die vorige Skizze kopiert und auf eine andere Ebene neu zugeordnet.



9. Kopieren der Skizze

⇒ RMT auf SKETCH_001 ⇒ *Kopieren*



10. Einfügen der Skizze

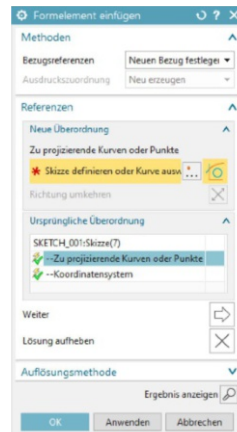
⇒ Menü ⇒ Bearbeiten ⇒ *Einfügen*

⇒ Den Dialog ohne eine Auswahl bestätigen



Die Skizze wird mit den gleichen Referenzen kopiert und liegt nach dem Einfügen an der gleichen Position wie die ursprüngliche Skizze.

Die kopierte Skizze trägt auch die gleiche Bezeichnung wie die ursprüngliche Skizze, jedoch mit der Endung „_0“.





11. Skizze mit Rollback bearbeiten

⇒ RMT auf SKETCH_001_0

⇒ Mit Rollback bearbeiten



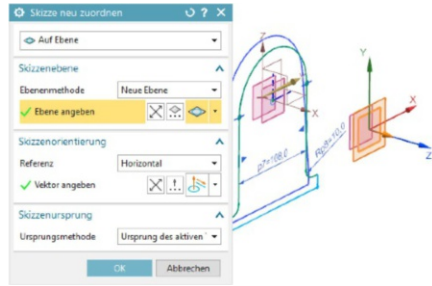
Neu zuordnen

⇒ Bezugsebene (5) "130mm" wählen

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



Die Ebene kann im Teile-Navigator oder im Grafikbereich ausgewählt werden. Wird die Ebene im Grafikbereich ausgewählt, ist es sinnvoll, die Ansicht zu drehen.



Shift
+F8

Über **An Skizze ausrichten** wird die Ansicht wieder senkrecht zur Skizze gedreht.

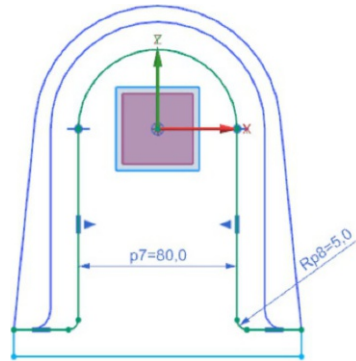


Die Schaltfläche muss ggf. über das schwarze Dreieck der Gruppe Skizze eingeblendet werden.

⇒ Anpassen der Maße über Doppelklick

Abstand der Linien ⇒ **80**

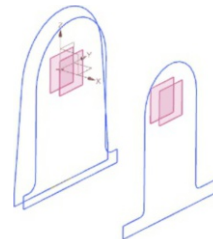
Radius ⇒ **5**



Skizze beenden



Die kodierte Skizze (001_1) ist **nicht** mit der ursprünglichen Skizze (001) verbunden, sondern referenziert aufgrund der projizierten Elemente ausschließlich auf die erste Skizze (000).



12. Ändern des Objektnamens

⇒ RMT auf SKETCH_001_1

⇒ **Eigenschaften**

⇒ Allgemein

Name ⇒ **SKETCH_002**



Die Skizze ist somit nicht mehr als kodierte Skizze erkennbar.



13. Skizze

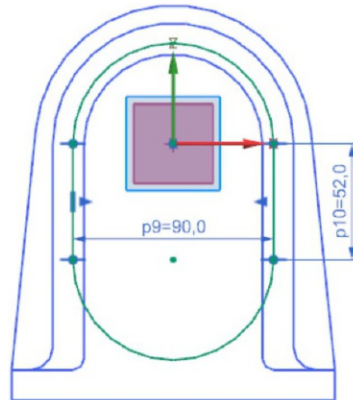
⇒ **Bezugsebene (2) "2mm"**

⇒ Selbstständiges Erzeugen der Skizze



⇒ *Profil* aus zwei Linien und zwei Kreisbögen

Alternativ kann diese Skizze auch durch Kopieren der vorigen Skizze erzeugt werden.



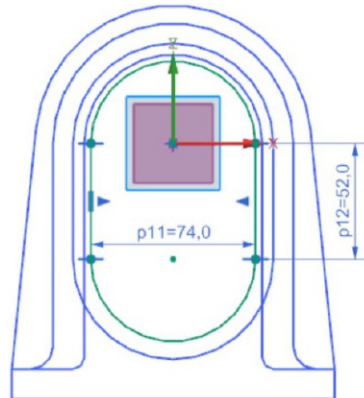
14. Skizze

⇒ **Bezugsebene (4) "120mm"**

⇒ Selbstständiges Erzeugen der Skizze



⇒ *Profil* aus zwei Linien und zwei Kreisbögen



15. Skizze

⇒ **Bezugsebene (4) "130mm"**

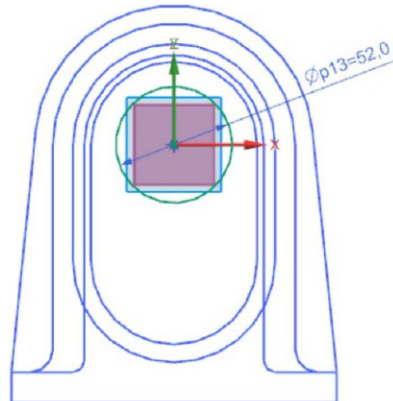


⇒ *Kreis* im Koordinatenursprung erzeugen

Durchmesser ⇒ **52**



Skizze beenden





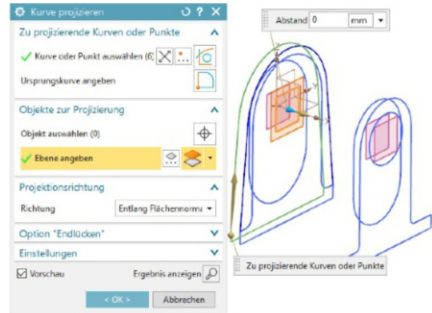
16. Kurve projizieren (Project Curve)

⇒ Register Kurve ⇒ *Kurve projizieren*

⇒ SKETCH_000 wählen

⇒ Bezugsebene (3) “13mm” wählen

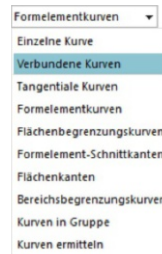
Richtung ⇒ **Entlang Flächennormale**



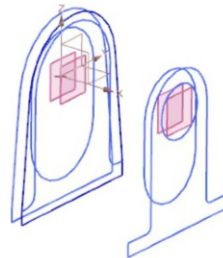
Die Operation *Kurve projizieren* erfolgt in diesem Fall nicht in einer Skizze, sondern wird direkt im Register Kurve aufgerufen.



Die Auswahl der Skizze kann im Teile-Navigator oder im Grafikbereich erfolgen. Erfolgt die Auswahl im Grafikbereich, sollte die Kurvenregel **Verbundene Kurven** verwendet werden.



Die Erstellung der Drahtgeometrie ist somit abgeschlossen. Das Ergebnis sind Skizzen und Kurven, welche die äußeren Kanten des Grundkörpers des Gehäuses beschreiben.



III. Methode I: Erzeugen des Grundkörpers aus Flächen

Im Folgenden wird aus der Drahtgeometrie mit Hilfe von Flächen ein Volumenkörper erzeugt. Dadurch soll der Umgang mit den Flächenoperationen in NX geschult werden. Die verwendeten Funktionen sind im Register *Flächen* (*Surface*) zu finden. Alternativ kann auch mit der Erzeugung des Grundkörpers aus Volumenkörpern fortgefahren werden (s. [Abschnitt IV](#)).



1. Arbeitslayer 1



2. Studio-Oberfläche (Studio Surface)

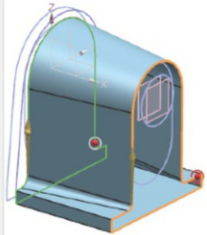
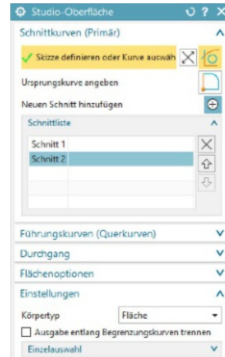
⇒ Kurven von SKETCH_001 wählen



⇒ *Neuen Schnitt hinzufügen*

⇒ Kurven von SKETCH_002 wählen

Körpertyp ⇒ **Fläche**



Enthält eine Skizze ausschließlich eine geschlossene Kontur ohne zusätzliche Elemente, kann die Skizze auch im Teile-Navigator ausgewählt werden.

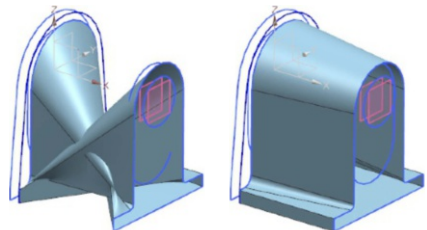
*Erfolgt die Auswahl der Kurven im Grafikbereich, muss darauf geachtet werden, dass die Kurven etwa im gleichen Bereich angeklickt werden und die Pfeile an den Kurven in die gleiche Richtung zeigen. Die Verwendung der Kurvenregel **Verbundene Kurven** vereinfacht dabei die Auswahl.*

Durch das Anklicken einer Schnittkurve im Grafikbereich wird die *Ursprungskurve* (*Origin Curve*) der Schnittkurve definiert. Der Punkt und die Orientierung der Ursprungskurve einer Schnittkurve werden zum Punkt und zur Orientierung der nächsten Schnittkurve geführt. Liegen die Punkte nicht gegenüber oder stimmen die Orientierungen nicht überein, wird die Fläche verdreht, ähnlich zur Abbildung.



In diesem Fall muss die *Ursprungskurve* manuell definiert werden oder die Skizzen der Schnittkurven müssen angepasst werden.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Skizzen die gleiche Anzahl von Elementen aufweisen und gleich aufgebaut sind. Alternativ dazu kann auch mit Führungskurven gearbeitet werden.



In NX wird dem Nutzer eine Vielzahl von Funktionen zur Flächenerzeugung bereitgestellt, welche hinsichtlich Ursprungsgeometrie, Komplexität, Randbedingungen und Ergebnis unterschieden werden können. Bei der Auswahl der geeigneten Funktion ist es neben einiger Erfahrung oft auch hilfreich, verschiedene Funktionen einfach auszuprobieren.

Die Studio-Oberfläche stellt die komplexeste, aber auch die robusteste Funktion zur Flächenerzeugung dar. Die Definition von Führungskurven ist hierbei nicht zwingend notwendig, kann jedoch für das gewünschte Ergebnis hilfreich sein.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Extrusionsfunktionen zur Flächenerzeugung hinsichtlich ihrer Komplexität aufgeführt. Die Funktionen sind im Register *Flächen (Surface)* zu finden.

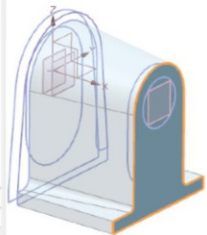
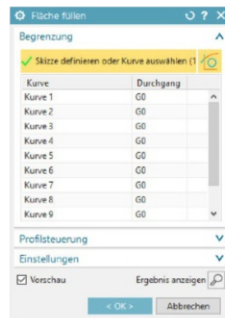
Icon	Bezeichnung	Schnittkurven	Führungskurven
	Extrudieren	1	Richtung
	Entlang Führung Extrudieren	1	1
	Abweichende Extrusion	1 + Variationen	1
	Rohr	Durchmesser	1
	Regelfläche	2	-
	Durch Kurven	≥ 2	-
	Durch Kurvennetz	≥ 2	≥ 2
	Gestaltete Extrusion	≥ 1	1 - 2
	Extrudiert	≥ 1	1 - 3
	Studio-Oberfläche	≥ 1	≥ 0



3. Fläche füllen (Fill Surface)

⇒ Kurvenregel ⇒ *Verbundene Kurven (Connected Curves)*

⇒ SKETCH_002 wählen



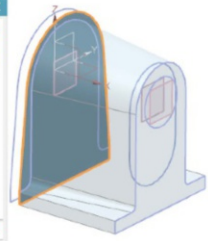
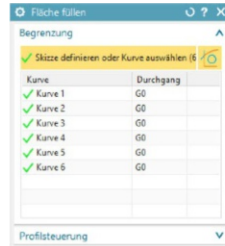
Besteht die Skizze ausschließlich aus einer geschlossenen Kontur, kann sie in diesem Schritt auch im Teile-Navigator ausgewählt werden.

Die Auswahl im Grafikbereich ist alternativ immer möglich. Hierbei sollte die Kurvenregel **Verbundene Kurven** gewählt werden.



4. Fläche füllen (Fill Surface)

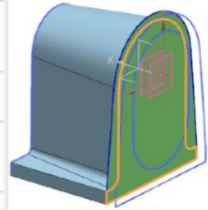
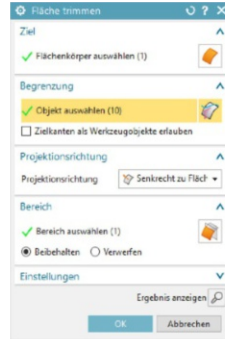
⇒ Projizierte Kurve wählen



5. Fläche trimmen (Trim Sheet)

Flächenkörper ⇒ Fläche füllen

Begrenzung ⇒ SKETCH_001



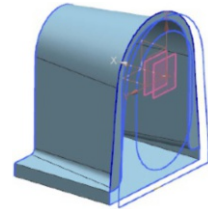
Über *Bereich auswählen* kann der Flächenbereich ausgewählt werden, welcher beibehalten bzw. verworfen werden soll.

In diesem Fall soll der äußere Bereich beibehalten werden.

⇒ Ggf. Bereichsauswahl anpassen



Mit *Ergebnis anzeigen* kann die Auswahl überprüft werden, ohne dass der Dialog beendet wird.

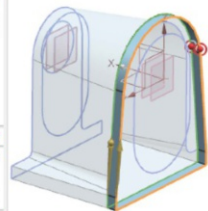
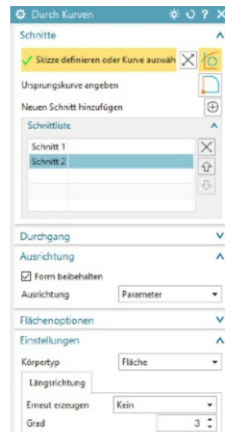


6. Durch Kurven (Through Curves)

Die Kurven sollten im Grafikbereich ausgewählt werden.

⇒ Kurvenregel ⇒ *Verbundene Kurven*

⇒ Kurven von Projizierte Kurve auswählen



⇒ *Neuen Schnitt hinzufügen*

⇒ Kurven von SKETCH_000

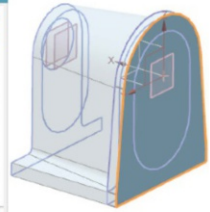
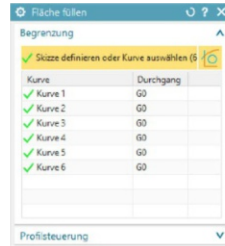
⇒ *Form beibehalten* aktivieren

Körpertyp ⇒ **Fläche**



7. Fläche füllen

⇒ SKETCH_000 wählen



8. Fläche trimmen (Trim Sheet)

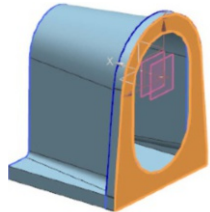
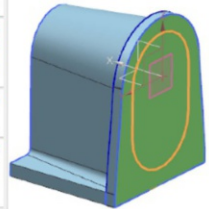
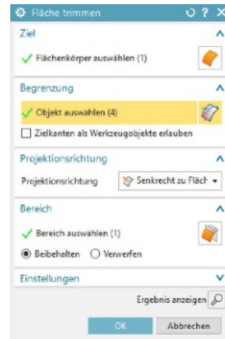
Flächenkörper ⇒ Fläche füllen

Begrenzung ⇒ SKETCH_003



⇒ *Beizubehaltenden Bereich* auswählen

Der äußere Bereich soll beibehalten werden. Dieser ist im unteren Bild orange dargestellt.



9. Regelfläche (Ruled)

Konturzug 1 ⇒ SKETCH_003

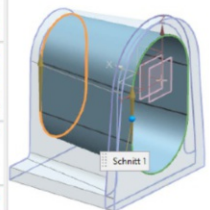
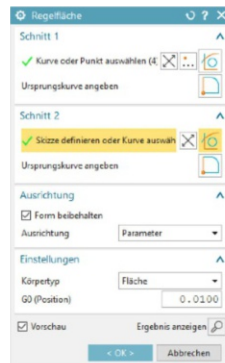
Konturzug 2 ⇒ SKETCH_004

⇒ *Form beibehalten* aktivieren

Körpertyp ⇒ **Fläche**



Das Umstellen der Ansicht auf *Drahtmodell mit abgeblendeten Kanten* (Wireframe with Dim Edges) vereinfacht die Auswahl des zweiten Konturzugs (s. Seite 11).

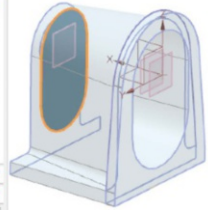
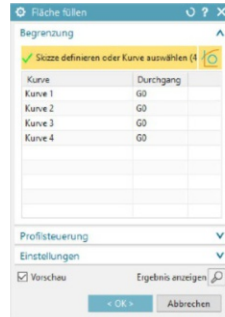


Die Regelfläche stellt die einfachste Funktion zur Flächenerzeugung zwischen zwei Kurven dar. Hierbei werden zwei Schnittkurven linear durch eine Fläche miteinander verbunden.



10. Fläche füllen

⇒ SKETCH_004 wählen

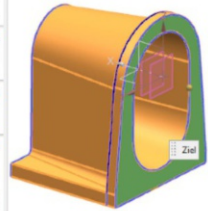
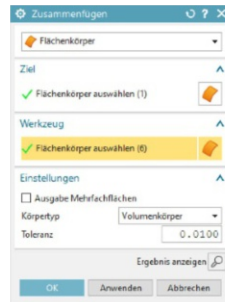


11. Zusammenfügen (Sew)

Ziel ⇒ Vordere Fläche

Werkzeug ⇒ Restliche Flächen

Körpertyp ⇒ **Volumenkörper**



Sind alle Flächen lückenlos miteinander verbunden, entsteht durch das Zusammenfügen ein Volumenkörper. Sind die Flächen nicht lückenlos verbunden, entsteht lediglich ein Verbund aus Flächen (s. rechte Abbildung).

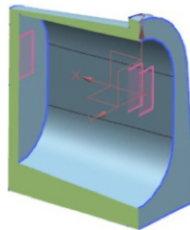


Strg+H

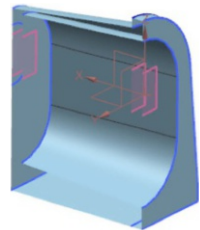
12. Schnitt bearbeiten

Die Erzeugung eines Volumenkörpers kann schnell mit einem Schnitt überprüft werden.

Wurde kein Volumenkörper erzeugt, wird zur Fehleranalyse die Geometrie überprüft.



Richtig, Volumenkörper



Falsch, Flächenkörper



13. Geometrie prüfen (Examine Geometry)

⇒ Register Analyse ⇒ Weitere

⇒ Geometrie prüfen

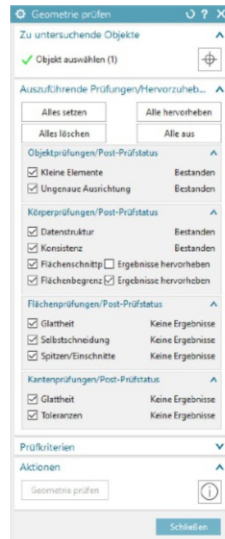
⇒ **Zusammenfügen** im Teile-Navigator auswählen

⇒ Alles setzen

⇒ Geometrie prüfen

⇒ Ergebnisse hervorheben

Die rot hervorgehobenen Kanten in der Ergebnisdarstellung zeigen an, wo die Flächen nicht lückenlos miteinander verbunden sind.



F5

14. Ansicht aktualisieren (Refresh)

Somit werden die Ergebnisse der Analyse wieder gelöscht.



Wird durch das Zusammenfügen verbundener Flächen kein geschlossener Volumenkörper erzeugt, liegt dies oft daran, dass die Flächen nicht exakt miteinander verbunden sind. Zur Fehlerbehebung können folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

1. Bei allen Funktionen zur Flächenerzeugung sollte stets die Option **Form beibehalten** aktiviert sein. Somit werden Ecken in der Kontur beibehalten, indem ein Toleranzwert von 0,0 erzwungen wird. Andernfalls wird der in den Einstellungen angegebene Toleranzwert für G0 (Position) verwendet.
2. Wurde zur Flächenerzeugung **Regelfläche** oder **Durch Kurven** verwendet, sollte die Fläche noch einmal als **Studio-Oberfläche** erzeugt werden. Die Studio-Oberfläche behält automatisch die Form bei.
3. Führt keine der beiden Maßnahmen zu einer Verbesserung, kann auch die **Toleranz** beim Zusammenfügen vergrößert werden. Diese Maßnahme sollte jedoch nur in Ausnahmefällen Anwendung finden.

Nachdem eine Maßnahme zur Fehlerbehebung umgesetzt wurde, z. B. die Aktivierung der Option **Form beibehalten** bei einer Flächenoperation, wird dies automatisch erkannt und es erscheint eine Information, dass durch das Zusammenfügen nun ein Volumenkörper erstellt wurde.

15. Modell reparieren

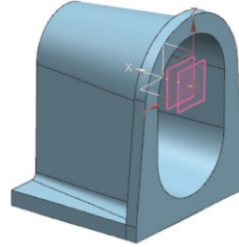
Konnte bisher kein Volumenkörper erzeugt werden, ist das Modell anhand der aufgeführten Maßnahmen zur Fehlerbehebung selbstständig zu überprüfen und zu reparieren.



16. Speichern

Die Erstellung des Grundkörpers ist hiermit abgeschlossen.

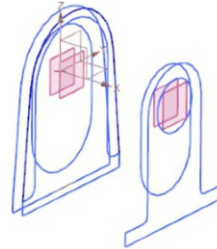
Im folgenden Abschnitt wird als Alternative zur Flächenmodellierung eine Methode zur Erstellung des gleichen Grundkörpers mit Volumenoperationen aufgezeigt.



IV. Methode II: Erzeugen des Grundkörpers aus Volumenkörpern

In diesem Abschnitt wird eine alternative Methode zur Erzeugung des Grundkörpers beschrieben.

Da die verwendeten Skizzen und Kurven geschlossene Konturen darstellen, können aus ihnen auch direkt Volumenkörper erzeugt werden.



Analog zur Methode I kommen verschiedene Funktionen zur Erzeugung der Volumenkörper zum Einsatz. Die Ausgangsbasis bildet das Drahtmodell. Die verwendeten Funktionen sind im Register *Flächen* und auf der *Startseite* zu finden.



1. Speichern unter

Das erzeugte Flächenmodell wird unter einem neuen Namen gespeichert, um beide Modelle zu behalten.

Dateiname $\Rightarrow$ **Gehaeuse_Antriebsseite_Volumen**



2. Löschen aller Flächen

$\Rightarrow$ RMT $\Rightarrow$ *Löschen*

Entf

Es werden alle erstellten Flächen des Grundkörpers gelöscht. Die verlinkte Fläche des Flansches wird nicht gelöscht.

1 3. Arbeitslayer 1



4. Durch Kurven

⇒ Kurvenregel ⇒ *Verbundene Kurven*

⇒ Kurven von SKETCH_001 wählen

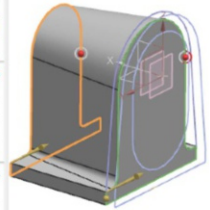
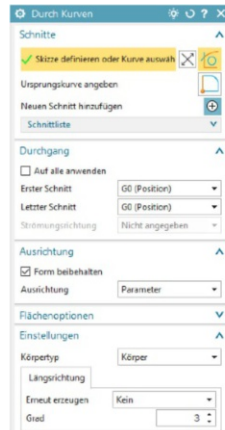


⇒ *Neuen Schnitt hinzufügen*

⇒ Kurven von SKETCH_002 wählen

⇒ *Form beibehalten* aktivieren

Körpertyp ⇒ **Körper**



5. Regelfläche

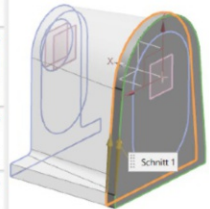
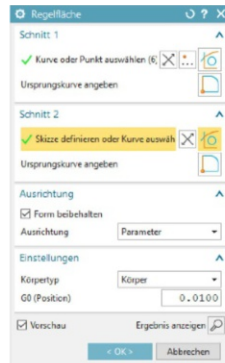
⇒ Kurvenregel ⇒ *Verbundene Kurven*

Konturzug 1 ⇒ SKETCH_000

Konturzug 2 ⇒ Projizierte Kurve

⇒ *Form beibehalten* aktivieren

Körpertyp ⇒ **Körper**



6. Vereinigen

⇒ Durch Kurven und Regelfläche wählen



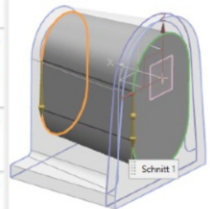
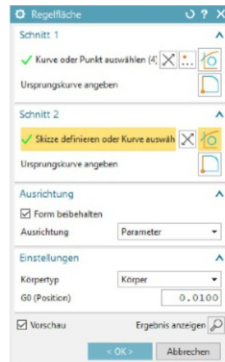
7. Regelfläche

Konturzug 1 ⇒ SKETCH_003

Konturzug 2 ⇒ SKETCH_004

⇒ *Form beibehalten* aktivieren

Körpertyp ⇒ **Körper**



Das Umstellen der Ansicht auf *Drahtmodell mit abgeblendeten Kanten* erleichtert hier die Auswahl der innen liegenden Kurven. Alternativ kann auch das *statische Drahtmodell* verwendet werden.

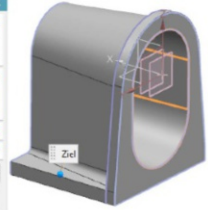
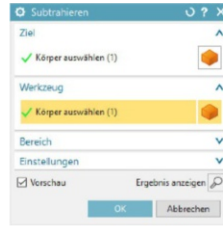


8. Subtrahieren

Ziel $\Rightarrow$ Vereinigter Körper

Werkzeug $\Rightarrow$ Innerer Körper

Die Erstellung des Grundkörpers ist somit abgeschlossen. Das Ergebnis ist der gleiche Körper wie nach der Modellierung mit Flächen (Methode I).



V. Erzeugen des Flansch- und Bodenbereichs

Die folgenden Schritte bis zur Fertigstellung des Gehäuses können mit dem Grundkörper aus Methode I oder aus Methode II durchgeführt werden.



1. Layer 82 einblenden

Strg+L



2. Extrudieren

$\Rightarrow$ Kurvenregel $\Rightarrow$ *Verbundene Kurven*

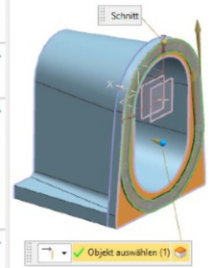
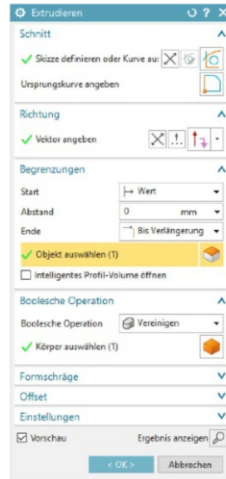
$\Rightarrow$ Kanten der abgeleiteten Fläche auswählen (ohne Bohrungen)

Richtung $\Rightarrow$ **positive X-Achse**

Ende $\Rightarrow$ **Bis Verlängerung**

$\Rightarrow$ Vordere Fläche des Grundkörper wählen (orange)

Boolesche Op. $\Rightarrow$ **Vereinigen**



*Durch die Auswahl von **Bis Verlängerung** wird die Extrusion bis zur gewählten Fläche und deren Verlängerung durchgeführt.*



3. Extrudieren

$\Rightarrow$ SKETCH_005 auswählen

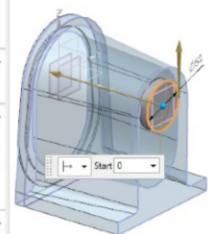
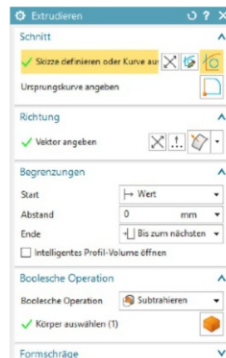
Richtung $\Rightarrow$ **negative X-Achse**



$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren

Ende $\Rightarrow$ **Bis zum nächsten**

Boolesche Op. $\Rightarrow$ **Subtrahieren**



22 4. Arbeitslayer 22



5. Layer 1, 21 und 82 ausblenden

Strg+L

Somit sind die Ebenen bei der Erstellung der Skizzen einfacher auszuwählen.



6. Skizze

⇒ **XY-Ebene**



⇒ *Profil* aus vier Linien

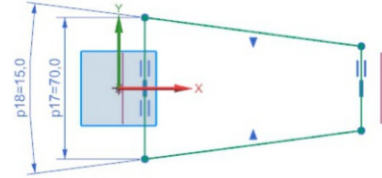


Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Kollinear*

⇒ Die vertikalen Linien zu den beiden inneren Ebenen



7. Skizze

⇒ **XZ-Ebene**



⇒ *Profil* aus vier Linien

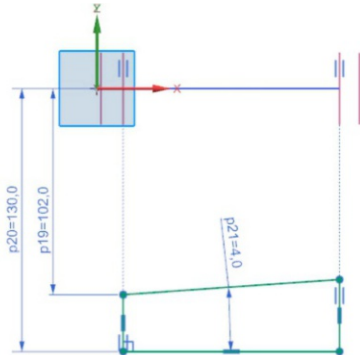


Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ *Kollinear*

⇒ Die vertikalen Linien zu den beiden inneren Ebenen



2 8. Arbeitslayer 2



9. Extrudieren

⇒ SKETCH_006 auswählen

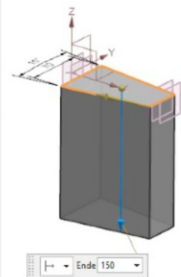
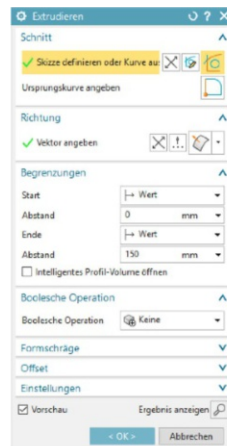
Richtung ⇒ **negative Z-Achse**



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **150**

Boolesche Op. ⇒ **Keine**





10. Extrudieren

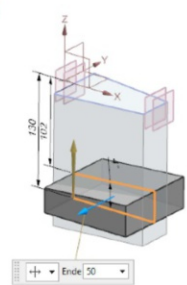
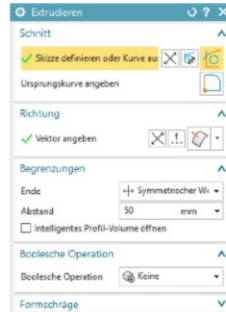
⇒ SKETCH_007 auswählen

Richtung ⇒ **negative Y-Achse**

Ende ⇒ **Symmetrischer Wert**

Abstand ⇒ **50**

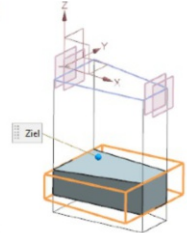
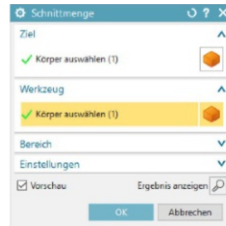
Boolesche Op. ⇒ **Keine**



11. Schnittmenge (Intersect)

⇒ Beide Körper wählen

Die Reihenfolge von Ziel und Werkzeug spielt an dieser Stelle keine Rolle.



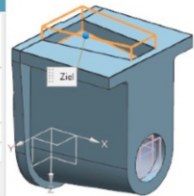
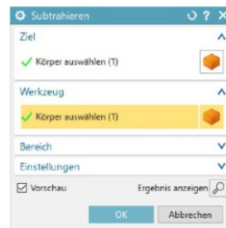
12. Arbeitslayer 1



13. Subtrahieren

Ziel ⇒ **Grundkörper**

Werkzeug ⇒ **Schnittkörper**



Durch das Subtrahieren wird der Schnittkörper auf den Layer 1 verschoben, da dort der Grundkörper als Ziel lokalisiert ist.

VI. Erzeugen der Standfüße

Der erste Standfuß mit der darin enthaltenen Bohrung wird zunächst über eine Ebene und eine extrudierte Skizze erzeugt. Anschließend werden der Standfuß und die Bohrung gemustert.



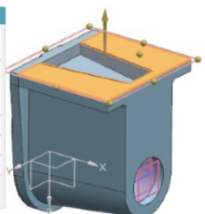
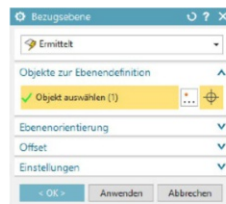
1. Arbeitslayer 61



2. Bezugsebene

Typ ⇒ **Ermittelt**

⇒ Unterseite des Gehäuses wählen



Die Ebenendarstellung kann über die Kugeln vergrößert werden.

22 3. Arbeitslayer 22



4. Skizze

⇒ **Erzeuge Bezugsebene**



Neu zuordnen (Reattach)

Nach dem Anlegen der Skizze wird zunächst die Ausrichtung angepasst.



Skizzenebene ⇒ *Richtung umkehren*

Skizzenorientierung ⇒ X-Achse auswählen

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



Shift
+F8

Zur Anpassung der Skizzenorientierung ist es sinnvoll, die Ansicht zu drehen. Über *An Skizze ausrichten* wird die Ansicht anschließend wieder senkrecht zur Skizze gedreht.



Schnittkurve

Als Referenz für die Skizzengeometrie wird die Schnittkurve der angrenzenden Fläche zur Skizzenebene gebildet.

Flächenregel ⇒ *Einzelfläche*

⇒ Seitenfläche wählen



Auch hier ist es sinnvoll, die Ansicht zu drehen.



In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Schnittkurve wählen

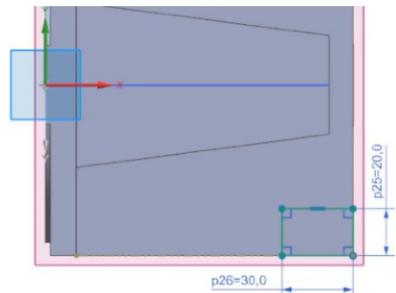
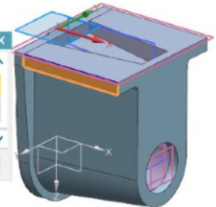
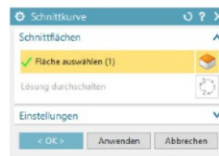
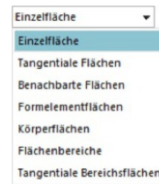
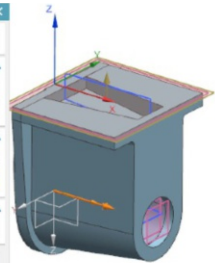
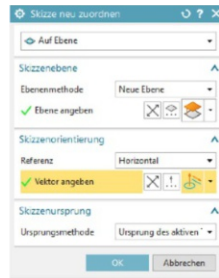


⇒ Selbstständiges Erzeugen des abgebildeten *Rechtecks*

Zur Positionierung des Rechtecks eignet sich der Endpunkt der Referenzlinie.



Skizze beenden



1 5. Arbeitslayer 1



6. Extrudieren

⇒ SKETCH_008 auswählen

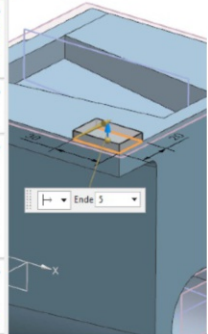
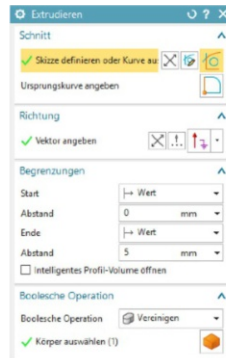
Richtung ⇒ **negative Z-Achse**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **5**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**



7. Bohrung

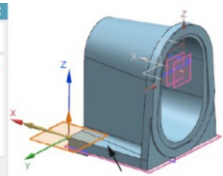
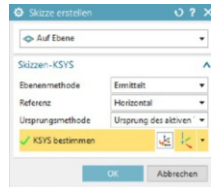


Skizzenschnitt

Der Dialog zur Skizzenerstellung wird aus dem Bohrungsdialog heraus gestartet.

⇒ Obere Eckfläche des Grundkörpers wählen (s. Pfeil)

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



⇒ Ggf. Neu zuordnen

Wird der Ursprungspunkt der Skizze nicht wie gewünscht übernommen, muss dieser im Nachhinein über *Neu zuordnen* angepasst werden.

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



Skizzenhervorhebung

Somit werden die Elemente außerhalb der Skizze abgeblendet.



⇒ Erzeugen eines Punktes für die Bohrung



Geometrische Zwangsbedingungen

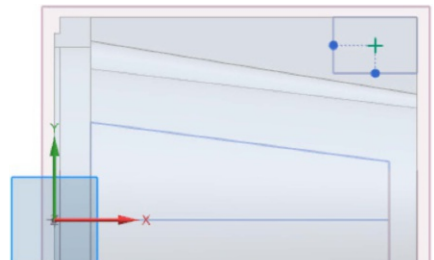


⇒ *Mittelpunkt (Midpoint)*

⇒ Bohrungspunkt zu einer horizontalen und zu einer vertikalen Linie des Rechtecks der Skizze des Standfußes



Skizze beenden





8. Bohrung

Typ $\Rightarrow$ **Allgemeine Bohrung**

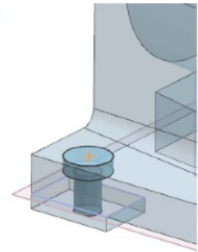
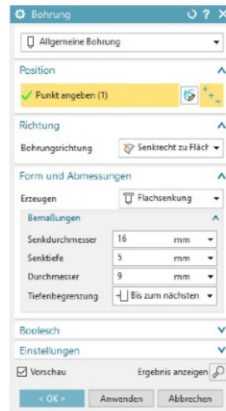
Erzeugen $\Rightarrow$ **Flachsenkung**

Senkdurchmesser $\Rightarrow$ **16**

Senktiefe $\Rightarrow$ **5**

Durchmesser $\Rightarrow$ **9**

Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Bis zum nächsten**



9. Formelement mustern

$\Rightarrow$ Extrudieren und Flachgesenkte
Bohrung wählen

Layout $\Rightarrow$ **Linear**

Richtung 1 $\Rightarrow$ **negative X-Achse**



$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren

Abstand $\Rightarrow$ **Anzahl und Steigung**
(Count and Pitch)

Anzahl $\Rightarrow$ **2**

Steigungsabstand $\Rightarrow$ **90**

Richtung 2 $\Rightarrow$ **negative Y-Achse**

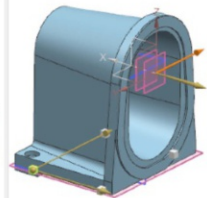
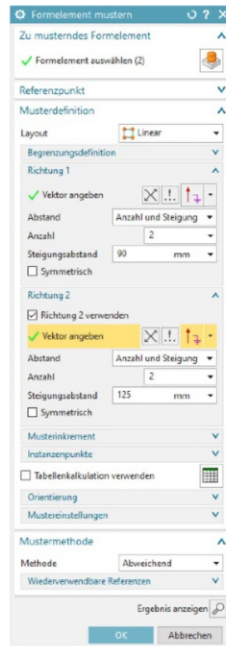


$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren

Abstand $\Rightarrow$ **Anzahl und Steigung**

Anzahl $\Rightarrow$ **2**

Steigungsabstand $\Rightarrow$ **125**



10. Layer 22 ausblenden

Strg+L

VII. Erzeugen der Lagersitze



1. Schnitz aktivieren

Die Schnittansicht vereinfacht die Erstellung der Lagersitze



2. Extrudieren

⇒ Vordere Kreiskante auswählen

Richtung ⇒ **positive X-Achse**



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Start ⇒ **Wert** ⇒ **-1.5**

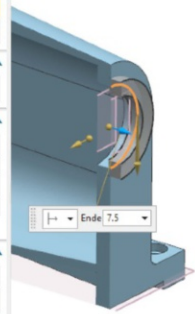
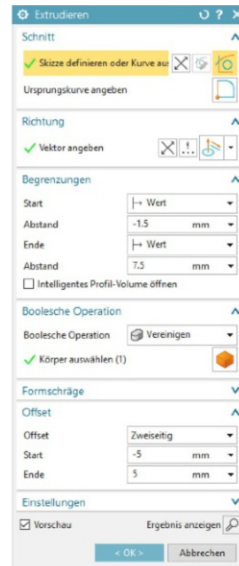
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **7.5**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ **-5**

Ende ⇒ **5**



3. Extrudieren

⇒ Innere Kreiskante auswählen

Richtung ⇒ **positive X-Achse**



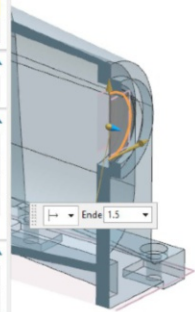
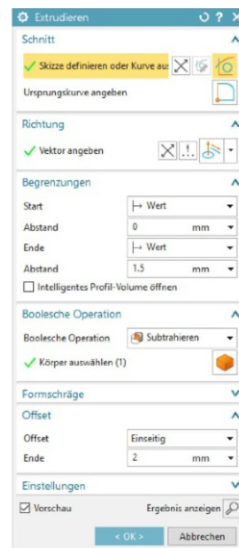
⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **1.5**

Boolesche Op. ⇒ **Subtrahieren**

Offset ⇒ **Einseitig**

Ende ⇒ **2**





4. Extrudieren

⇒ Hintere Kreiskante auswählen

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

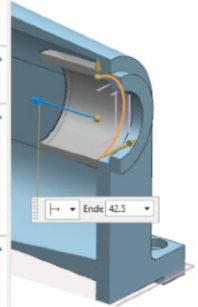
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **42.5**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ **0**

Ende ⇒ **5**



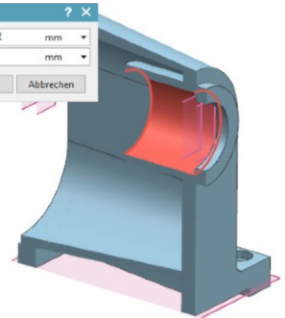
5. Einstich (Groove)

⇒ *Rechteckig (Rectangular)*

⇒ Mantelfläche der Bohrung wählen

Einstichdurchmesser ⇒ **54.2**

Breite ⇒ **2**

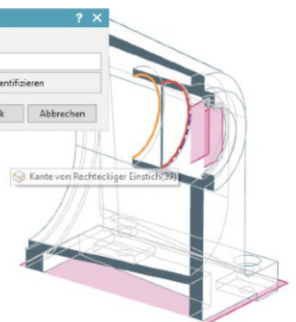
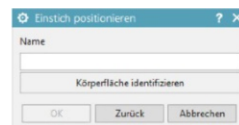


Einstich positionieren

⇒ Hintere innere Kreiskante der Extrusion wählen (orange)

⇒ Hintere Kreiskante der Nut wählen (rot)

Wert ⇒ **34**



Das Umstellen der Ansicht auf *Drahtmodell mit abgeblendeten Kanten* vereinfacht die Auswahl der Kreiskante der Nut.



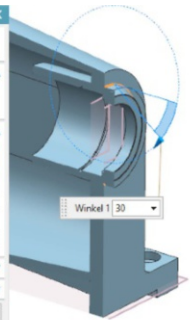
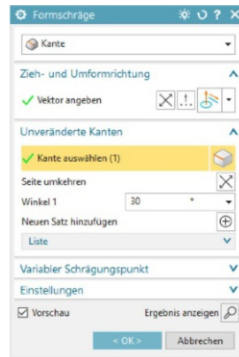
6. Formschräge (Draft)

Typ $\Rightarrow$ **Kante**

Vektor $\Rightarrow$ **positive X-Achse**

Unveränderte Kanten $\Rightarrow$ **hintere äußere Kreiskante des Absatzes**

Winkel 1 $\Rightarrow$ **30**



23

7. Arbeitslayer 23



8. Skizze

$\Rightarrow$ **Bezugsebene (4) "120mm"**



$\Rightarrow$ Ggf. Neu zuordnen



$\Rightarrow$ Erzeugen eines Kreises

Durchmesser $\Rightarrow$ **42**

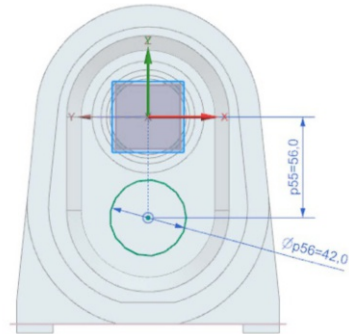


Geometrische Zwangsbedingungen



$\Rightarrow$ *Punkt auf Kurve*

$\Rightarrow$ Kreismittelpunkt zur vertikalen Skizzenachse



1

9. Arbeitslayer 1



10. Extrudieren

$\Rightarrow$ Sketch_009 auswählen

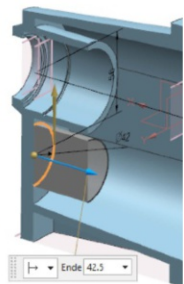
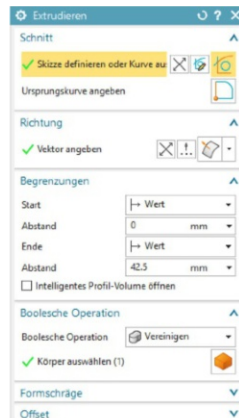
Richtung $\Rightarrow$ **negative X-Achse**

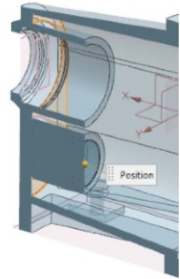
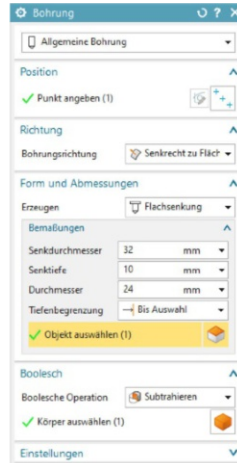


$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren

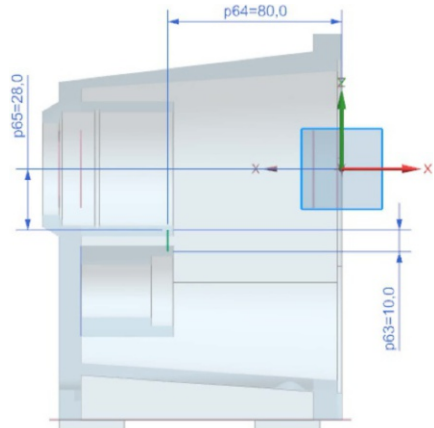
Ende $\Rightarrow$ **Wert $\Rightarrow$ 42.5**

Boolesche Op. $\Rightarrow$ **Vereinigen**

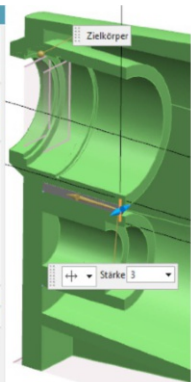
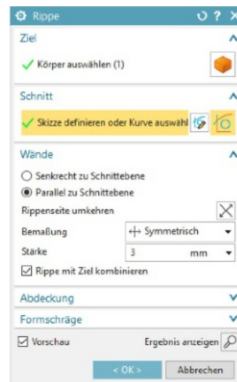


11. *Bohrung*Typ $\Rightarrow$ **Allgemeine Bohrung**Fangpunkt $\Rightarrow$ *Bogenmittelpunkt* $\Rightarrow$ Mittelpunkt der Kreiskante wählenErzeugen $\Rightarrow$ **Flachsbohrung**Senkdurchmesser $\Rightarrow$ **32**Senktiefe $\Rightarrow$ **10**Durchmesser $\Rightarrow$ **24**Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Bis Auswahl** $\Rightarrow$ Innere Stirnfläche wählen

23 ▾

12. *Arbeitslayer 23*13. *Skizze* $\Rightarrow$ **XZ-Ebene** $\Rightarrow$ Ggf. *Neu zuordnen* $\Rightarrow$ Erzeugen einer vertikalen *Linie* $\Rightarrow$ Länge $\Rightarrow$ **10**

1 ▾

14. *Arbeitslayer 1*15. *Rippe (Rib)* $\Rightarrow$ Skizze auswählen $\Rightarrow$ *Parallel zu Schnittebene*Bemaßung $\Rightarrow$ **Symmetrisch**Stärke $\Rightarrow$ **3** $\Rightarrow$ *Rippe mit Ziel kombinieren* aktivieren



16. Kantenverrundung

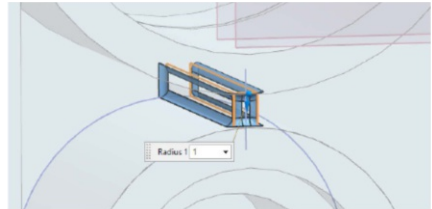
⇒ Kurvenregel ⇒ *Obere Rippen-Flächen-Kanten*

(*Rib Top Face Edges*)

⇒ Die drei Flächen der Rippe auswählen

Die vorderen Kanten müssen ggf. noch als *Einzelne Kurven* ausgewählt werden.

Radius 1 ⇒ 1



Durch die Auswahl der Kanten über die Kurvenregel **Obere Rippen-Flächen-Kanten** werden die an die Rippe angrenzenden Verrundungen ohne manuelle Anpassungen bei der folgenden Musteroperation verarbeitet.



17. Formelement mustern

⇒ Auswahl der folgenden Formelemente im Teile-Navigator:
(Strg-Taste gedrückt halten)

- Skizze
- Rippe
- Kantenverrundung

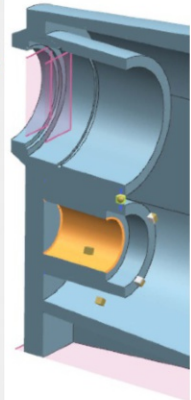
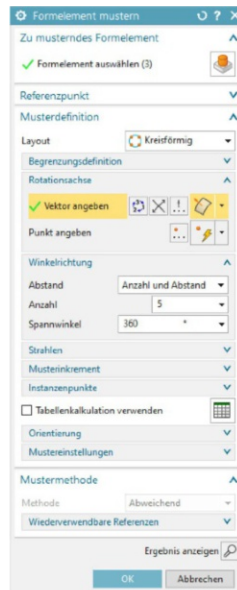
Layout ⇒ **Kreisförmig**

Vektor ⇒ **Mantelfläche der Bohrung**

Abstand ⇒ **Anzahl und Abstand**

Anzahl ⇒ 5

Spannwinkel ⇒ 360

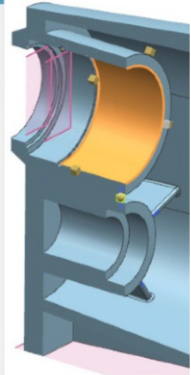
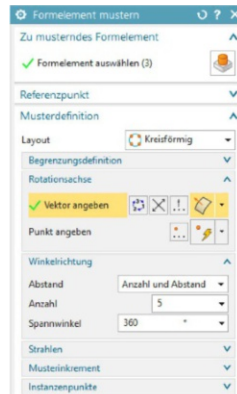


Wird bei der Auswahl eines Vektors eine zylindrische oder konische Mantelfläche gewählt, selektiert das System automatisch die Achse der Mantelfläche als Vektor.

18. *Formelement mustern*

⇒ Erzeugen eines weiteren Musters mit den gleichen Formelementen und mit den gleichen Einstellungen wie das vorige Muster

Vektor ⇒ **Mantelfläche der oberen Extrusion**



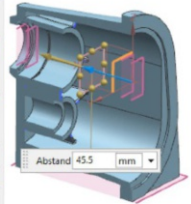
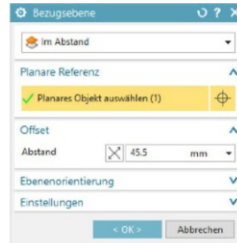
61 ▾

19. *Arbeitslayer 61*20. *Bezugsebene*

Typ ⇒ **Im Abstand**

⇒ **YZ-Ebene**

Abstand ⇒ **45.5** in pos. X-Richtung



23 ▾

21. *Arbeitslayer 23*22. *Skizze*

⇒ **Erzeugte Bezugsebene**



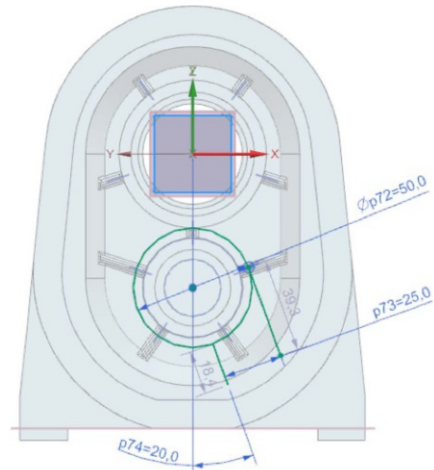
⇒ Ggf. *Neu zuordnen*



⇒ Erzeugen eines *Kreises*, *konzentrisch* zum unteren Lagersitz



⇒ Erzeugen von zwei *parallelen Linien*, die äußere Linie verläuft *tangential* zum Kreis



Aus den Linien wird eine weitere Rippe erzeugt. Daher muss die Länge der Linien nicht explizit festgelegt werden und die Skizze muss nicht zwangsläufig vollständig bestimmt sein.

1 ▾ 23. Arbeitslayer 1



24. Rippe

⇒ Kurvenregel ⇒ Einzelne Kurve



⇒ *Anhalten bei Schnittpunkt*
(Stop at Intersection)

⇒ Beide Linien und das untere Kreissegment auswählen

⇒ Parallel zu Schnittebene

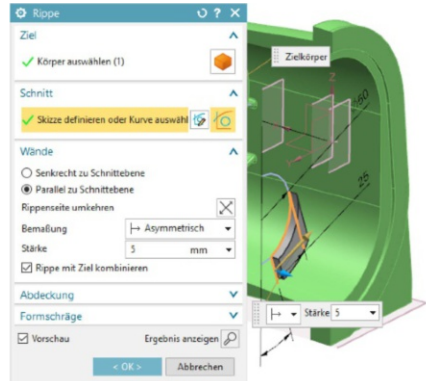
Bemaßung ⇒ **Asymmetrisch**

Stärke ⇒ **5**

⇒ Rippe mit Ziel kombinieren



⇒ Ggf. Richtung umkehren



Über die Kurvenregel und die Funktion **Anhalten bei Schnittpunkt** können auch einzelne Segmente einer Kurve ausgewählt werden. Somit muss bspw. zur Erstellung einer Extrusion nicht zwangsläufig die gesamte Skizze verwendet werden. Bei der Erstellung von Skizzen sollte jedoch stets berücksichtigt werden, dass die daraus erstellten Formelemente eindeutig erkennbar sind.



25. Extrudieren

⇒ Kreis der Skizze wählen

Richtung ⇒ **negative X-Achse**



⇒ Ggf. Richtung umkehren

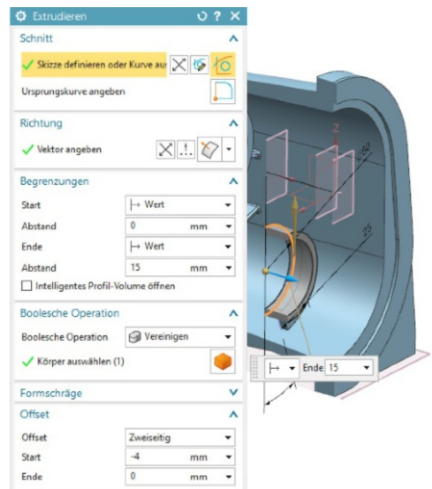
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **15**

Boolesche Op. ⇒ **Vereinigen**

Offset ⇒ **Zweiseitig**

Start ⇒ **-4**

Ende ⇒ **0**



26. *Formelement spiegeln*

⇒ Rippe auswählen

Ebene ⇒ **XZ-Ebene**27. *Ausblenden von Layer 23*

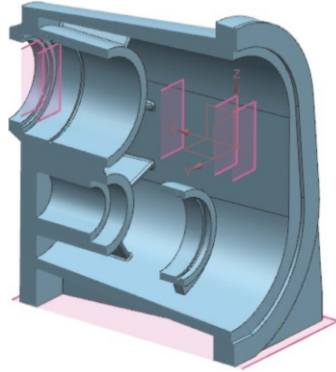
Strg+L

28. *Einstich*⇒ *Rechteckig*

⇒ Innere Mantelfläche der Extrusion wählen

Einstichdurchmesser ⇒ **44.5**Breite ⇒ **1.8***Einstich positionieren*

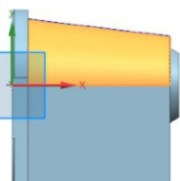
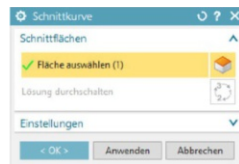
⇒ Vordere innere Kreiskante der Extrusion zur vorderen Kreiskante der Nut

Wert ⇒ **3.2**

VIII. Erzeugen der äußeren Rippen

1. *Arbeitslayer 24*2. *Skizze*⇒ **XZ-Ebene**⇒ Ggf. *Neu zuordnen**Schnittkurve*

⇒ Obere Mantelfläche des Grundkörpers wählen



Da die Schnittkurve in diesem Fall nur eine Lösung generiert, entfällt das Durchschalten der Lösungen.

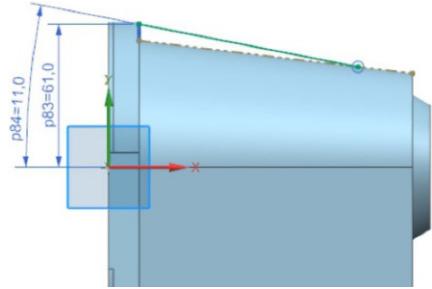


In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Schnittkurve wählen



⇒ Erzeugen der *Linie* mit Zwangsbedingungen und Maßen (analog zu den Rippen des Gehäuses der Antriebsseite)



3. Arbeitslayer 1



4. Rippe

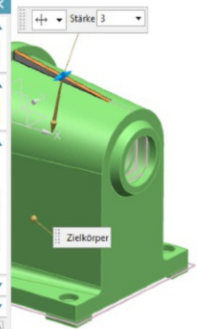
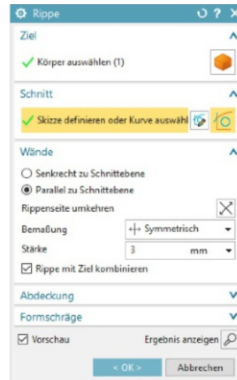
⇒ Linie der Skizze auswählen

⇒ *Parallel zu Schnittebene*

Bemaßung ⇒ **Symmetrisch**

Stärke ⇒ **3**

⇒ *Rippe mit Ziel kombinieren*



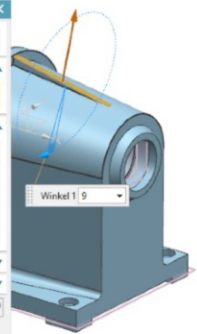
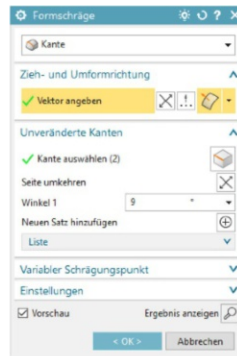
5. Formschräge

Typ ⇒ **Kante**

Vektor ⇒ **obere Fläche der Rippe**

Unveränderte Kanten ⇒ **obere Kanten der Rippe**

Winkel 1 ⇒ **9**



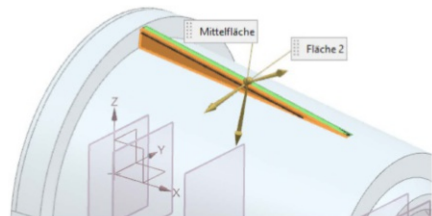
6. Flächenverrundung

Typ ⇒ **Dreiseitig**

Fläche 1 ⇒ **vordere Seitenfläche**

Fläche 2 ⇒ **hintere Seitenfläche**

Mittelfläche ⇒ **obere Fläche**



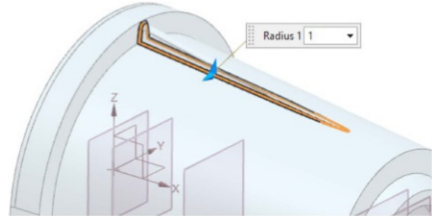


7. Kantenverrundung

Radius 1 $\Rightarrow$ 1

$\Rightarrow$ Kurvenregel $\Rightarrow$ *Obere Rippen-Flächen-Kanten*

$\Rightarrow$ Die drei Flächen der Rippe auswählen



8. Formelement mustern

$\Rightarrow$ Auswahl:

- Skizze
- Rippe
- Formschräge
- Flächenverrundung
- Kantenverrundung

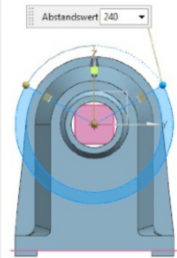
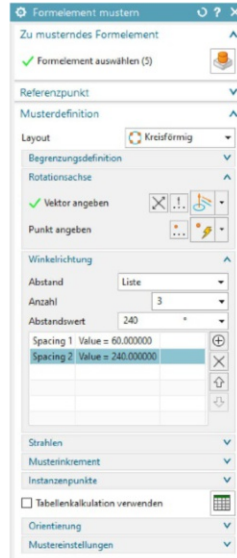
Layout $\Rightarrow$ **Kreisförmig**

Vektor $\Rightarrow$ **X-Achse**

Abstand $\Rightarrow$ **Liste**

Anzahl $\Rightarrow$ **3**

Abstandswert $\Rightarrow$ **60**



$\Rightarrow$ *Neuen Satz hinzufügen*

Abstandswert $\Rightarrow$ **240**

61

9. Arbeitslayer 61

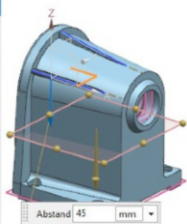
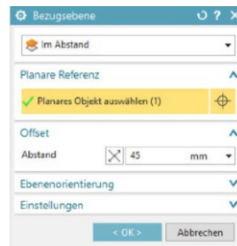


10. Bezugsebene

Typ $\Rightarrow$ **Im Abstand**

$\Rightarrow$ **XY-Ebene**

Abstand $\Rightarrow$ **45** in neg. Z-Richtung



$\Rightarrow$ *Ggf. Richtung umkehren*

24

11. Arbeitslayer 24



12. Skizze

$\Rightarrow$ **Erzeugte Bezugsebene**

Ursprungsmethode $\Rightarrow$ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



$\Rightarrow$ *Ggf. Neu zuordnen*



Schnittkurve

⇒ Eine Seitenfläche des Grundkörpers wählen



In/Aus Referenz konvertieren

⇒ Schnittkurve wählen



⇒ Selbstständiges Erzeugen der Linie mit Zwangsbedingungen und Maßen (analog zur vorigen Rippe)



13. Arbeitslayer 1



14. Rippe

⇒ Linie der Skizze auswählen

⇒ Parallel zu Schnittebene

Bemaßung ⇒ **Symmetrisch**

Stärke ⇒ **3**



15. Formschräge

Typ ⇒ **Kante**

Vektor ⇒ **obere Fläche der Rippe**

Unveränderte Kanten ⇒ **Kanten der Rippe**

Winkel 1 ⇒ **9**



16. Flächenverrundung

Typ ⇒ **Dreiseitig**

Fläche 1 ⇒ **vordere Seitenfläche**

Fläche 2 ⇒ **hintere Seitenfläche**

Mittelfläche ⇒ **obere Fläche**

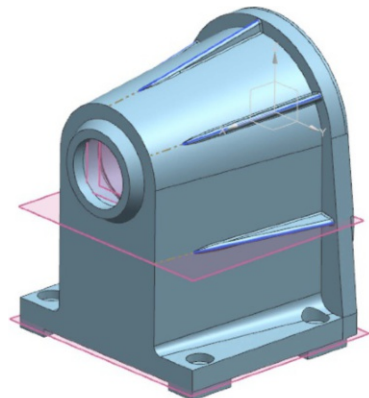
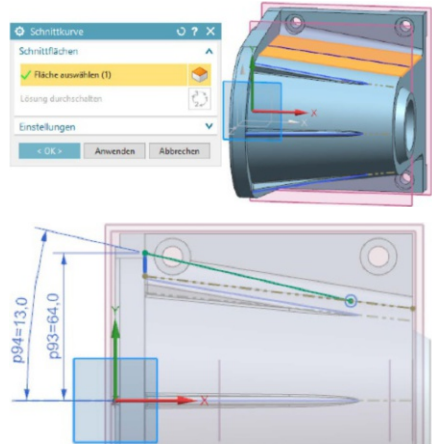


17. Kantenverrundung

Radius 1 ⇒ **1**

⇒ Kurvenregel ⇒ **Obere Rippen-Flächen-Kanten**

⇒ Die drei Flächen der Rippe auswählen





18. *Formelement spiegeln*

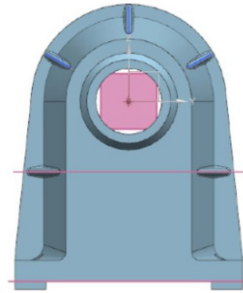
⇒ Rippe und dazugehörige Formelemente auswählen (inkl. Skizze)

Ebene ⇒ **XZ-Ebene**



19. *Ausblenden von Layer 24*

Strg+L



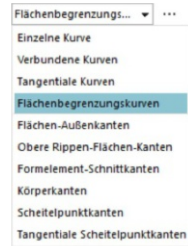
IX. Erzeugen der Verrundungen



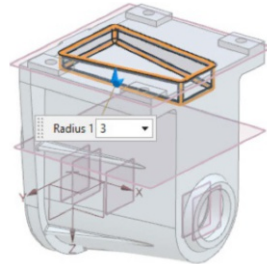
1. *Kantenverrundung*

⇒ Kurvenregel ⇒ *Flächenbegrenzungskurven*

⇒ Auswahl der fünf Flächen der Tasche am Boden



Radius 1 ⇒ **3**



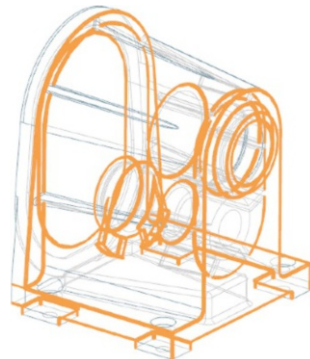
2. *Kantenverrundung*

⇒ Selbstständiges Erzeugen der restlichen Verrundungen

Radius 1 ⇒ **1**



Das Erzeugen von Verrundungen verläuft in NX nicht immer stabil. Daher ist es häufig hilfreich, nicht alle Verrundungen auf einmal zu erzeugen, sondern schrittweise und kategorisch vorzugehen, z. B. zuerst der Fußbereich, dann die Außenkanten usw.



X. Erzeugen der Bohrungen am Flansch



1. *Einblenden von Layer 82*

Strg+L

Somit wird die zu Beginn extrahierte Fläche angezeigt.

25 ▾

2. *Arbeitslayer 25*



3. *Skizze*

⇒ **YZ-Ebene**

In dieser Skizze werden Punkte anhand der Mittelpunkte der Bohrungen der extrahierten Fläche erzeugt.



Punkt



Fangpunkt ⇒ Nur *Bogenmittelpunkt*

Mit aktiviertem Fangpunkt *Bogenmittelpunkt* werden *Punkte* in den Bohrungsmittelpunkten platziert.



Skizze beenden



4. *Skizze*

⇒ **Bezugsebene (3) "13mm"**

Ursprungsmethode ⇒ **Ursprung des aktiven Teils verwenden**



⇒ Ggf. *Neu zuordnen*



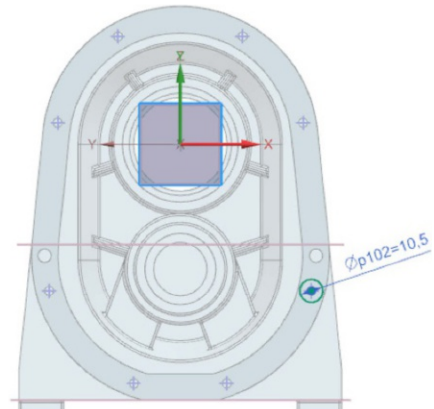
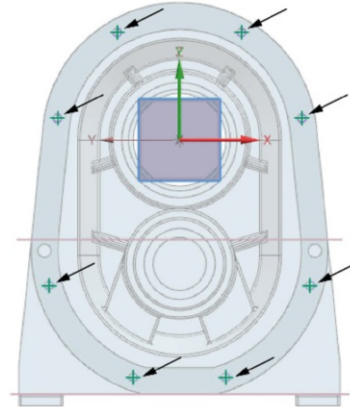
⇒ Erzeugen eines *Kreises*



⇒ Kreismittelpunkt *zusammenfallend* mit einem Punkt aus der vorigen Skizze



Skizze beenden



1 5. Arbeitslayer 1



6. Extrudieren

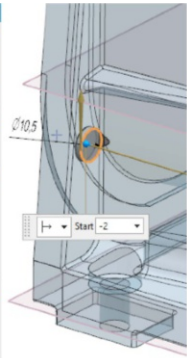
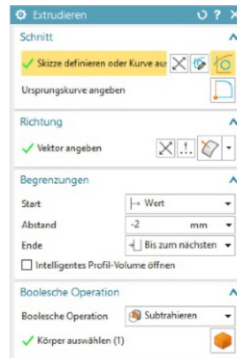
⇒ Erzeugten Kreis wählen

Richtung ⇒ **positive X-Achse**

Start ⇒ **Wert** ⇒ **-2**

Ende ⇒ **Bis zum nächsten**

Boolesche Op. ⇒ **Subtrahieren**



7. Bohrung

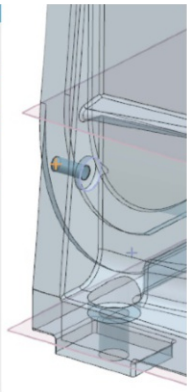
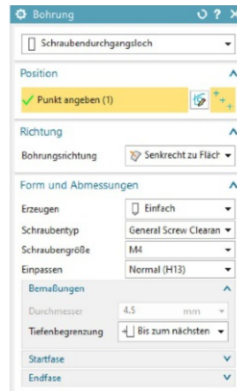
Typ ⇒ **Schraubendurchgangsloch**

⇒ Punkt der Skizze wählen

Schraubengröße ⇒ **M4**

Einpassung ⇒ **Normal (H13)**

Tiefenbegrenzung ⇒ **Bis zum nächsten**



8. Formelement mustern

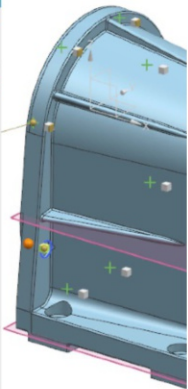
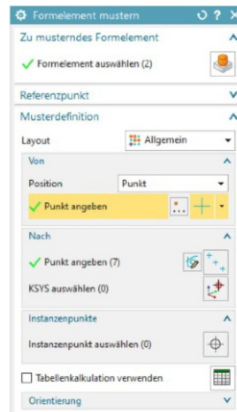
⇒ Auswahl von:

- Extrudieren
- Einfache Schraubenbohrung

Layout ⇒ **Allgemein**

Von Position ⇒ Punkt der Skizze wählen, an dem die Extrusion und die Bohrung erzeugt wurden

Nach ⇒ restliche Punkte der Skizze wählen



9. Ausblenden von Layer 25 und 61

Strg+L



10. Bohrung

Typ $\Rightarrow$ **Allgemeine Bohrung**



Fangpunkt $\Rightarrow$ **Bogenmittelpunkt**

$\Rightarrow$ Beide Mittelpunkte der Zentrierbohrungen der extrahierten Fläche wählen

Tiefenbegrenzung $\Rightarrow$ **Bis zum nächsten**



Durchmesser $\Rightarrow$ *Messen (Measure)*

Zu messendes Objekt $\Rightarrow$ **Objekt**

$\Rightarrow$ Kreiskante der Bohrung der extrahierten Fläche wählen



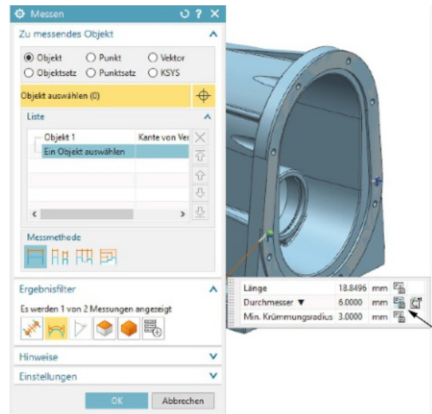
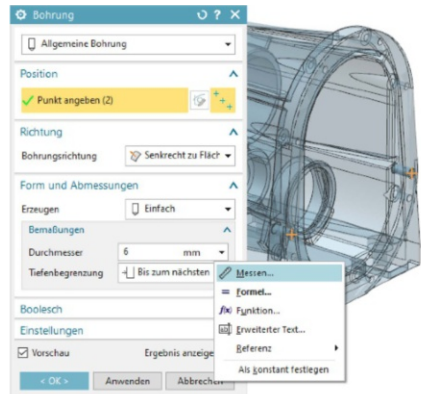
$\Rightarrow$ *Kurve/Kante* aktivieren



Durchmesser $\Rightarrow$ *Bemaßungsausdruck erstellen* (s. Pfeil)

Ggf. muss von Radius auf Durchmesser umgestellt werden.

Durch das Messen wird der Durchmesserwert von 6 mm als Durchmesser für die Bohrung festgelegt.



Das Messen ist eine Möglichkeit, schnell und ohne die explizite Definition von Parametern assoziative Modelle zu erstellen. Dabei wird durch das System implizit ein Parameter mit dem definierten Maß erstellt, hier der Durchmesser. Ändert sich in diesem Fall der Durchmesser der extrahierten Fläche, ändert sich auch das gemessene Durchmessermaß.

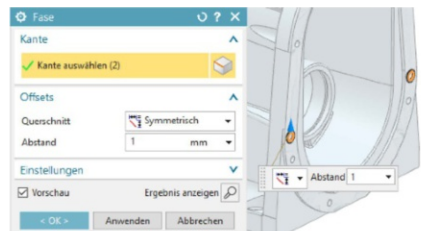
Beim Erzeugen von Bohrungen können auch mehrere Punkte ausgewählt werden. In diesem Fall ist es nicht mehr notwendig, die Zentrierbohrung zu spiegeln.

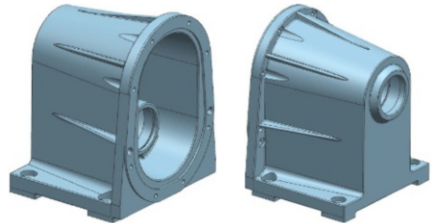


11. Fase

Querschnitt $\Rightarrow$ **Symmetrisch**

Abstand $\Rightarrow$ **1**



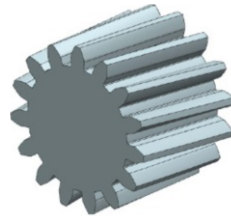
12. *Materialien zuweisen*⇒ **Steel**13. *Überprüfen der Layer*⇒ Ggf. Elemente *auf Layer verschieben*14. *Ausblenden aller Layer außer 1*15. *Speichern*

4.10 Erzeugen des teilparametrischen Zahnrad

Im folgenden Beispiel wird ein schrägverzahntes Zahnrad modelliert, welches über die Parameter *Breite*, *Modul*, *Zähnezahl* und *Winkel* verändert werden kann. Das Profil eines Zahnes wird dabei als Drahtmodell aufgebaut. Weiterhin werden Stützelemente erzeugt, welche zusammen mit dem Zahnprofil die Basis für den Volumenkörper des Zahnes bilden.

Vorgehensweise:

- I. Erstellen der Parameter
- II. Modellieren der Stützelemente
- III. Erzeugen des Volumenkörpers



Das Video zeigt die gesamte Modellierung des Zahnrad.



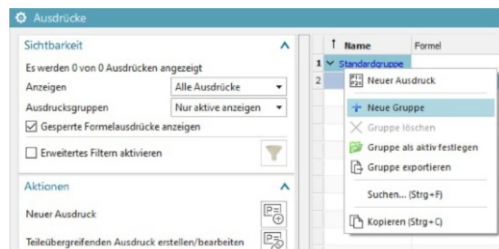
I. Erstellen der Parameter

1. *Erstellen einer neuen Datei (Modell)*Dateiname ⇒ **Zahnrad**2. *Ausdrücke (Expressions)*

Strg+E

3. *Ausdrucksgruppe erstellen*

⇒ RMT auf Standardgruppe

⇒ *Neue Gruppe*Name ⇒ **Eingabewerte**

4. Ausdruckgruppen anzeigen

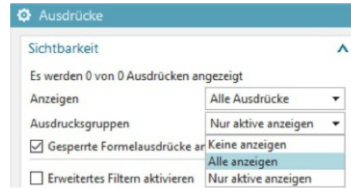
Ausdrucksgruppen $\Rightarrow$ **Alle anzeigen**



5. Aktivieren der Gruppe

$\Rightarrow$ RMT auf Gruppe Eingabewerte

$\Rightarrow$ Gruppe als aktiv festlegen



Mit Hilfe von Gruppen lassen sich Ausdrücke zusammenfassen und organisieren. Über RMT wird eine Gruppe aktiviert. Neue Ausdrücke werden stets in der aktiven Gruppe erzeugt. Über die Spalte Gruppe kann die Gruppenzugehörigkeit eines Ausdrucks nachträglich geändert werden.

Wird eine neue Gruppe über RMT auf einer anderen als der Standardgruppe erstellt, wird die neue Gruppe der anderen untergeordnet. Auf diese Weise lassen sich hierarchische Gruppenstrukturen erstellen.

6. Erzeugen der folgenden Ausdrücke:

Name	Formel	Einheiten	Dimensionalität	Typ
Breite	20	mm	Länge	Anzahl
Modul	1.5	mm	Länge	Anzahl
Winkel	5	°	Winkel	Anzahl
Zahnezahl	15	-	Ohne Einheit	Anzahl



7. Ausdrucksguppe erstellen

$\Rightarrow$ RMT auf Standardgruppe $\Rightarrow$ Neue Gruppe

Name $\Rightarrow$ **Kreisdurchmesser**



8. Aktivieren der Gruppe

$\Rightarrow$ RMT auf Kreisdurchmesser $\Rightarrow$ Gruppe als aktiv festlegen



9. Erzeugen der folgenden Ausdrücke (Typ: Anzahl):

Name	Formel	Dimensionalität
D_Teilkreis	Zahnezahl * Modul	Länge
D_Fusskreis	D_Teilkreis - 2 * 1.167 * Modul	Länge
D_Grundkreis	D_Teilkreis * 0.9597	Länge
D_Kopfkreis	D_Teilkreis + 2 * Modul	Länge
D_Zwischenkreis	(D_Teilkreis + D_Grundkreis) / 2	Länge

+ 10. Ausdrucksgruppe erstellen

Name $\Rightarrow$ **Zahnprofil**



11. Aktivieren der Gruppe

12. Erzeugen der folgenden Ausdrücke:

Name	Formel	Einheiten	Dimensionalität	Typ
S_Kopfkreis	0.49	mm	Länge	Anzahl
S_Teilkreis	1.178	mm	Länge	Anzahl
S_Zwischenkreis	1.246	mm	Länge	Anzahl
S_Grundkreis	1.26	mm	Länge	Anzahl

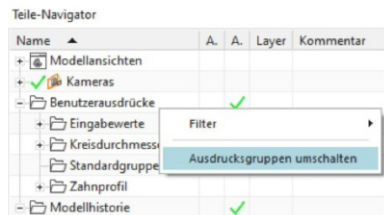
↑	Name	Formel	Wert	Einheiten	Dimensionalität	Typ	Ursprung	Status	Kommentar	Prüfungen	Gruppe
1	▼ Eingabewerte										<None>
2				mm	Länge	Anzahl					Eingabewerte
3	Breite	20	20 mm	mm	Länge	Anzahl					Eingabewerte
4	Modul	1.5	1.5 mm	mm	Länge	Anzahl					Eingabewerte
5	Winkel	5	5 °	°	Winkel	Anzahl					Eingabewerte
6	Zaehnezahl	15	15		Ohne Einheit	Anzahl					Eingabewerte
7	▼ Kreisdurchmesser										<None>
8	D_Fusskreis	D_Teilkreis-2*1.167*Modul	18.999 mm	mm	Länge	Anzahl					Kreisdurchmesser
9	D_Grundkreis	D_Teilkreis*0.9597	21.59325 mm	mm	Länge	Anzahl					Kreisdurchmesser
10	D_Kopfkreis	D_Teilkreis+2*Modul	25.5 mm	mm	Länge	Anzahl					Kreisdurchmesser
11	D_Teilkreis	Zaehnezahl*Modul	22.5 mm	mm	Länge	Anzahl					Kreisdurchmesser
12	D_Zwischenkreis	(D_Teilkreis+D_Grundkreis)/2	22.046625 mm	mm	Länge	Anzahl					Kreisdurchmesser
13	▼ Zahnprofil										<None>
14	S_Grundkreis	1.26	1.26 mm	mm	Länge	Anzahl					Zahnprofil
15	S_Kopfkreis	0.49	0.49 mm	mm	Länge	Anzahl					Zahnprofil
16	S_Teilkreis	1.178	1.178 mm	mm	Länge	Anzahl					Zahnprofil
17	S_Zwischenkreis	1.246	1.246 mm	mm	Länge	Anzahl					Zahnprofil
18	Standardgruppe										<None>

i Über die Spalte Gruppe kann ein Parameter auch nachträglich einer Gruppe zugeordnet werden.

Wurden alle Parameter erzeugt, kann der Ausdruckseditor beendet werden.

Die erzeugten Ausdrücke werden auch im Teile-Navigator aufgeführt.

Über RMT auf Benutzerausdrücke $\Rightarrow$ *Ausdrucksgruppen umschalten* können auch die Gruppen angezeigt werden.



II. Modellieren der Stützelemente

41 1. Arbeitslayer 41

2. Kreisbogen/Kreis (Arc/Circle)

Typ $\Rightarrow$ **Kreisbogen/Kreis von Mittelpunkt**

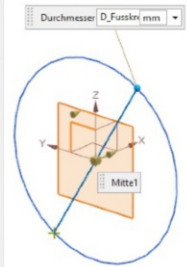
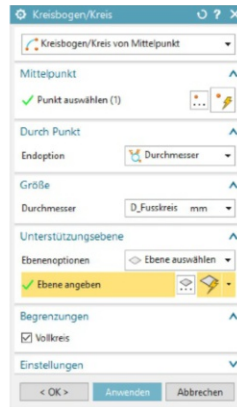
Mittelpunkt $\Rightarrow$ Ursprung des Bezugskordinatensystems wählen

Endoption $\Rightarrow$ **Durchmesser**

Durchmesser $\Rightarrow$ **D_Fusskreis**

Ebenenoptionen $\Rightarrow$ **Ebene auswählen**

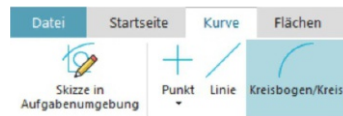
$\Rightarrow$ YZ-Ebene auswählen



Begrenzungen $\Rightarrow$ *Vollkreis*

i Bei der Auswahl des Formelementes *Kreisbogen/Kreis* muss darauf geachtet werden, dass **nicht** der *Kreisbogen* der direkten Skizze gewählt wird.

Register *Kurve* $\Rightarrow$ *Kreisbogen/Kreis*



3. Kreis umbenennen

$\Rightarrow$ RMT auf Bogen (1) im Teile-Navigator $\Rightarrow$ *Umbenennen* (Rename)

Name $\Rightarrow$ **Fusskreis**

i Durch das Umbenennen können die Kreise später besser im Teile-Navigator identifiziert werden.

Im Folgenden wird der erzeugte Kreis jeweils kopiert, umbenannt und der Durchmesser geändert. Alternativ können die Kreise aber auch einzeln erstellt werden.



Strg+C

4. Kreis kopieren

$\Rightarrow$ RMT auf Bogen (1) "Fusskreis" im Teile-Navigator $\Rightarrow$ *Kopieren* (Copy)



Strg+V

5. Einfügen

$\Rightarrow$ Menü $\Rightarrow$ Bearbeiten $\Rightarrow$ *Einfügen* (Paste)

6. Kreis umbenennen

$\Rightarrow$ RMT auf den kopierten Kreis $\Rightarrow$ *Umbenennen* (Rename)

Name $\Rightarrow$ **Grundkreis**

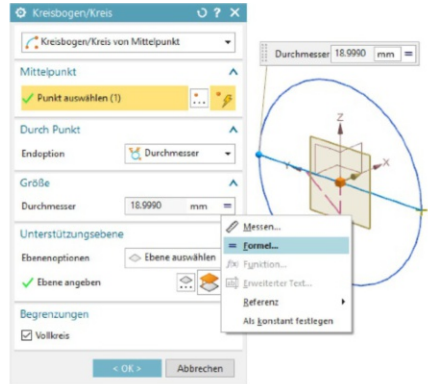
7. Durchmesser ändern

⇒ Doppelklick auf den kopierten Kreis

⇒ *Formel (Formula)*

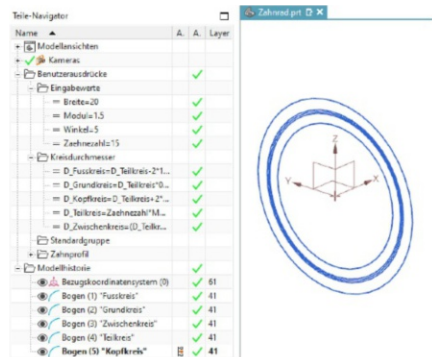
Durchmesser ⇒ **D_Grundkreis**

i Die Werteingabe ist durch die vorige Verwendung eines Parameters gesperrt. Im Ausdruckseditor kann ein neuer Wert eingetragen werden (s. Seite 70).



⇒ Wiederholen der Schritte 4 bis 7 für die weiteren Kreise:

- Zwischenkreis
- Teilkreis
- Kopfkreis



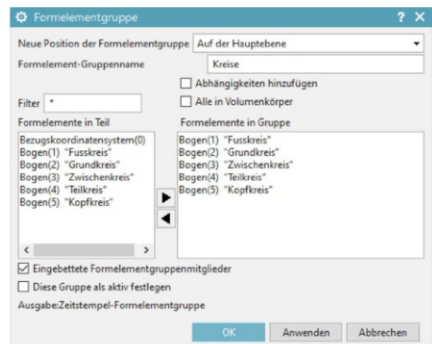
8. Formelementgruppe (Feature Group)

⇒ Auswahl der Kreise im Teile-Navigator (Strg-Taste)

⇒ RMT ⇒ *Formelementgruppe*

Formelement-Gruppenname

⇒ **Kreise**



i Durch die Verwendung von Formelementgruppen können die Elemente im Teile-Navigator zusätzlich strukturiert und organisiert werden. Die Formelementgruppe erhält dabei einen eigenen Zeitstempel. Um die Reihenfolge der Zeitstempel nicht zu verletzen, sollte eine Formelementgruppe stets direkt nach den zu gruppierenden Elementen erstellt werden.

42 9. Arbeitslayer 42

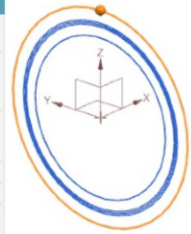
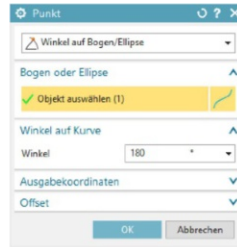
+ 10. Punkt (Point)

Typ $\Rightarrow$ **Winkel auf Bogen/Ellipse**

Bogen $\Rightarrow$ **Kopfkreis**

Winkel $\Rightarrow$ **180**

Der Winkel soll so gewählt werden, dass der Punkt an der positiven Z-Achse erzeugt wird.



11. Punkt umbenennen

$\Rightarrow$ RMT auf erstellten Punkt $\Rightarrow$ Umbenennen

Name $\Rightarrow$ **Nullpunkt_Kopfkreis**

$\Rightarrow$ Wiederholen der Schritte 10 und 11 für die weiteren Kreise:

- Teilkreis
- Zwischenkreis
- Grundkreis
- Fusskreis

i Die Nullpunkte werden benötigt, um für das Zahnprofil einen definierten Referenzpunkt an der pos. Z-Achse auf jedem Kreis nutzen zu können. Da beim Erzeugen eines Kreises dessen interner Startpunkt stets an einer undefinierten Position liegt, ist ein definierter Referenzpunkt notwendig.

+ 12. Punkt

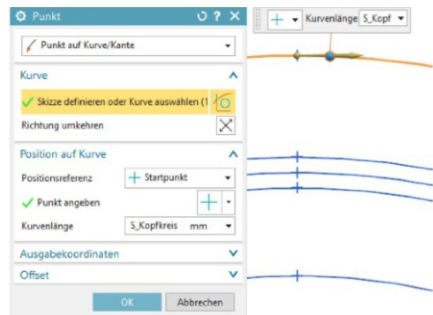
Typ $\Rightarrow$ **Punkt auf Kurve/Kante**

Kurve $\Rightarrow$ **Kopfkreis**

Positionsreferenz $\Rightarrow$ **Startpunkt**

Punkt $\Rightarrow$ **Nullpunkt_Kopfkreis**

Kurvenlänge $\Rightarrow$ **S_Kopfkreis**



13. Punkt umbenennen

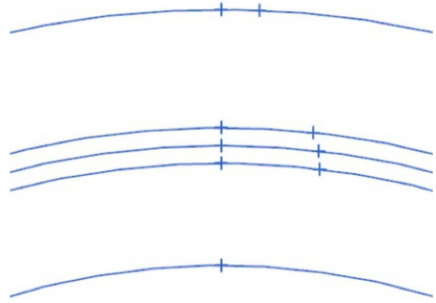
Name $\Rightarrow$ **Profilpunkt_Kopfkreis**

⇒ Wiederholen der Schritte 12 und 13 für die weiteren Kreise:

Teilkreis ⇒ **S_Teilkreis**

Zwischenkreis ⇒ **S_Zwischenkreis**

Grundkreis ⇒ **S_Grundkreis**



Bei der Erstellung der Profilpunkte ist darauf zu achten, dass diese auf der gleichen Seite ausgehend von den Nullpunkten liegen (hier: rechts).

i Die Punkte wurden nicht in einer Skizze erstellt, da die Positionierung eines Punktes auf einer Kurve anhand der Kurvenlänge nur bei einem Punkt im 3D-Raum möglich ist und nicht bei einem Skizzenpunkt.



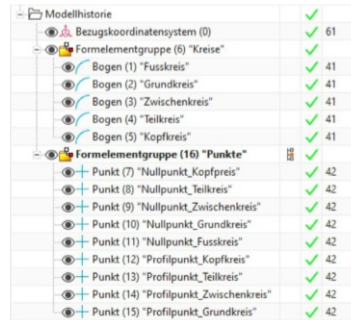
14. Formelementgruppe (Feature Group)

⇒ Auswahl aller Punkte ⇒ RMT

⇒ **Formelementgruppe**

Formelement-Gruppenname

⇒ **Punkte**



15. Arbeitslayer 21



16. Skizze

⇒ **YZ-Ebene**



Studio-Spline

Die Punkte werden über einen **Studio-Spline** verbunden. Bei der Auswahl der Punkte ist die Reihenfolge zu beachten. Das Ergebnis ist die Evolvente des Zahns.

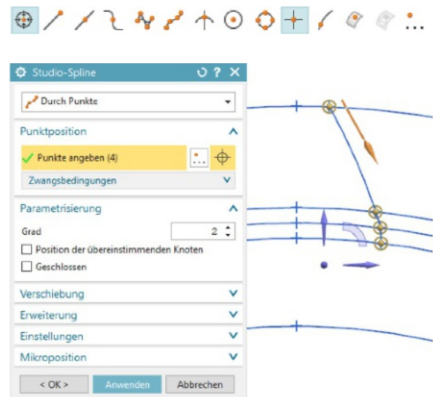
Typ ⇒ **Durch Punkte**

Grad ⇒ **2**



Fangpunkt ⇒ Nur **Vorhandener Punkt**

⇒ Punkte nacheinander auswählen



Im Fangpunkt sollte **nur** die Auswahl von **vorhandenen Punkten** aktiviert werden, um bei der Erstellung des Splines exakt die erzeugten Punkte auszuwählen.



⇒ Erzeugen eines *Profils* bestehend aus einer *Linie* und einem *Bogen* vom Endpunkt des Splines zum Fusskreis



Geometrische Zwangsbedingungen



⇒ Linie *tangential* zum Spline



⇒ Bogen *tangential* zum Fusskreis



Um beim Zeichnen des Profils nicht aus Versehen eine ungewollte Zwangsbedingung zu erstellen, sollte die **Alt-Taste** gedrückt gehalten werden.



⇒ Erzeugen einer *Linie* zwischen dem oberen und dem unteren Nullpunkt



⇒ Linie *In/Aus Referenz konvertieren*



Kurve spiegeln

⇒ Kurvenregel ⇒ *Verbundene Kurven*

⇒ Spiegeln des Zahnprofils an der Referenzlinie



Skizze beenden



Beim Spiegeln der Kurve kann es vorkommen, dass ein automatisch erzeugtes Maß erscheint. Das Maß kann an dieser Stelle ignoriert werden.



17. Arbeitslayer 81



18. Extrudieren

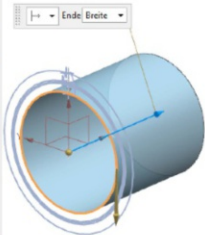
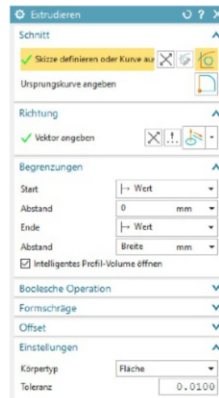
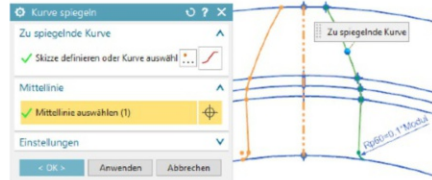
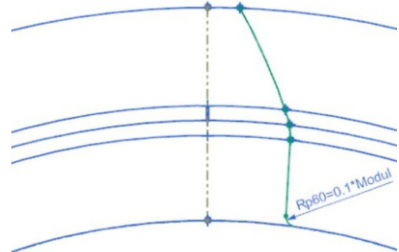
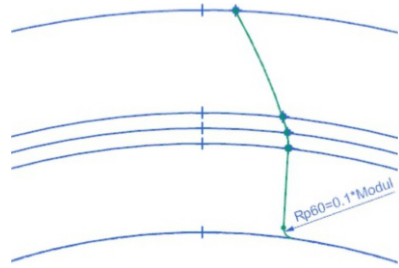
⇒ Fusskreis wählen

Ende ⇒ **Wert** ⇒ **Breite**

Körpertyp ⇒ **Fläche**

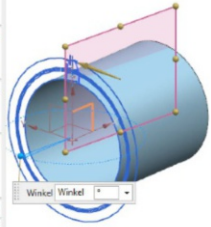
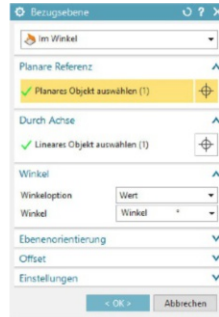
19. Fläche umbenennen

Name ⇒ **Referenzflaeche**



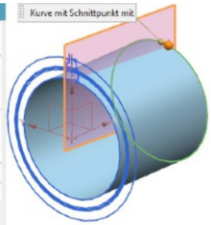
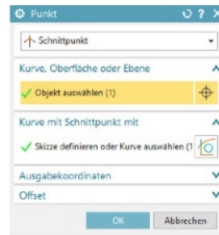
61 20. Arbeitslayer 61

21. Bezugsebene

Typ $\Rightarrow$ **Im Winkel**Planare Referenz $\Rightarrow$ XZ-Ebene wählenAchse $\Rightarrow$ Z-Achse wählenWinkel $\Rightarrow$ **Winkel**

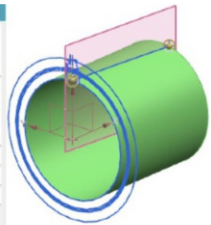
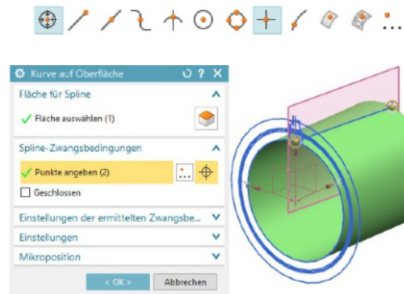
42 22. Arbeitslayer 42

23. Punkt

Typ $\Rightarrow$ **Schnittpunkt**Ebene $\Rightarrow$ erzeugte EbeneKurve $\Rightarrow$ hintere Kante der Fläche

i Da die Ebene die hintere Kante der Fläche in zwei Punkten schneidet, führt die Erstellung des Schnittpunktes in diesem Fall zu einer Mehrfachlösung. Um den Punkt an der richtigen Stelle zu erstellen, muss die Kante nahe der gewünschten Position angeklickt werden, hier also im oberen Bereich.

24. Kurve auf Oberfläche

Fläche $\Rightarrow$ erzeugte Fläche auswählenFangpunkt $\Rightarrow$ Nur Vorhandener PunktPunkte $\Rightarrow$ **Nullpunkt_Fusskreis** und den erstellten **Schnittpunkt** wählen

III. Erzeugen des Volumenkörpers

1. Arbeitslayer 1



2. Extrudiert

Schnitte $\Rightarrow$ Profil wählen

Als Schnitt werden Kurvensegmente der Skizze, des Fuß- und des Kopfkreises verwendet.



Für die Auswahl der Schnittkurven sollte die Kurvenregel auf *Tangentiale Kurven* umgestellt und die Option *Anhalten bei Schnittpunkt* aktiviert sein.



Das Profil sollte entlang einer Richtung ausgewählt werden, z. B. im Uhrzeigersinn.

Führungen $\Rightarrow$ Kurve auf Oberfläche wählen

$\Rightarrow$ *Form beibehalten* aktivieren

Orientierung $\Rightarrow$ **Flächennormale**

$\Rightarrow$ Fläche auswählen

Körpertyp $\Rightarrow$ **Körper**

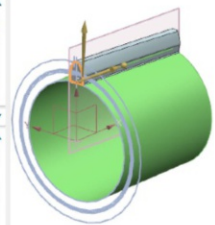
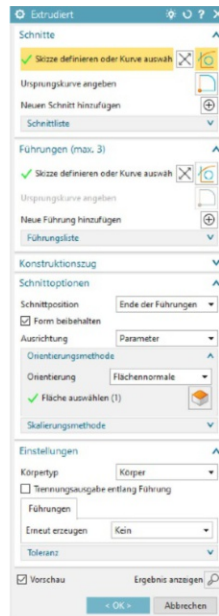
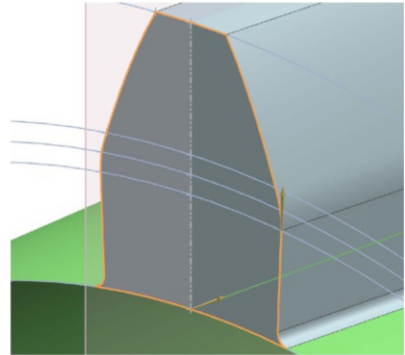
Das Ergebnis ist der Volumenkörper des Zahnes. Aufgrund der Orientierung aus der Flächennormalen ist der Körper entlang der Extrusion der Fläche folgend verdreht.



3. Ausblenden von Layer 42 und 81

Strg+L

Tangentiale Kurven





4. Extrudieren

⇒ Fusskreis wählen

Richtung ⇒ **positive X-Achse**

⇒ Ggf. Richtung umkehren

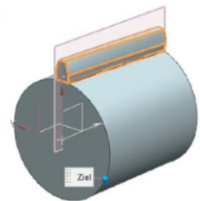
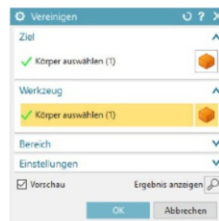
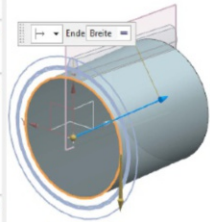
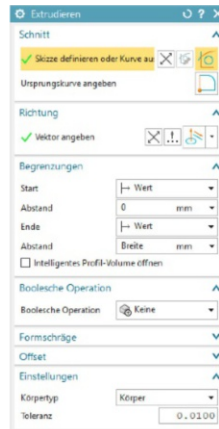
Ende ⇒ **Wert** ⇒ **Breite**Boolesche Op. ⇒ **Keine**Körpertyp ⇒ **Körper**

5. Ausblenden von Layer 21 und 41

Strg+L



6. Vereinigen

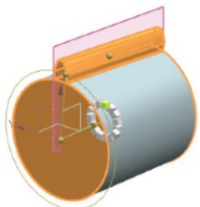
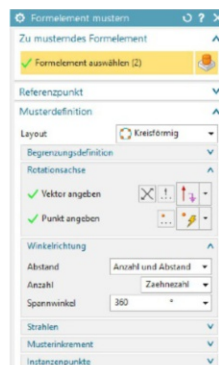
Ziel ⇒ **Zylinder**Werkzeug ⇒ **Zahn**

Beim Vereinigen ist an dieser Stelle die genaue Unterscheidung von **Ziel** und **Werkzeug** zu beachten. Systemintern wird das Werkzeug dem Ziel zugeordnet. Eine vertauschte Zuordnung von Ziel und Werkzeug führt daher bei der nachfolgenden Musteroperation zu mehreren übereinander liegenden Körpern.



7. Formelement mustern

⇒ Zahn (Extrudiert) und Vereinigen wählen

Layout ⇒ **Kreisförmig**Vektor ⇒ **X-Achse**Abstand ⇒ **Anzahl und Abstand**Anzahl ⇒ **Zahnezahl**Spannwinkel ⇒ **360**

Werden nach dem Mustern, trotz korrekter Zuordnung von Ziel und Werkzeug beim Vereinigen, einer oder mehrere Zähne nicht mit dem Hauptkörper vereinigt, kann dies durch Vergrößern des Toleranzwertes in den Einstellungen beim Vereinigen behoben werden, z. B. auf einen Wert von 0.02.

8. Überprüfen der Layer



⇒ Ggf. Elemente auf Layer verschieben



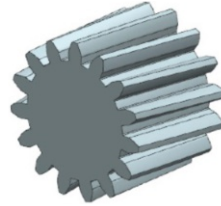
9. Ausblenden aller Layer außer 1



10. Materialien zuweisen

⇒ **Steel**

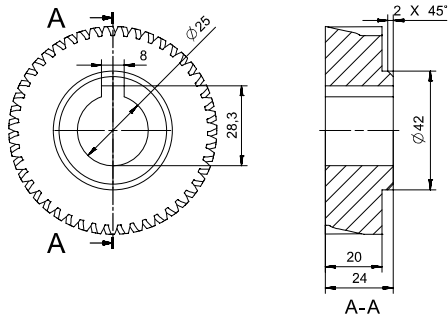
11. Speichern



4.11 Anpassen der Teilverlage der Zahnräder

Die Teilverlage der Zahnräder kann selbstständig gemäß der gegebenen Parameterwerte und Zeichnungen angepasst werden.

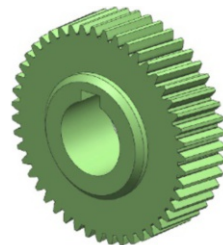
Zahnrad 1 (47 20)

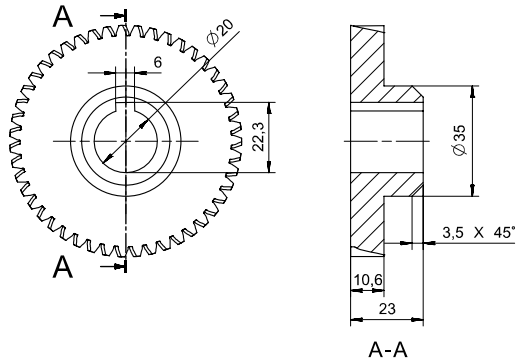
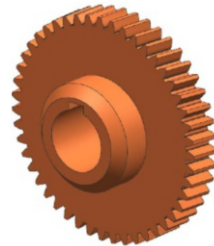
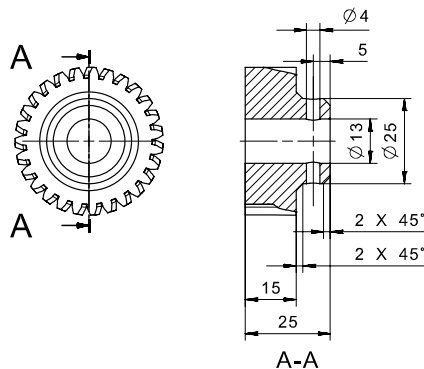
Dateiname ⇒ **Zahnrad_47_20**

Ändern der folgenden Parameter aus dem Grundmodell:

Breite ⇒ **20**Winkel ⇒ **5**Zahnezahl ⇒ **47**S_Kopfkreis ⇒ **0.577**S_Teilkreis ⇒ **1.178**S_Zwischenkreis ⇒ **1.456**S_Grundkreis ⇒ **1.58**

Farbe zuweisen

⇒ **Hellgrün**

Zahnrad 2 (47 106)Dateiname $\Rightarrow$ **Zahnrad_47_106***Ändern der folgenden Parameter aus dem Grundmodell:*Breite $\Rightarrow$ **10.6**Winkel $\Rightarrow$ **5**Zahnezahl $\Rightarrow$ **47**S_Kopfkreis $\Rightarrow$ **0.577**S_Teilkreis $\Rightarrow$ **1.178**S_Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1.456**S_Grundkreis $\Rightarrow$ **1.58***Farbe zuweisen* $\Rightarrow$ **Strong Coral****Zahnrad 3 (27 15)**

Dateiname $\Rightarrow$ **Zahnrad_27_15**

Ändern der folgenden Parameter aus dem Grundmodell:

Breite $\Rightarrow$ **15**

Winkel $\Rightarrow$ **-5**

Zahnezahl $\Rightarrow$ **27**

S_Kopfkreis $\Rightarrow$ **0.546**

S_Teilkreis $\Rightarrow$ **1.178**

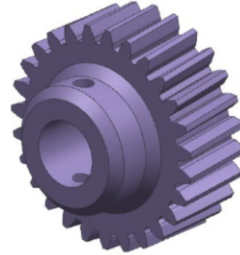
S_Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1.33**

S_Grundkreis $\Rightarrow$ **1.39**

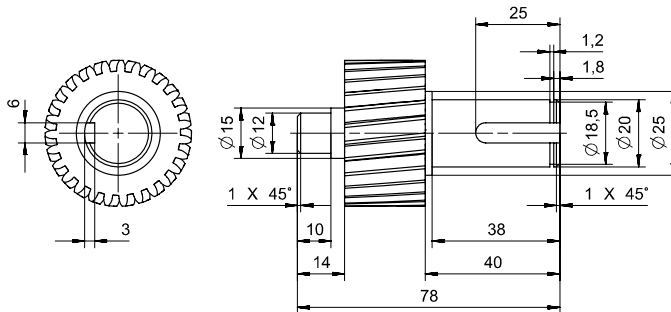


Farbe zuweisen

$\Rightarrow$ **Medium Indigo**



Ritzelwelle



Dateiname $\Rightarrow$ **Ritzelwelle**

Ändern der folgenden Parameter aus dem Grundmodell:

Breite $\Rightarrow$ **24**

Winkel $\Rightarrow$ **-5**

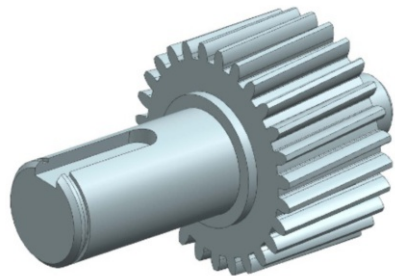
Zahnezahl $\Rightarrow$ **27**

S_Kopfkreis $\Rightarrow$ **0.548**

S_Teilkreis $\Rightarrow$ **1.178**

S_Zwischenkreis $\Rightarrow$ **1.337**

S_Grundkreis $\Rightarrow$ **1.4**



4.12 Kugellagervarianten aus einer Teilefamilie



Für die Erzeugung der Kugellagervarianten wird eine *Teilefamilie* (*Part Family*) angelegt. Mit Hilfe einer Teilefamilie können in NX geometrisch und topologisch ähnliche Komponenten und Produkte abgebildet werden. Hierzu wird ein parametrisches Vorlagenteil (Template) verwendet, welches alle gewünschten Varianten eines Produktes abbilden kann. Dadurch wird ein minimaler Teileumfang realisiert, da die jeweilige Produktvariante erst aus der Vorlagenteil erzeugt wird, wenn sie verwendet wird.

Für die Vertiefung der Funktion der Teilefamilien wird auf den Fortgeschrittenenband dieses Buches verwiesen.

Die Teilefamilie soll die folgenden Kugellagervarianten abbilden:

Da	Da1	Di1	Di	B	kr	r12
52	40	34,4	25	15	4,8	1
32	26	18,2	12	10	3,9	0,6
40	32,8	24,2	17	12	4,3	0,6
42	35	27	20	12	4	0,6
42	33,9	23,7	15	13	5,1	1

Die Erstellung einer Teilefamilie erfolgt stets nach dieser Vorgehensweise:

- I. Modellieren des Vorlagenteils
- II. Erstellen der Teilefamilie
- III. Anwenden der Teilefamilie



Die Erstellung und die Anwendung der Teilefamilie sind zusätzlich im Video dargestellt.



I. Modellieren der Vorlagenteils

Das Vorlagenteil des Rillenkugellagers wurde bereits in Abschnitt 4.7 erstellt.



1. Öffnen

Dateiname $\Rightarrow$ **Rillenkugellager_Vorlage**

II. Erstellen der Teilefamilie



1. Teilefamilien (Part Families)

⇒ Register Werkzeuge ⇒ *Teilefamilien*

2. Auswählen der Parameter

Verfügbare Spalten ⇒ **Ausdrücke**



Die für die Teilefamilie relevanten Parameter werden über *Bei Ende hinzufügen* oder per Doppelklick ausgewählt.

- Da
- Da1
- Di1
- Di
- B
- kr
- r12

3. Importierbare Teilefamilien-Vorlage

Soll zur Arbeit in einem Produktdatenmanagementsystem (PDM, z. B. Teamcenter) für die Komponenten der Teilefamilie zusätzlich eine Teilenummer angegeben werden, muss *Importierbare Teilefamilien-Vorlage* aktiviert werden. Dadurch wird die Spalte DB_PART_NO angelegt.

⇒ Diese Option wird in diesem Beispiel **nicht** verwendet.



4. Familienspeicherverzeichnis

In diesem Verzeichnis werden später die Komponenten der Teilefamilie nach dem Erzeugen gespeichert.

⇒ Verzeichnis auswählen, in dem sich die bisher erstellten Bauteile befinden



5. Tabelle erstellen

Microsoft Excel wird geöffnet und die aktuellen Werte der Parameter werden in der Tabelle angezeigt. Die Köpfe der einzelnen Spalten entsprechen den vorher ausgewählten Ausdrücken. NX ist so lange gesperrt bis Excel wieder geschlossen wird.



NX ist kompatibel mit allen gängigen MS Excel Versionen. Dazu gehören MS Office 2010 und höher. In diesem Beispiel wird MS Office 2016 verwendet.

Part_Name	Da	Da1	Di1	Di	B	kr	r12
	26	23,2	20,2	17	5	1,5	0,3

Die Kugellagervarianten werden wie folgt benannt:

Rillenkugellager_<Wert für Di>_<Wert für Da>

z. B. für die erste Variante: **Rillenkugellager_17_26**

i Zum Ausfüllen der Spalte Part_Name kann in Excel die folgende Funktion genutzt werden:

= "Rillenkugellager_" & TEXT (E2; 0) & "_" & TEXT (B2; 0)

Da die Eingabe und die Auswertung von Formeln in der aus NX heraus gestarteten Excel-Tabelle nicht unterstützt werden, sollte die Tabelle im Vorfeld in einer separaten Excel-Datei erstellt werden. Der Tabelleninhalt kann anschließend in die Tabelle der Teilefamilie kopiert werden.

Part_Name	Da	Da1	Di1	Di	B	kr	r12
Rillenkugellager_17_26	26	23,2	20,2	17	5	1,5	0,3
Rillenkugellager_25_52	52	40	34,4	25	15	4,8	1
Rillenkugellager_12_32	32	26	18,2	12	10	3,9	0,6
Rillenkugellager_17_40	40	32,8	24,2	17	12	4,3	0,6
Rillenkugellager_20_42	42	35	27	20	12	4	0,6
Rillenkugellager_15_42	42	33,9	23,7	15	13	5,1	1

Excel wird im Register Add-Ins um das Menü *Teilefamilie* (Part Family) erweitert.

Mit der Funktion *Teil überprüfen* (Verify Part) wird Excel minimiert und die Komponente der Teilefamilie wird angezeigt, in dessen Zeile sich der Cursor in Excel befindet.





Über *Tabelle fortsetzen* wird Excel wieder aufgerufen und die Tabelle kann weiter editiert werden.

Zusätzlich können die Werte der mit dem Cursor gewählten Zeile auf das angezeigte Modell in NX angewendet (*Werte anwenden*) oder direkt einzelne Komponenten aus der Tabelle heraus erzeugt werden (*Teile erzeugen*). Diese werden dann im Familienspeicherverzeichnis gespeichert.

6. Familie speichern

⇒ Add-Ins ⇒ Teilefamilie ⇒ *Familie speichern (Save Family)*

Excel wird beendet und es wird wieder zur NX-Umgebung zurückgekehrt.



Die erstellte Tabelle wird nicht in einer separaten Datei, sondern direkt in der prt-Datei des Template-Teils gespeichert. Excel dient lediglich zur Bearbeitung der Tabelle.



7. Template-Datei speichern



Die Template-Datei kann jederzeit editiert werden. Dazu zählen geometrische Änderungen oder Änderungen bzw. Erweiterungen in der Tabelle. Nach dem Öffnen der Template-Datei muss lediglich der Teilefamilien-Dialog aufgerufen werden und das Template kann z. B. über *Tabellenkalkulation bearbeiten* angepasst werden.

III. Anwenden der Teilefamilie

Die Komponenten der Teilefamilie können nun entweder einzeln aus der Excel-Tabelle heraus erzeugt oder analog zu Standardteilen der Wiederverwendungsbibliothek in eine Baugruppe eingefügt werden. Beide Vorgehensweisen werden folgend kurz erläutert:

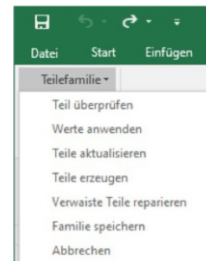
1. Teile erzeugen (*Create Parts*)

Mit dieser Funktion werden die Varianten der markierten Zeilen erzeugt und gespeichert.

Für den Zusammenbau des Getriebes werden alle Varianten des Kugellagers benötigt (s. [Abschnitt 5.8](#)). Die Komponenten können auf diesem Weg selbstständig erstellt werden.

⇒ Markieren der Zeilen der benötigten Komponenten in Excel

⇒ *Teile erzeugen*



2. Einfügen einer Kugellagervariante in eine Baugruppe

Die zweite Möglichkeit zum Erstellen einer Kugellagervariante ist das direkte Einfügen der gewünschten Variante in eine Baugruppe. Dazu wird lediglich das Vorlagenteil benötigt.



Datei ⇒ Neu ⇒ *Baugruppe (Assembly)*

Es kann ein beliebiger Dateiname verwendet werden.



Komponente hinzufügen (Add Component)



⇒ *Öffnen*

⇒ **Rillenkugellager_Vorlage**

Im angezeigten Dialog kann anschließend ein Familienelement anhand seiner Familienattribute ausgewählt werden.

Mit einem Doppelklick wird ein gültiger Wert eines Attributes gewählt. Anschließend kann mit dem nächsten Attribut fortgefahren werden.

Im unteren Bereich wird dann ein zur Auswahl passendes Element ausgewählt.

Über *Vorlage auswählen* kann auch direkt das Vorlagenteil eingefügt werden.

Familienelement auswählen	
Familienelemente	
Da -> Da=52	
Da1	
Di1	
Di	
B	
kr	
r12	
Kriterien	
Alle Kriterien löschen	
Gültige Werte	Keine gültigen Werte
52	26
	32
	40
	42
Passende Elemente	
Rillenkugellager_25_52	
Teilename	
Vorlage auswählen	
OK	Zurück Abbrechen

4.13 Kontrollfragen



1. Wie können Formelemente editiert werden?
2. Welche zusätzlichen Elemente werden benötigt, um eine Bohrung auf einer nichtebenen Fläche, z. B. der Mantelfläche eines Zylinders, zu erstellen?
3. Wie wird ein Flächenkörper in einen Volumenkörper umgewandelt?
4. Welche Muster-Layouts gibt es?
5. Wozu dienen Parameter?
6. Was sollte beim Referenzieren auf vorhandene Elemente beachtet werden?
7. Was ist eine Teilefamilie?

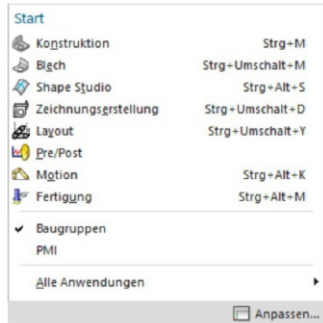
5 Baugruppen

Für das Erstellen und Bearbeiten von Baugruppen steht in NX innerhalb der Konstruktionsumgebung die Registerkarte *Baugruppen* (*Assemblies*) zur Verfügung.



Datei ⇒ Start ⇒ *Baugruppen* (*Assemblies*)

Wird bei der Erstellung einer neuen Datei die Vorlage Baugruppe gewählt, wird eine prt-Datei erzeugt und das Register Baugruppen automatisch aktiviert.



Datei ⇒ Neu ⇒ *Baugruppe* (*Assembly*)

Strg+N



Aufgrund der in NX einheitlichen Dateierendung prt, werden Baugruppendateien in den folgenden Beispielen immer mit dem Präfix „bg_“ versehen. Somit sind die Baugruppen eindeutig zu erkennen.

5.1 Baugruppen-Navigator



Der wichtigste Navigator für die Arbeit mit einer Baugruppe ist der Baugruppen-Navigator. Hier werden alle Komponenten der Baugruppe aufgelistet sowie Informationen zum Speicherstatus, zu Zwangsbedingungen, zur Anzahl und zu den verwendeten Reference Sets angezeigt.

Beschreibender Teilname	Info	S.	G.	P.	Anzahl	Reference Set
Schnitte						
bg_Antriebswelle (Reihenfolge: Chronologisch)					8	
Zwangsbedingungen					12	
Antriebswelle						Modell ("MODEL")
Zahnrad_27_15						Modell ("MODEL")
Rillenkugellager_17_40						Modell ("MODEL")
Rillenkugellager_15_42						Modell ("MODEL")
Huelse_15_21						Modell ("MODEL")
Passfeder_ISO_2491_25x5x3_A						Modell ("MODEL")
Taper Pin, A, GB,4x24						Modell ("MODEL")

Die Spalte *Position* ist standardmäßig ausgeblendet. Über RMT auf den freien Bereich oder den Tabellenkopf ⇒ Spalten ⇒ *Position* (*Columns* ⇒ *Position*) kann diese eingeblendet werden.

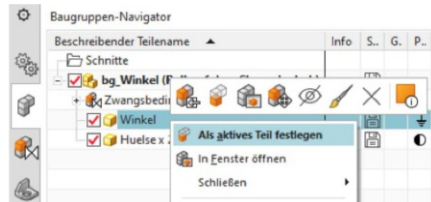
Durch Entfernen des roten Hakens vor einer Komponente, wird diese ausgeblendet. Über RMT auf eine Komponente stehen verschiedene Funktionen zur Verfügung. Die wichtigsten Funktionen werden im Folgenden kurz erläutert.

Komponenten bearbeiten

Die Komponenten einer Baugruppe können direkt aus dem Baugruppen-Navigator heraus bearbeitet werden.



Über RMT $\Rightarrow$ *Als aktives Teil festlegen* (*Make Work Part*) wird die Komponente aktiviert und deren Modellhistorie im Teile-Navigator angezeigt (alternativ: Doppelklick). Die Komponente kann somit direkt in der Baugruppe bearbeitet werden.



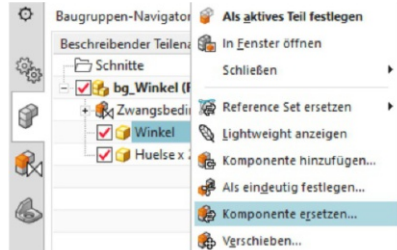
Durch RMT $\Rightarrow$ *In Fenster öffnen* (*Open in Window*) wird die Komponente zur Bearbeitung in einem neuen Fenster geöffnet.

Komponenten ersetzen



Über RMT $\Rightarrow$ *Komponente ersetzen* (*Replace Component*) wird eine Komponente durch eine andere ersetzt, z. B. wenn eine neue Version der Komponente vorliegt.

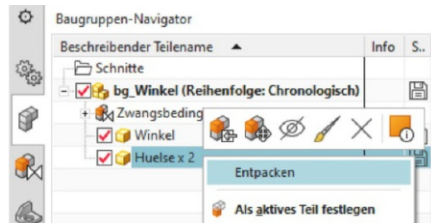
Stimmen dabei die bei den Baugruppenzwangsbedingungen referenzierten Elemente noch überein, werden die Zwangsbedingungen direkt übernommen.



Packen von Komponenten

Werden in einer Baugruppe mehrere Exemplare einer Komponente verwendet, werden diese standardmäßig gruppiert (gepackt).

Über RMT $\Rightarrow$ *Entpacken* (*Unpack*) werden die Komponenten einzeln aufgelistet.



5.2 Einfügen und Positionieren von Komponenten



Komponente hinzufügen (Add Component)

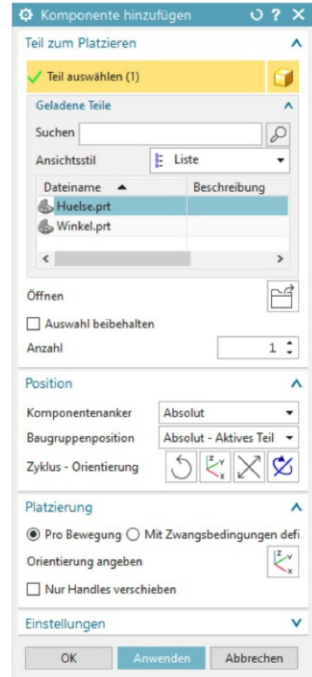
Über diese Funktion werden einer Baugruppe neue Komponenten hinzugefügt.



Die Komponenten können regulär *geöffnet* oder aus der Liste bereits geladener Teile ausgewählt werden.

Die **Baugruppenposition** bestimmt die Position, an der die Komponente in die Baugruppe eingefügt wird. Hier stehen verschiedene Optionen zur Verfügung:

- *Fangen (Snap)*: Die Komponente wird manuell durch das Anklicken eines Elementes im Grafikbereich positioniert.
- *Absolut - Aktives Teil (Absolute - Work Part)*: Die Komponente wird im absoluten Ursprung des aktuellen aktiven Teils positioniert.
- *Absolut - Dargestelltes Teil (Absolute - Displayed Part)*: Die Komponente wird im absoluten Ursprung der angezeigten Baugruppe positioniert.
- *WCS*: Die Komponente wird relativ zum WCS der Baugruppe positioniert.



Zudem sind zur **Platzierung** zwei verschiedene Methoden möglich:

- *Pro Bewegung (Move)*: Die Komponente wird zu einem Koordinatensystem positioniert und kann zusätzlich verschoben werden.
- *Mit Zwangsbedingungen definieren (Constrain)*: Die Komponente wird durch die Definition von Baugruppenzwangsbedingungen relativ zu anderen Komponenten der Baugruppe platziert.



Neue Komponente erzeugen (Create New Component)

Aus einer Baugruppe heraus können auch direkt neue Komponenten erzeugt werden. Diese Funktion wird am Beispiel des Getriebes zur Modellierung der Dichtung genutzt (s. [Abschnitt 5.8](#)).

5.3 Baugruppenzwangsbedingungen

Für die Position von Komponenten und Unterbaugruppen stehen verschiedene Typen von Baugruppenzwangsbedingungen zur Verfügung. Durch die unterschiedlichen Zwangsbedingungen werden die Freiheitsgrade zwischen zwei Komponenten definiert. Um alle Freiheitsgrade zu bestimmen, werden in der Regel mehrere Baugruppenzwangsbedingungen verwendet.



Im Dialog *Baugruppenzwangsbedingungen* (*Assembly Constraints*) stehen verschiedene Typen von Zwangsbedingungen zur Verfügung:



Berührung/Ausrichtung (*Touch Align*)

Dieser Typ wird sehr häufig verwendet und bietet vier Arten der Orientierung:



Berührung bevorzugen (*Prefer Touch*): Die Berührung zweier gewählter Objekte wird bevorzugt.



Berührung (*Touch*): Berührung zweier Objekte. Bei Flächen zeigen die Flächennormalen zueinander.



Ausrichten (*Align*): Die Flächennormalen zeigen in die gleiche Richtung.



Mittelpunkt/Achse ermitteln (*Infer Center/Axis*): Die Mittelpunkte zweier Kreiskanten bzw. Achsen zweier zylindrischer Flächen werden übereinander gelegt.



Konzentrisch (*Concentric*)

Setzt zwei kreisförmige oder elliptische Kanten konzentrisch und zusätzlich die Ebenen dieser Kanten koplanar



Abstand (*Distance*)

Legt den minimalen 3D-Abstand zwischen zwei Objekten fest



Fixieren (*Fix*)

Fixiert eine Komponente an ihrer aktuellen Position in allen Freiheitsgraden



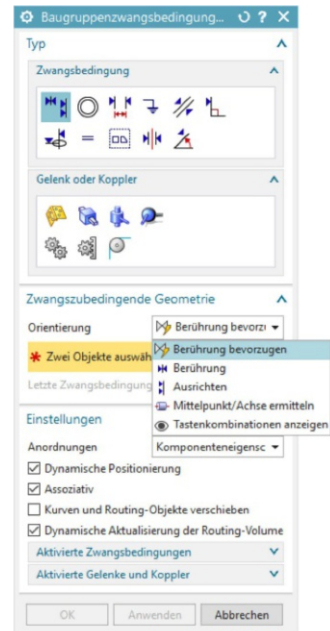
Parallel (*Parallel*)

Legt zwei Ebenen/Flächen bzw. zwei Linien/Kanten parallel zueinander



Senkrecht (*Perpendicular*)

Legt zwei Ebenen/Flächen bzw. zwei Linien/Kanten senkrecht zueinander





Ausrichten/Sperren (Align/Lock)

Legt die Achsen zweier zylindrischer Flächen übereinander und sperrt gleichzeitig die Drehung der Komponenten um die gemeinsame Achse. Dieser Typ wird häufig verwendet, wenn eine Schraube in einer Bohrung vollständig zwangsbedingt werden soll.



Einpassen (Fit)

Richtet die Achsen von zwei zylindrischen oder konischen Flächen mit gleichen Radien zueinander aus. Werden die Radien im Nachhinein geändert und sind nicht mehr gleich, wird die Zwangsbedingung aufgehoben.



Bindung (Bond)

Fixiert die Position zweier Komponenten fest zueinander



Mittelpunkt (Center)

Ein oder zwei Objekte werden zwischen einem Objektpaar (1 zu 2; 2 zu 2) zentriert bzw. ein Objektpaar wird an einem anderen Objekt zentriert (2 zu 1).



Winkel (Angle)

Definiert einen Winkel zwischen zwei Objekten



Zwei Komponenten sollten immer gemäß ihrer realen physischen Beziehungen zueinander zwangsbedingt werden. Dabei müssen nicht alle Komponenten vollständig bestimmt werden. Zwei zueinander unbewegliche Komponenten werden in der Regel vollständig bestimmt. Bei zueinander beweglichen Teilen bleibt der entsprechende Freiheitsgrad oft frei.

Zwangsbedingungen im Baugruppen-Navigator



Die in einer Baugruppe vorhandenen Zwangsbedingungen sind im *Baugruppen-Navigator* sichtbar.

Mit einem Doppelklick kann eine Zwangsbedingung editiert werden.

Das Entfernen des grünen Hakens deaktiviert die Zwangsbedingung.

Baugruppen-Navigator						
Beschreibender Teilname		Info	S.	G.	P.	Anzahl
Schnitte						
- ☒ bg_Winkel (Reihenfolge: Chronologisch)						4
- ☒ Zwangsbedingungen						2
☒ Fixieren (WINKEL)						
☒ Konzentrisch (WINKEL, HUELSE)						
☒ Winkel						
☒ Hulse						
☒ Hulse						

In der Spalte *Position* wird angezeigt, ob eine Komponente vollständig (schwarzer Kreis), teilweise (halb ausgefüllter Kreis) oder gar nicht (weißer Kreis) mit Zwangsbedingungen versehen ist.

Wird die Spalte *Position* nicht angezeigt, muss diese eingeblendet werden:

⇒ RMT auf den freien Bereich oder den Tabellenkopf ⇒ Spalten ⇒ *Position*

Zwangsbedingungsnavigator



Weiterhin werden die Zwangsbedingungen in einem separaten *Zwangsbedingungsnavigator* aufgelistet.

Unter jeder Zwangsbedingung sind die dazugehörigen Komponenten aufgelistet.

Die Darstellung im Zwangsbedingungsnavigator lässt sich über verschiedene *Gruppierungen* anpassen.

⇒ RMT auf Tabellenkopf

⇒ *Nach Komponenten gruppieren*
(Group by Components)

Zwangsbedingungsnavigator			
Name (Nach Zwangsbedingungen gruppieren)	S..	R..	G.
- Aktives Teil			
+ Fixieren (WINKEL)			✓
+ Winkel			
+ Konzentrisch (WINKEL, HUELSE)			✓
+ Winkel			
+ Huelse			

Zwangsbedingungsnavigator			
Name (Nach Komponenten gruppieren)	S..	R..	G.
- Aktives Teil			
+ Huelse			
+ Konzentrisch (WINKEL, HUELSE)			✓
+ Winkel			
+ Fixieren (WINKEL)			✓
+ Konzentrisch (WINKEL, HUELSE)			✓

Anzeigen von Zwangsbedingungen im Grafikbereich

Zwangsbedingungen werden zusätzlich im Grafikbereich als blaue Symbole angezeigt. Diese Symbole können im Baugruppen-Navigator ein- und ausgeblendet werden.

⇒ RMT auf Zwangsbedingungen

⇒ *Zwangsbedingungen im Grafikfenster anzeigen*

Baugruppen-Navigator					
Beschreibender Teilname	Info	S..	G.	P..	Anzahl
Schnitte					
+ bg_Winkel (Reihenfolge: Chronologisch)					4
+ Zwangsbedingungen					2
Zwangsbedingungen im Grafikfenster anzeigen ✓ Unterdrückte Zwangsbedingungen im Grafikfenster anzeigen Verbundene Geometrie laden Neue Zwangsbedingungsgruppe...					

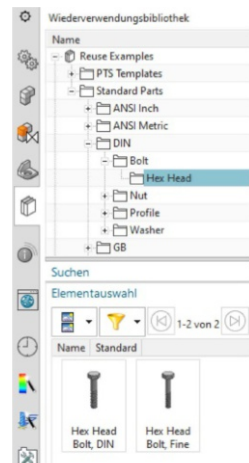
5.4 Wiederverwendungsbibliothek und Standardteile



Standardteile werden in NX über die *Wiederverwendungsbibliothek* (Reuse Library) ausgewählt und über die *Elementauswahl* eingefügt.

Das Einfügen kann per Doppelklick erfolgen. In diesem Fall muss die richtige Komponente manuell aus einer Liste ausgewählt werden.

Alternativ dazu kann ein Standardteil auch per Drag-and-Drop direkt auf das dazugehörige Element gezogen werden. So kann z. B. eine Schraube direkt auf eine Bohrung gezogen werden. Der Schraubendurchmesser wird in diesem Fall automatisch ermittelt. Weiterhin können dabei auch die Zwangsbedingungen automatisch erzeugt und das Standardteil gemustert werden.



Speichern von Standardteilen

Standardteile werden beim Speichern der Baugruppe gespeichert. Die Teile werden jedoch nicht im Ordner der Baugruppe gespeichert, sondern in einem separaten Verzeichnis.



Dieses Verzeichnis kann in den *Anwenderstandards* geändert werden (s. [Abschnitt 1.9](#)).

Datei ⇒ Dienstprogramme ⇒ *Anwenderstandards*

⇒ Gateway ⇒ Wiederverwendungsbibliothek

⇒ Wiederverwendbare Komponente ⇒ *Teilefamilienspeicherverzeichnis*

5.5 Ladeoptionen für Baugruppen

Eine Baugruppe wird nur dann vollständig geöffnet, wenn alle dazugehörigen Komponenten geladen werden können. Treten beim Laden der Komponenten Probleme auf, sollten zuerst die *Ladeoptionen* überprüft werden.



Datei ⇒ *Ladeoptionen für Baugruppen*
(*Assembly Load Options*)

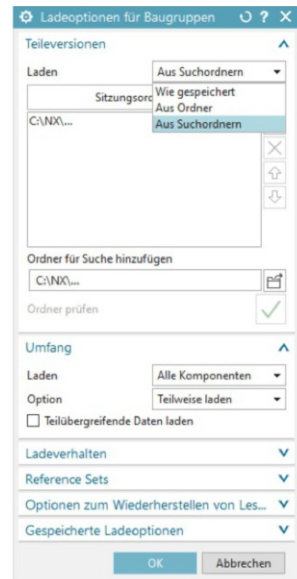
Hier können für das *Laden* der Einzelteile folgende Optionen gewählt werden:

Wie gespeichert: NX sucht in dem absoluten Dateipfad, in dem die jeweiligen Komponenten beim letzten Speichern gespeichert wurden. Diese Option sollte zuerst versucht werden.

Aus Ordner: Die Komponenten werden aus dem gleichen Verzeichnis geladen, in dem auch die Baugruppendatei gespeichert ist.

Aus Suchordnern: Es können mehrere Verzeichnisse definiert werden, aus denen die Komponenten geladen werden sollen. Drei Punkte (...) am Ende des Verzeichnispfades erlauben das automatische Durchsuchen der jeweiligen Unterordner.

Zusätzlich können weitere Ladeoptionen wie der Ladeumfang und das Ladeverhalten definiert werden.



5.6 Zusammenbau des Winkels



Der gesamte Zusammenbau des Winkels ist auch im Video dargestellt.



1. *Erstellen einer neuen Datei (Baugruppe) (Assembly)*

Strg+N

Dateiname ⇒ **bg_Winkel**



2. *Komponente hinzufügen (Add Component)*

⇒ Register Baugruppen ⇒ *Hinzufügen (Add)*

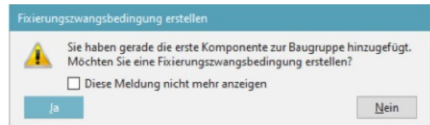
Der Dialog wird nach dem Erstellen der neuen Datei ggf. automatisch geöffnet.



⇒ *Öffnen* ⇒ **Winkel**

Baugruppenposition ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

Nach dem Einfügen der ersten Komponente wird der Dialog zum automatischen *Fixieren* der Komponente geöffnet. Dieser wird mit *Ja* bestätigt.



Die Zwangsbedingung *Fixieren* ist nun im Baugruppen-Navigator zu sehen.



3. *Komponente hinzufügen (Add Component)*



⇒ *Öffnen* ⇒ **Hülse**

Baugruppenposition ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

Platzierung ⇒ **Pro Bewegung**



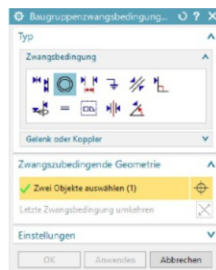
4. *Baugruppenzwangsbedingungen (Assembly Constraints)*



Konzentrisch (Concentric)

⇒ Hintere Kreiskante des Zylinders am Winkel wählen

⇒ Hintere Kreiskante der Bohrung an der Hülse wählen



Durch die konzentrische Zwangsbedingung werden beide Kreiskanten konzentrisch in der gleichen Ebene gesetzt.



5.7 Komponenten spiegeln

Analog zur Modellierung von Einzelteilen können auch in der Arbeit mit Baugruppen geschickt Symmetrien genutzt werden, um den Arbeitsaufwand zu reduzieren. Im Folgenden wird die Hülse an der Symmetrieebene des Winkels gespiegelt.



1. Baugruppe spiegeln (*Mirror Assembly*)

Es öffnet sich der Assistent (Wizard) zum Spiegeln von Baugruppen.



Komponenten auswählen

⇒ **Hülse**



Ebene auswählen



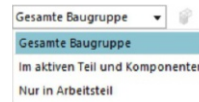
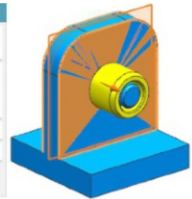
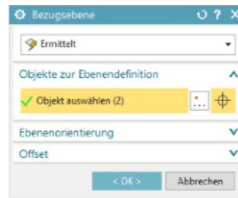
⇒ *Bezugsebene erzeugen*

Typ ⇒ **Ermittelt**

⇒ Auswahl der beiden großen vertikalen Flächen des Winkels

Die Ebene wird somit mittig zwischen den Flächen platziert.

Für die Auswahl der beiden Flächen des Winkels muss der Auswahlbereich auf *Gesamte Baugruppe* (*Entire Assembly*) umgestellt werden.



Zur Spiegelung können auch vorhandene Ebenen des Modells verwendet werden. Ebenen anderer Komponenten müssen ggf. durch eine Ersetzung des jeweiligen Reference Sets in **Ganzes Teil** (s. [Abschnitt 5.9](#)) eingeblendet werden.



Namensstrategie

Namensregel ⇒ **Präfix**

Verzeichnisregel ⇒ **gleiches Verzeichnis wie die Quelle**



Spiegelungs-Setup



⇒ *Wiederverwenden und neu positionieren*



Soll die gespiegelte Komponente nicht wiederverwendet werden, sondern auch in sich gespiegelt werden, muss die assoziative Spiegelung gewählt werden. Wird keine assoziative Spiegelung gewählt, sind die gespiegelte Komponente und die Ursprungskomponente nicht assoziativ miteinander verbunden.

Wird die Komponente wiederverwendet, sind die zuvor eingestellten Namens- und Verzeichnisregeln irrelevant.

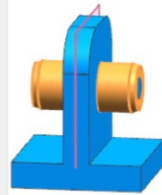
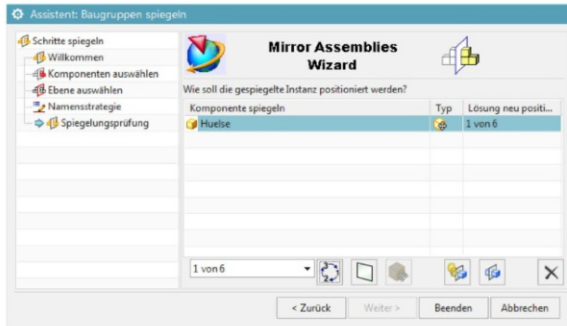


Spiegelungsprüfung



⇒ *Neu positionierte Lösungen durchlaufen*

Hier können die verschiedenen Ergebnisse der Spiegelung einzeln durchlaufen werden.



⇒ *Beenden*



2. Bezugsebene auf Layer 61 verschieben

Die bei der Spiegelung erzeugte Ebene wurde im Teile-Navigator der Baugruppe abgelegt und wird analog zur Einzelteilmodellierung auf den dafür vorgesehenen Layer verschoben.



3. Ausblenden von Layer 61



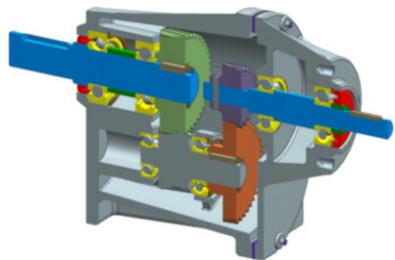
4. Speichern

5.8 Zusammenbau des Getriebes

In diesem Abschnitt wird der Zusammenbau des Getriebes beschrieben. Das Getriebe wird aus fünf Unterbaugruppen aufgebaut.

Dabei werden verschiedene Standardteile aus der Wiederverwendungsbibliothek verwendet.

Die Dichtung wird innerhalb der Unterbaugruppe des antriebsseitigen Gehäuses erstellt.



Die verwendeten Passfedern und Sicherungsringe können im Download-Bereich des Verlags Springer Vieweg heruntergeladen werden (s. [Kapitel 1](#)).

Unterbaugruppe „bg_Antriebswelle“

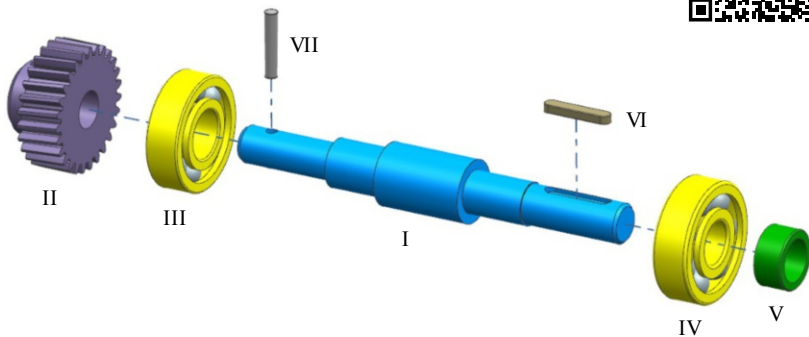
Am Beispiel der Unterbaugruppe der Antriebswelle wird der Zusammenbau einer Baugruppe Schritt für Schritt erklärt.

Vorgehensweise:

- I. Antriebswelle
- II. Zahnrad_27_15
- III. Rillenkugellager_17_40
- IV. Rillenkugellager_15_42
- V. Huelle_15_21
- VI. Passfeder_ISO_2491_25x5x3_A
- VII. Kegelstift (Taper Pin, A, GB,4x24)



Der Zusammenbau dieser Unterbaugruppe ist auch im Video dargestellt.



Strg+N

1. Erstellen einer neuen Datei (Baugruppe) (Assembly)

Dateiname ⇒ **bg_Antriebswelle**

I. Antriebswelle



1. Komponente hinzufügen (Add Component)



⇒ Öffnen ⇒ **Antriebswelle**

Baugruppenposition ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

Platzierung ⇒ **Pro Bewegung**



2. Fixieren (Fix)

Die Antriebswelle wird nach dem Einfügen automatisch fixiert.

II. Zahnrad_27_15



1. Komponente hinzufügen (Add Component)

⇒ **Zahnrad_27_15**

Baugruppenposition ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

Platzierung ⇒ **Pro Bewegung**



2. Baugruppenzwangsbedingungen (Assembly Constraints)



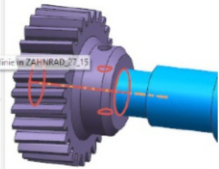
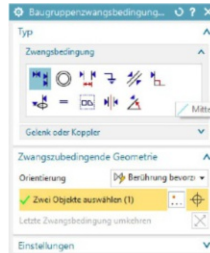
Berührung/Ausrichtung
(Touch Align)

⇒ Mittellinie der Zahnradbohrung wählen

⇒ Mittellinie der Welle wählen



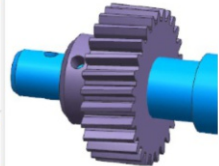
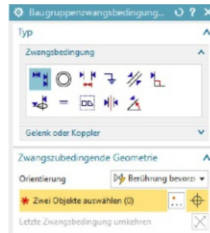
⇒ Ggf. letzte Zwangsbedingung umkehren



Die Mittellinie einer zylindrischen Mantelfläche wird angezeigt, wenn der Cursor über diese Fläche bewegt wird.



Bei geöffnetem Zwangsbedingungsdialog kann das Zahnrad gemäß seiner offenen Freiheitsgrade durch Halten der LMT verschoben werden. Dies erleichtert oft die Positionierung einer Komponente.

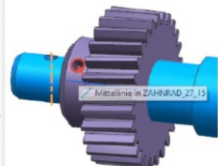
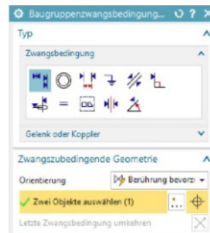


Berührung/Ausrichtung

⇒ Mittellinie der Bohrung der Welle wählen

⇒ Mittellinie der Bohrung des Zahnrades wählen

Das Zahnrad ist somit vollständig positioniert.



III. Rillenkugellager_17_40



1. Komponente hinzufügen

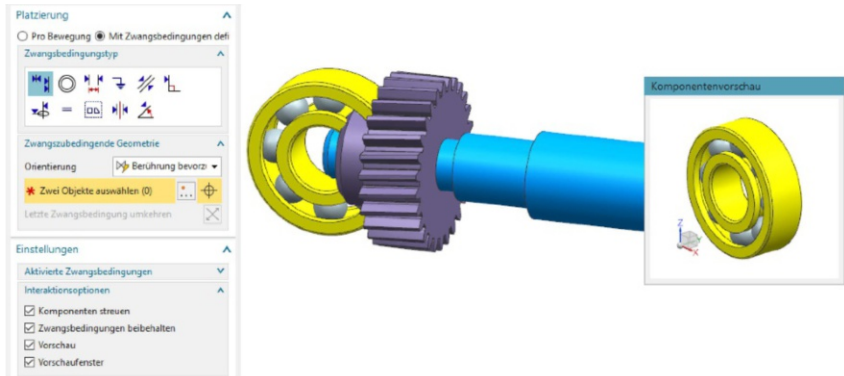
⇒ **Rillenkugellager_17_40**

Baugruppenposition ⇒ **Absolut - Aktives Teil**

Platzierung ⇒ **Mit Zwangsbedingungen definieren**

Der Dialog wird um die Zwangsbedingungen erweitert. Die eingefügte Komponente kann nun direkt im Hauptfenster platziert werden.

In den *Interaktionsoptionen* kann die *Vorschau* der Komponente im Hauptfenster sowie die Anzeige eines *Vorschaufensters* aktiviert bzw. deaktiviert werden. Die Auswahl von Geometrieelementen kann auch im Vorschaufenster erfolgen.



Berührung/Ausrichtung

⇒ Mittellinie des Rillenkugellagers

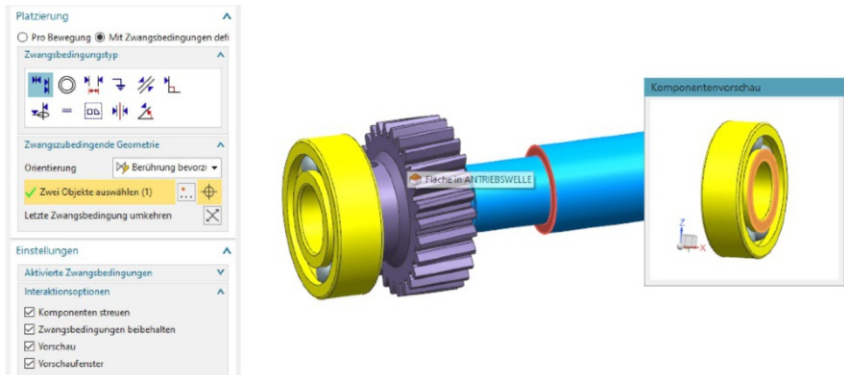
⇒ Mittellinie des Wellenabsatzes



Berührung/Ausrichtung

⇒ Seitenfläche des Rillenkugellagers

⇒ Absatzfläche der Welle



⇒ Ggf. letzte Zwangsbedingung umkehren

Da das Rillenkugellager rotationssymmetrisch ist, muss es nicht unbedingt vollständig zwangsbedingt werden.

Alternativ zur hier dargestellten Positionierungsmethode kann die Platzierung auch wie bereits bekannt über *Pro Bewegung* erfolgen. Das Ergebnis ist identisch.

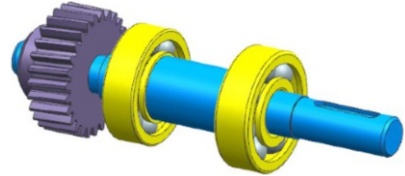
IV. Rillenkugellager_15_42



1. *Komponente hinzufügen*

⇒ **Rillenkugellager_15_42**

Die Positionierungsmethode und die Zwangsbedingungen können selbstständig gewählt werden.



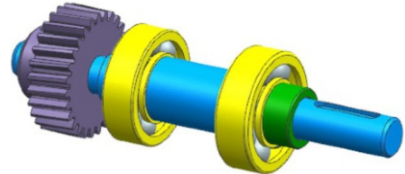
V. Huelle_15_21



1. *Komponente hinzufügen*

⇒ **Huelle_15_21**

Die Hülse wird ebenfalls selbstständig positioniert.



VI. Passfeder_ISO_2491_25x5x3_A



1. *Komponente hinzufügen*

⇒ **Passfeder_ISO_2491_25x5x3_A**



Konzentrisch

⇒ Kreiskante der Passfeder

⇒ Kreiskante der Passfedernut



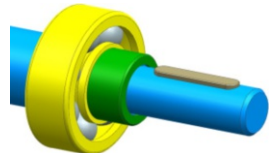
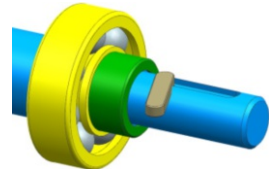
⇒ Ggf. *letzte Zwangsbedingung umkehren*



Berührung/Ausrichtung

⇒ Seitenfläche der Passfeder

⇒ Seitenfläche der Passfedernut



VII. Kegelstift (Taper Pin, A, GB,4x24)

1. Kegelstift einfügen

Der Kegelstift wird aus der *Wiederverwendungsbibliothek* eingefügt.



Wiederverwendungsbibliothek
(Reuse Library)

⇒ Reuse Examples ⇒ Standard Parts

⇒ GB ⇒ Pin ⇒ Tapered

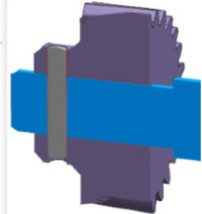
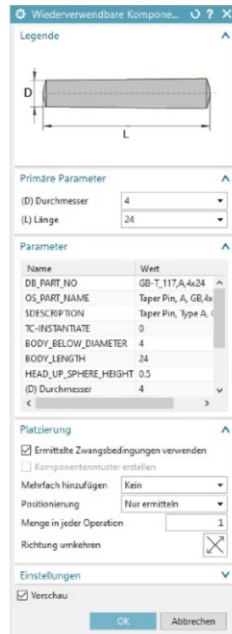
Elementauswahl (Member Select)

⇒ **Taper Pin, A, GB**

Der Pin wird aus der Elementauswahl direkt auf die Bohrung des Zahnrades gezogen. Der Durchmesser wird dabei automatisch erkannt und es muss nur die Länge festgelegt werden.

(L) Länge ⇒ **24**

⇒ *Ermittelte Zwangsbedingungen verwenden* aktivieren



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*



Der eingefügte Stift wird nicht in dem gleichen Ordner wie die Baugruppe gespeichert, sondern in einem separaten Verzeichnis (s. [Abschnitt 5.4](#)).

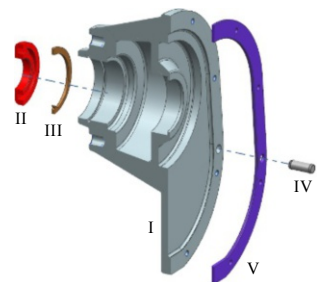


Über *Schnitt bearbeiten* kann in der Baugruppe analog zum Modellieren eines Einzelteils jederzeit ein Schnitt verwendet werden (s. [Abschnitt 1.8](#)).

Unterbaugruppe „bg_Gehaeuse_Antrieb“

Vorgehensweise:

- I. Gehaeuse_Antriebsseite (fixiert)
- II. RWDR_21_42
- III. Sicherungsring_ANSI_B27.7M_42_innen
- IV. Zylinderstift (Parallel Pin, h8, JIS,6x16)
- V. Erzeugen der Dichtung





2. Erstellen einer neuen Datei (Baugruppe)

Strg+N

Dateiname $\Rightarrow$ **bg_Gehauese_Antrieb**

Die ersten drei Komponenten können selbstständig in die Baugruppe eingefügt werden. Das Gehäuse wird dabei als erste Komponente fixiert.



Nach dem Einfügen des Gehäuses werden ggf. auch die dazugehörigen Flächen angezeigt. Diese können zunächst über die **Layer-Einstellungen** ausgeblendet werden. Die Ursache für die Darstellung der Flächen sowie die notwendigen Anpassungen im Modell werden ausführlich in [Abschnitt 5.9](#) beschrieben.

IV. Zylinderstift (Parallel Pin, h8, JIS,6x16)

1. Zylinderstift einfügen

Der Zylinderstift wird aus der *Wiederverwendungsbibliothek* eingefügt.



Wiederverwendungsbibliothek

$\Rightarrow$ Reuse Examples $\Rightarrow$ Standard Parts

$\Rightarrow$ JIS $\Rightarrow$ Pin $\Rightarrow$ Parallel

Elementauswahl

$\Rightarrow$ **Parallel Pin, h8, JIS**

Der Pin wird aus der Elementauswahl direkt auf die Bohrung gezogen.

(L) Länge $\Rightarrow$ **16**

$\Rightarrow$ *Ermittelte Zwangsbedingungen verwenden*



$\Rightarrow$ Ggf. Richtung umkehren



2. Baugruppe spiegeln (Mirror Assembly)

Der eingefügte Pin wird selbstständig an einer zu erzeugenden Symmetrieebene gespiegelt.

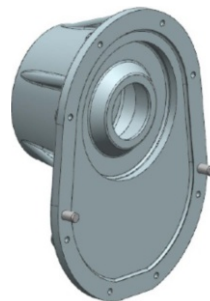
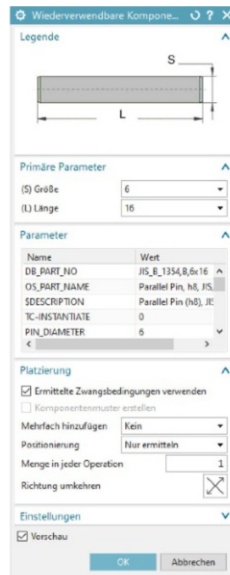
Alternativ kann der Pin auch neu eingefügt werden.



3. Ebene auf Layer 61 verschieben



4. Ausblenden von Layer 61



V. Erzeugen der Dichtung

Die Dichtung soll auf Basis der Flächengeometrie der Flanschfläche des antriebsseitigen Gehäuses erzeugt werden. Daher wird die Flächengeometrie assoziativ mit der des Gehäuses verknüpft. Dies erfolgt innerhalb der Baugruppe über den *WAVE-Geometrie-Linker (WAVE Geometry Linker)*. Somit muss keine neue Skizzengeometrie erstellt werden.

Mit dem WAVE-Geometrie-Linker können aus Einzelteilen heraus nahezu alle Geometrieelemente assoziativ in andere Bauteile kopiert werden. Daher wird diese Vorgehensweise auch als Interpart-Modellierung bezeichnet. Die kopierte WAVE-Geometrie wird als Formelement im Teile-Navigator der aktiven Komponente abgelegt.



1. Neue Komponente erzeugen

⇒ Register Baugruppen ⇒ *Neu erzeugen (Create New)*

⇒ *Modell*

Dateiname ⇒ **Dichtung**

Das Dialogfenster *Neue Komponente erzeugen* kann ohne eine Auswahl bestätigt werden.



2. Fixieren der erzeugten Komponente



Es wird empfohlen, die erzeugte Komponente zu fixieren, damit diese ortsfest ist und später nicht mehr verschoben werden kann.



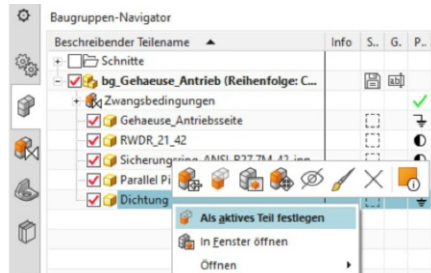
3. Dichtung als aktives Teil festlegen

⇒ Doppelklick auf Dichtung im Baugruppen-Navigator

Alternativ:

⇒ RMT auf Dichtung

⇒ *Als aktives Teil festlegen (Make Work Part)*



Die Dichtung ist nun als aktives Teil innerhalb der Baugruppe geöffnet und es kann mit der Modellierung der Dichtung begonnen werden. Die Baugruppe wird dabei weiterhin dargestellt, jedoch jetzt heller und transparent.

Über *In Fenster öffnen (Open in Window)* kann die Dichtung auch in einem neuen Fenster geöffnet werden und wird dort ohne die Baugruppe dargestellt.



4. WAVE-Geometrie-Linker

⇒ Register Baugruppen

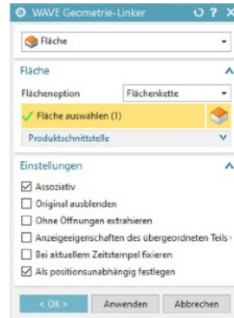
⇒ WAVE-Geometrie-Linker

Typ ⇒ **Fläche**

⇒ Auswählen der Flanschfläche

⇒ Assoziativ

⇒ Als positionsunabhängig festlegen



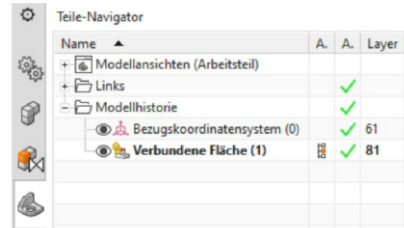
Durch die Option **Als positionsunabhängig festlegen** kann der erstellte Körper später unabhängig von der Position der Ursprungsfläche verschoben werden.



Die verbundene Fläche wird im Teile-Navigator abgelegt und kann mit einem Doppelklick editiert werden. Hier kann in den Einstellungen auch die Assoziativität entfernt werden. Wird die Assoziativität einmal entfernt, kann sie nicht wieder hergestellt werden.



5. Verschieben der verlinkten Fläche auf Layer 81

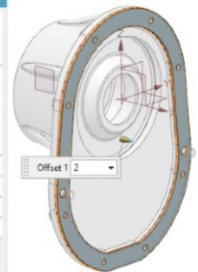
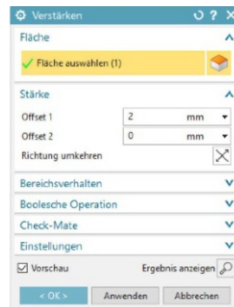


6. Verstärken (Thicken)

⇒ Verbundene Fläche wählen

Offset 1 ⇒ **2**

Offset 2 ⇒ **0**



7. Kantenverrundung

⇒ Kurvenregel ⇒ *Körperkanten (Body Edges)*

⇒ Beliebige Kante des Körpers auswählen

Somit werden alle Kanten des Körpers verrundet.

Radius 1 ⇒ **0.5**



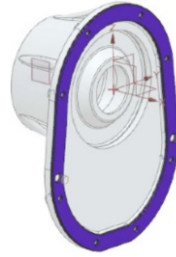
8. Farbe zuweisen

⇒ **Lila**

Strg+J



9. Materialien zuweisen

⇒ **Polyurethane-Hard**

10. Baugruppe als aktives Teil festlegen

⇒ Doppelklick auf **bg_Gehauese_Antrieb** im Baugruppen-Navigator

11. Reference Set der Dichtung ersetzen

Nach dem Erstellen einer neuen Komponente wird diese ggf. im Reference Set *Ganzes Teil* dargestellt. Dieses beinhaltet **alle** Elemente der Komponente.

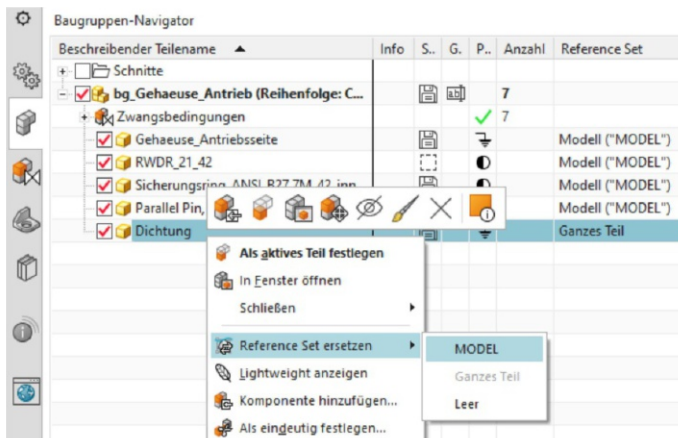
Auf Baugruppenebene sollte jedoch nur die Volumengeometrie des Reference Sets *Modell* dargestellt werden, um die Baugruppe nicht mit unnötigen Elementen zu überladen.

Ist bereits das Reference Set *Modell* ausgewählt, kann dieser Schritt ignoriert werden. Andernfalls wird das dargestellte Reference Set geändert:

⇒ RMT auf Dichtung ⇒ *Reference Set ersetzen* (Replace Reference Set)

⇒ MODEL

Die Arbeit mit Reference Sets wird ausführlicher in Abschnitt 5.9 erläutert.



12. Speichern

Damit ist die Baugruppe fertiggestellt und kann gespeichert werden.

Unterbaugruppe „bg_Gehaeuse_Abtrieb“

Vorgehensweise:

- I. Gehäuse_Abtriebsseite (fixiert)
- II. RWDR_30_42
- III. Sicherungsring_ANSI_B27.7M_52_innen
- IV. Sicherungsring_ANSI_B27.7M_42_innen
- V. Schraube (Hex Head Bolt, DIN,M4x25)



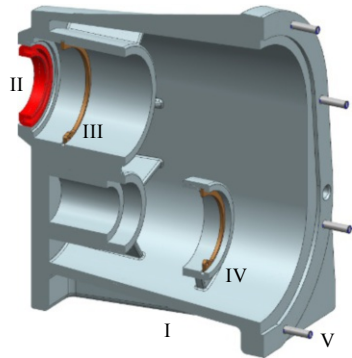
Strg+N

1. Erstellen einer neuen Datei
(Baugruppe)

Dateiname ⇒ **bg_Gehaeuse_Abtrieb**

Die ersten vier Komponenten können selbstständig in die Baugruppe eingefügt werden.

Das Gehäuse wird wieder als erste Komponente fixiert.



V. Schraube (Hex Head Bolt, DIN,M4x25)

1. Schraube einfügen

Die Schraube wird aus der *Wiederverwendungsbibliothek* eingefügt.



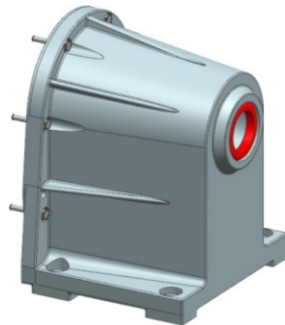
Wiederverwendungsbibliothek

⇒ Reuse Examples ⇒ Standard Parts

⇒ DIN ⇒ Bolt ⇒ Hex Head

Elementauswahl

⇒ **Hex Head Bolt, DIN**



Die Schraube wird aus der Elementauswahl direkt auf eine Bohrung des Gehäuses gezogen.

(L) Länge ⇒ **25**

⇒ *Ermittelte Zwangsbedingungen verwenden* aktivieren

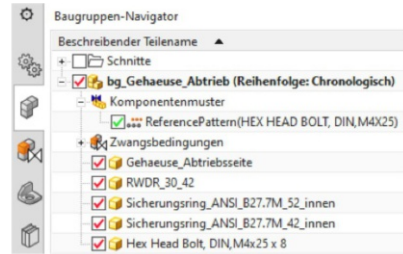
⇒ *Komponentenmuster erstellen* aktivieren



⇒ Ggf. *Richtung umkehren*

Das Bohrungsmuster wird automatisch erkannt und es werden acht Schrauben inkl. Zwangsbedingungen hinzugefügt.

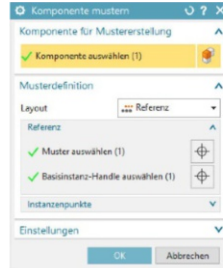
Das *Komponentenmuster* wird im Baugruppen-Navigator abgelegt.



Mit einem Doppelklick kann das Komponentenmuster editiert werden.

Es wird der Dialog *Komponente muster* (*Pattern Component*) geöffnet.

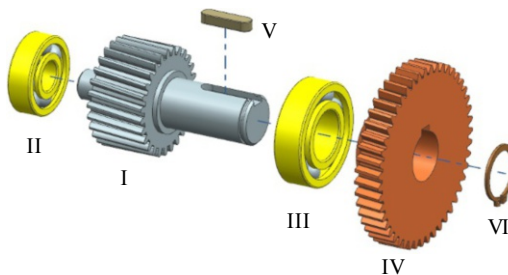
Mit dieser Funktion können auch einfache lineare und kreisförmige Muster von Komponenten erstellt werden.



Unterbaugruppe „bg_Zwischenwelle“

Die Baugruppe kann selbstständig gemäß der folgenden Vorgehensweise erstellt werden:

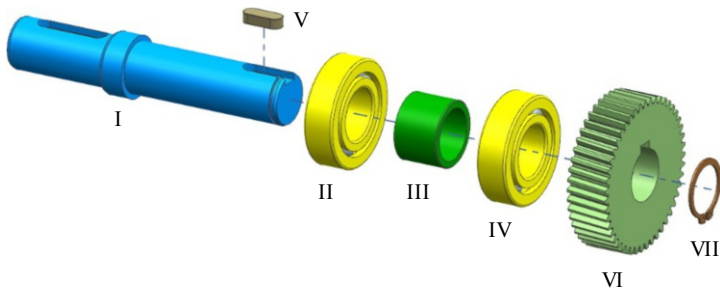
- I. Ritzelwelle (fixiert)
- II. Rillenkugellager_12_32
- III. Rillenkugellager_20_42
- IV. Zahnrad_47_106
- V. Passfeder_ISO_2491_22x6x4_A
- VI. Sicherungsring_ANSI_B27.7M_20_aussen



Unterbaugruppe „bg_Abtriebswelle“

Diese Baugruppe kann ebenfalls selbstständig gemäß der folgenden Vorgehensweise erstellt werden:

- I. Abtriebswelle (fixiert)
- II. Rillenkugellager_25_52
- III. Huelle_25_32
- IV. Rillenkugellager_25_52
- V. Zahnrad_47_20
- VI. Passfeder_ISO_2491_20x8x5_A
- VII. Sicherungsring_ANSI_B27.7M_25_aussen

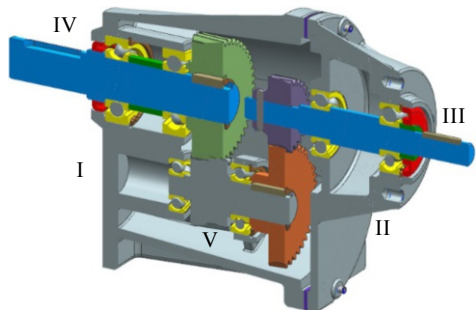


Gesamte Baugruppe „bg_Getriebe“

Die gesamte Baugruppe besteht aus den fünf erstellten Unterbaugruppen. Der Zusammenbau des Getriebes erfolgt selbstständig anhand der gegebenen Vorgehensweise.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Zwangsbedingungen die Einbausituation realistisch widerspiegeln und nur die Komponenten miteinander in Beziehung gesetzt werden, welche auch in der Realität miteinander verbunden wären. Auf die Verwendung der Zahnflanken sollte dabei jedoch verzichtet werden.

- I. bg_Gehaeuse_Abtrieb (fixiert)
- II. bg_Gehaeuse_Antrieb
- III. bg_Antriebswelle
- IV. bg_Abtriebswelle
- V. bg_Zwischenwelle



5.9 Reference Sets



Reference Sets sind neben Layern eine weitere Möglichkeit, Modelle zu strukturieren. Sie sind den Layern übergeordnet und werden vor allem bei der Erstellung von Baugruppen verwendet.

Viele Geometrieelemente von Einzelteilen sind für die Arbeit in einer Baugruppe irrelevant und müssen somit dort nicht dargestellt werden. Zu diesen Elementen zählen z. B. Kurven, Skizzen, Bezugsebenen oder Flächen.

Auf Baugruppenebene werden nur die Elemente eines Einzelteils bzw. einer Komponente dargestellt, die in dem jeweils ausgewählten Reference Set abgelegt sind.

Standardmäßig enthält ein Einzelteil folgende Reference Sets:

- Leer* leeres Set, enthält keine Geometrie
- Modell* enthält nur Volumen- und Flächenkörper
- Ganzes Teil* enthält alle Geometrieelemente einer Komponente

Neben diesen Reference Sets können auch eigene erstellt werden.

Im Folgenden werden die grundlegenden Operationen zur Verwendung mit Reference Sets am Beispiel der Unterbaugruppe **bg_Gehaeuse_Antrieb** erläutert.

Reference Sets ersetzen

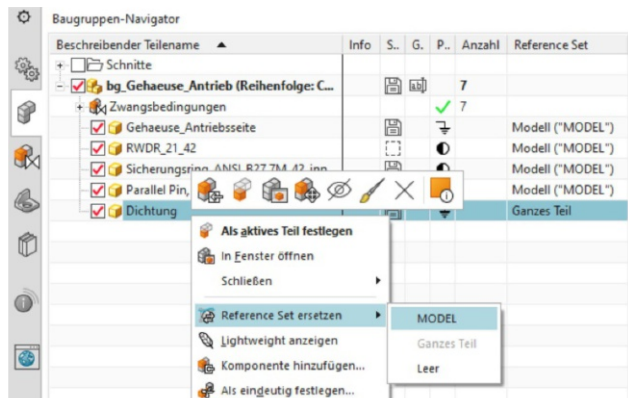
Das in einer Baugruppe dargestellte Reference Set einer Komponente wird im Baugruppen-Navigator angezeigt.

Auf Baugruppenebene sollte ausschließlich die Volumengeometrie des Reference Sets *Modell* dargestellt werden. Die dargestellten Reference Sets können für jede Komponente individuell ersetzt werden.



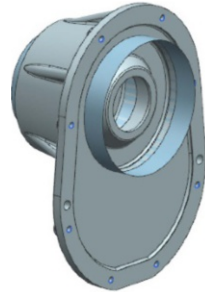
⇒ RMT auf eine Komponente

⇒ *Reference Set ersetzen*
(Replace Reference Set)



Reference Sets bearbeiten

Der Inhalt eines Reference Sets wird in der jeweiligen Komponente bearbeitet. Am Beispiel des Gehäuses der Antriebsseite ist zu sehen, dass das Reference Set *Modell* die Volumen- und die Flächegeometrie enthält. Dies ist in NX standardmäßig eingestellt.



Beim Einfügen des Gehäuses in eine Baugruppe wird somit auch die Flächegeometrie dargestellt. In diesem Fall sind auch die Layer, auf denen die Flächegeometrie liegt, auswählbar.

Es wird empfohlen, Flächegeometrie direkt oder im Anschluss an die Modellierung eines Bauteils aus dem Reference Set *Modell* zu entfernen, sodass dieses nur den für die Baugruppe relevanten Volumenkörper des Bauteils enthält. Dadurch wird im Vorfeld ausgeschlossen, dass auf Baugruppenebene für die Baugruppe nicht relevante Geometrie angezeigt wird.

Im Folgenden wird die Flächegeometrie aus dem Reference Set *Modell* des Gehäuses der Antriebsseite entfernt.



1. Öffnen

Dateiname ⇒ **Gehaeuse_Antriebsseite**



2. Layer 81 und 82 einblenden

Strg+L

Um die Flächen auswählen zu können, müssen zunächst die relevanten Layer eingeeblendet werden.



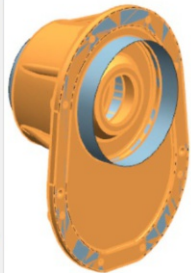
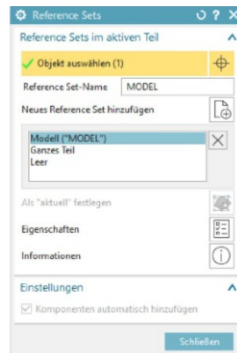
3. Reference Sets

⇒ Menü ⇒ Format ⇒ *Reference Sets*

⇒ Modell ("MODEL")

⇒ Abwählen der beiden Flächen
(Shift-Taste gedrückt halten)

Nach dem Abwählen der Flächen sollte in dem Reference Set *Modell* nur noch der Volumenkörper vorhanden sein.



Alternativ können auch zunächst alle Elemente abgewählt und anschließend nur der Volumenkörper wieder hinzugefügt werden. Dazu sollten alle Layer eingeeblendet sein, um auch alle relevanten Elemente auswählen zu können.



4. Speichern

5.10 Anordnungen



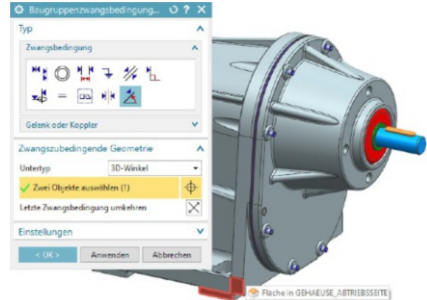
Mit Hilfe von *Anordnungen (Arrangements)* können in einer Baugruppe verschiedene Positionen von Komponenten abgebildet werden. Im folgenden Beispiel wird für die Baugruppe **bg_Getriebe** eine Anordnung erstellt, in der die Passfedernuten der beiden Wellen nach oben zeigen und eine Anordnung, in der sie nach vorn zeigen.



Die obere Fläche der Passfeder der Antriebswelle wird hierzu über die Zwangsbedingung *Winkel* mit der vorderen Fläche des Gehäusefußes in Beziehung gesetzt.



Weiterhin soll die Passfeder der Antriebswelle *parallel* zur Passfedernut der Abtriebswelle sein. Somit haben die Wellen die gleiche Ausrichtung.



1. Anordnungen (Arrangements)

⇒ Menü ⇒ Baugruppen ⇒ *Anordnungen*



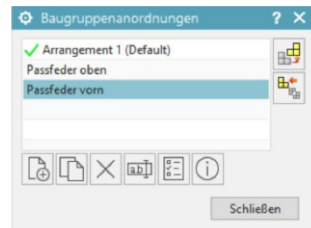
Neue Anordnung

⇒ **Passfeder oben**



Neue Anordnung

⇒ **Passfeder vorn**



2. In Anordnungen bearbeiten

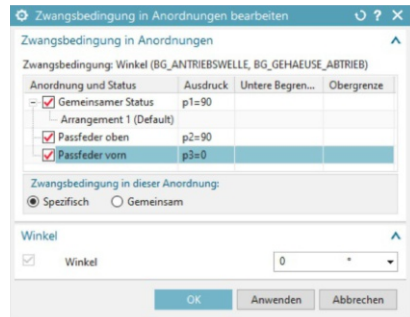
⇒ RMT auf Zwangsbed. Winkel

⇒ *In Anordnungen bearbeiten*
(Edit in Arrangements)

Passfeder oben ⇒ Spezifisch ⇒ **90**

Passfeder vorn ⇒ Spezifisch ⇒ **0**

Der Winkel nimmt somit für die verschiedenen Anordnungen einen spezifischen Wert an.

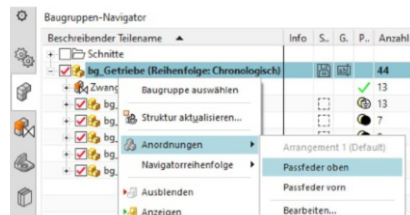


3. Anordnungen auswählen

⇒ RMT auf bg_Getriebe

⇒ *Anordnungen (Arrangements)*

Somit kann zwischen den Anordnungen gewechselt werden.



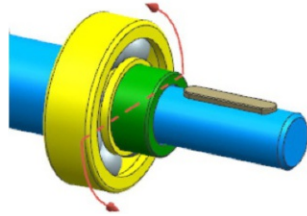
5.11 Analyse von Baugruppen

In NX stehen dem Anwender verschiedene Funktionen zur Analyse von Baugruppen zur Verfügung. Im Folgenden werden die wichtigsten Funktionen vorgestellt.

Freiheitsgrade anzeigen



Mit der Funktion *Freiheitsgrade anzeigen* (*Show Degrees of Freedom*) werden die Freiheitsgrade einer Komponente durch rote Pfeile wiedergegeben.



F5

Wird die *Ansicht aktualisiert*, werden die Pfeile wieder ausgeblendet.

Komponente verschieben und Kollisionserfassung

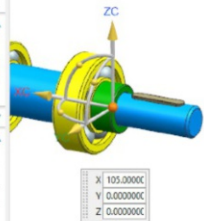
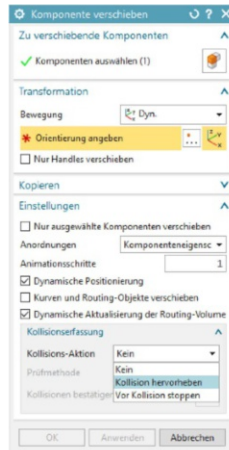


Mit der Funktion *Komponente verschieben* (*Move Component*) werden Komponenten in ihren zulässigen Freiheitsgraden verschoben.

Hierbei können Kollisionen grafisch *hervorgehoben* werden oder die Verschiebung vor einer Kollision *gestoppt* werden.



Um eine Komponente temporär zu verschieben, müssen deren Zwangsbedingungen durch Entfernen des grünen Hakens im Baugruppen-Navigators deaktiviert werden.



Kollisionsprüfung



Mit einer *Kollisionsprüfung* (*Clearance Analysis*) wird die gesamte Baugruppe auf Kollisionen und definierte Mindestabstände geprüft.

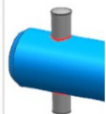


Zunächst muss ein *Neuer Satz* (*New Set*) erstellt werden, in dem die zu prüfenden Bauteile enthalten sind.

Sammlung Eins ⇒ **Alle Objekte**



Nach dem *Durchführen der Analyse* (*Perform Analysis*) werden die Kollisionen in einem Fenster angezeigt.



5.12 Explosionsansichten

Explosionsansichten dienen zur Visualisierung von Baugruppen, z. B. zum Erstellen von Montageanleitungen.



Die Funktionen zum Erstellen und Bearbeiten von Explosionsansichten sind im Dropdown-Menü *Explosionsansichten* (*Exploded Views*) zu finden. Die wichtigsten Funktionen werden im Folgenden kurz erklärt. Das Erstellen einer Explosionsansicht kann dann selbstständig ausprobiert werden.



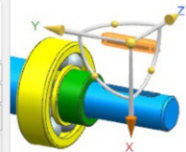
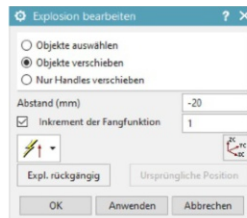
Neue Explosion (New Explosion)

Zunächst wird eine neue Explosion erstellt. *Explosion 1* kann anschließend im Dropdown-Menü ausgewählt und bearbeitet werden.



Explosion bearbeiten (Edit Explosion)

Nach dem Erstellen wird die Explosion bearbeitet. Dazu wird zunächst über *Objekte auswählen* ein Objekt bzw. eine Komponente ausgewählt und diese anschließend über *Objekte verschieben* mit Hilfe des Koordinatensystems verschoben.



Zum Verschieben der nächsten Komponente muss wieder in *Objekte auswählen* gewechselt und die aktuell gewählte Komponente durch Halten der Shift-Taste abgewählt werden. Danach kann eine neue Komponente ausgewählt und verschoben werden.



Über *Mehrfachauswahl* (*Strg*-Taste) können auch mehrere Komponenten ausgewählt und gleichzeitig verschoben werden.



Zusätzlich können *Tracelines* zwischen den Komponenten erstellt werden.



Mit der Funktion *Autom. Komponenten-Explosion* (*Auto-explode Components*) wird die Explosion automatisch erstellt. Oft muss diese jedoch manuell nachgebessert werden.

5.13 Kontrollfragen



1. Wozu dienen die Ladeoptionen von Baugruppen?
2. Nach welchem Grundsatz sollten Komponenten durch Baugruppenzwangsbedingungen zueinander positioniert werden?
3. Über welche Positionierungsoptionen können Komponenten in einer Baugruppe positioniert werden?
4. Wie werden Standardteile aus der Wiederverwendungsbibliothek in die Baugruppe eingefügt?
5. Wie werden Komponenten gespiegelt?
6. Was sind Reference Sets?
7. Wie können Durchdringungen in Baugruppen analysiert werden?
8. Wie wird eine Explosionsansicht erstellt?

6 Zeichnungserstellung

Die Erstellung von technischen Zeichnungen findet in NX in einer separaten Umgebung statt.

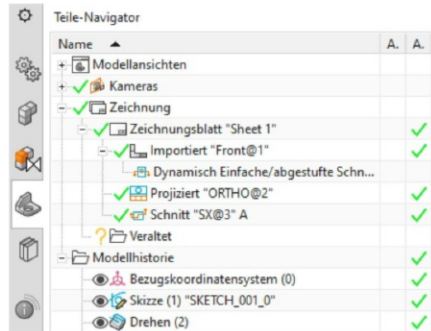


Datei ⇒ Start ⇒ *Zeichnungserstellung (Drafting)*

In dieser Umgebung stehen der Baugruppen-Navigator und der Teile-Navigator weiterhin zur Verfügung.



Neue Zeichnungsobjekte werden im *Teile-Navigator* abgelegt.



Die wesentlichen Funktionen der Zeichnungserstellung werden im Folgenden am Beispiel der **Antriebswelle** erläutert.

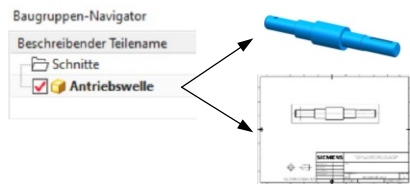
6.1 Erstellen einer Zeichnung

Für das Erstellen einer Zeichnung gibt es in NX zwei Möglichkeiten. Die Zeichnung kann modellintern erzeugt werden, wobei die Zeichnungsdaten in der prt-Datei des Modells gespeichert sind, oder die Zeichnung wird als eine separate prt-Datei erstellt, welche auf die prt-Datei des Modells referenziert.

Modellinterne Zeichnung (eine Datei)

Wird die Zeichnung modellintern erzeugt, beinhaltet **eine** prt-Datei das Modell **und** die Zeichnung.

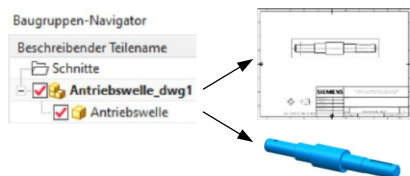
Dies ist vor allem von Vorteil, wenn ohne ein PDM-System gearbeitet wird, da die Zeichnung immer mit dem Modell verbunden ist.



Eine modellinterne Zeichnung wird erzeugt, indem bei einem geöffneten Bauteil in die Anwendung der *Zeichnungserstellung* gewechselt wird.

Separate Zeichnungsdatei (Master-Modell-Konzept)

Bei einer separaten Zeichnungsdatei liegen **zwei** Dateien vor. Die Zeichnungsdatei referenziert dabei auf die Modelldatei (Master), ähnlich wie bei einer Baugruppe. Dies wird auch als Master-Modell-Konzept bezeichnet.



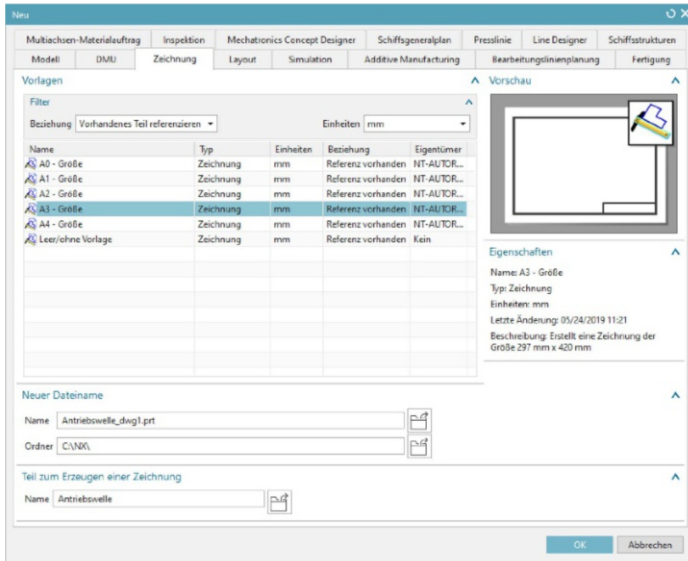


Strg+N

Die Erstellung einer separaten Zeichnungsdatei erfolgt als *neue Datei*.

Datei ⇒ Neu ⇒ *Zeichnung (Drawing)*

⇒ Erstellen einer Zeichnungsdatei mit den dargestellten Einstellungen



6.2 Anlegen eines Zeichnungsblattes

Die Zeichnung eines Bauteils besteht oft aus mehreren Zeichnungsblättern. Wird die Zeichnungserstellung aus der Konstruktionsumgebung heraus aufgerufen (modellinterne Zeichnung), erscheint beim ersten Aufruf der Dialog zum Anlegen eines neuen Zeichnungsblattes.



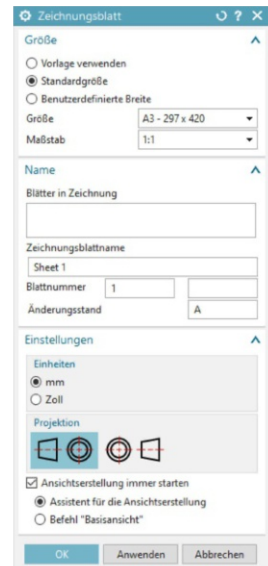
Alternativ kann der Dialog über *Neues Zeichnungsblatt (New Sheet)* aufgerufen werden.

Die Erstellung eines Zeichnungsblattes kann basierend auf einer Vorlage, einer Standardgröße oder benutzerdefiniert erfolgen.

Weiterhin können die *Einheiten* und die *Projektionsmethode* eingestellt werden.



Wird eine Vorlage verwendet, sind die Einheiten und die Projektionsmethode bereits in der Vorlage eingestellt und können an dieser Stelle nicht mehr verändert werden.



Das erstellte Zeichnungsblatt wird im Teile-Navigator abgelegt.



Über RMT $\Rightarrow$ *Blatt bearbeiten (Edit Sheet)* kann das Zeichnungsblatt analog zur Erstellung bearbeitet werden.



Auf diese Weise kann auch die **Projektionsmethode** einer Vorlage im Nachhinein geändert werden.

6.3 Vorlagen und Schriftfeld

Vorlagen für Zeichnungen werden beim Aufruf der Zeichnungsumgebung geladen. Die Basis für eine Vorlage bildet stets eine leere Zeichnungsdatei. Die Funktionen zum Erstellen von Zeichnungsvorlagen sind im Register *Werkzeuge für die Zeichnungserstellung (Drafting Tools)* zu finden.



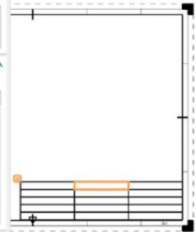
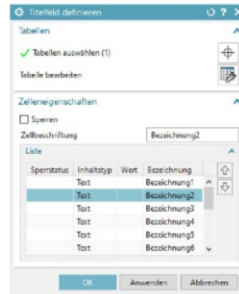
Ränder und Zonen (Borders and Zones)

Mit dieser Funktion kann einem leeren Blatt ein Rand hinzugefügt werden, welcher das Blatt in Zonen einteilt.



Titelfeld definieren (Define Title Block)

Zur Erstellung einer Vorlage kann zudem ein Schriftfeld definiert werden. Dazu muss zunächst eine Tabelle erstellt werden:



Tabellennotiz (Tabular Note)

Register Startseite $\Rightarrow$ Tabellennotiz

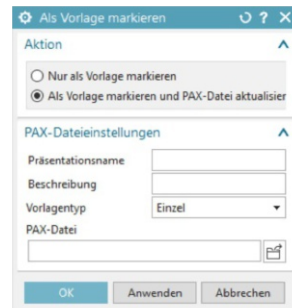


Als Vorlage markieren (Mark as Template)

Das Zeichenblatt wird anschließend als Vorlage markiert.

Wird das Zeichenblatt *nur als Vorlage markiert*, muss die pax-Datei manuell editiert werden.

Wird das Zeichenblatt *als Vorlage markiert und die pax-Datei aktualisiert*, wird die pax-Datei direkt angepasst.



-  Eine *pax-Datei* (Paletten-Datei) dient zur Klassifikation und Identifikation von Vorlagen und ist eine frei editierbare *xml-Datei*. Standardmäßig sind *pax-Dateien* im *NX-Installationsverzeichnis* unter ... \UGII\templates gespeichert.



Titelfeld ausfüllen (Populate Title Block)

Über diese Funktion werden bei der Zeichnungserstellung die Zellen des Schriftfeldes ausgefüllt. Oft wird diese Funktion auch beim Aufruf der Zeichnungsumgebung gestartet.

6.4 Erzeugen von Ansichten

Zur Erklärung der folgenden Funktionen wird selbstständig eine Zeichnung der **Antriebswelle** angelegt.



Die Zeichnungserstellung der Antriebswelle kann ergänzend auch im Video nachvollzogen werden.



Grundansicht und projizierte Ansichten



1. Grundansicht (Base View)

Die Grundansicht stellt die Basis einer Zeichnung dar. Hier kann eine Modellansicht sowie der Maßstab gewählt werden.

Modellansicht ⇒ **Vorne**



Über *Ansicht orientieren* kann die Ansicht individuell orientiert werden.

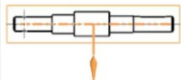
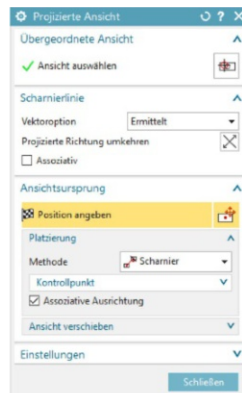
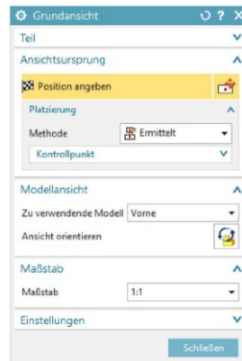


Ein Zeichnungsblatt kann mehrere Grundansichten beinhalten. Somit können z. B. zusätzliche isometrische Ansichten erstellt werden.



2. Projizierte Ansicht (Projected View)

Ausgehend von einer Grundansicht werden verschiedene projizierte Ansichten erstellt.

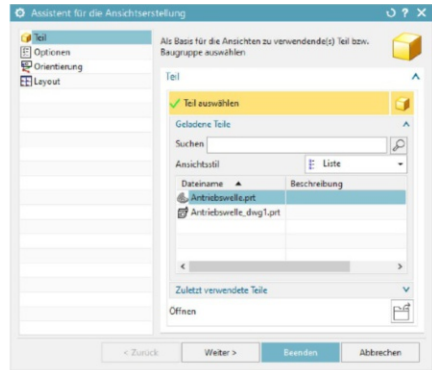


Assistent für die Ansichtserstellung



Über den *Assistent für die Ansichtserstellung* (*View Creation Wizard*) können direkt verschiedene Ansichten eines Teils erstellt werden.

Dabei können verschiedene Optionen und Layouts eingestellt werden.



Schnittansicht



3. Schnittansicht (Section View)

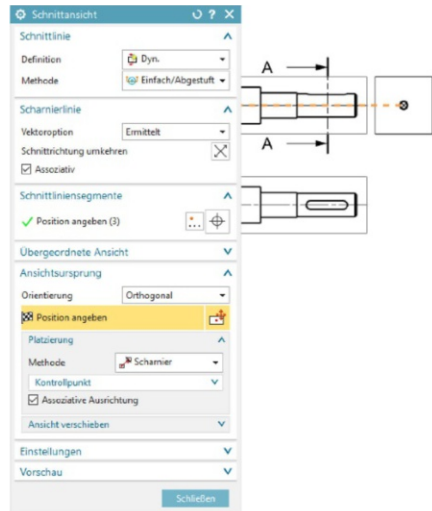
Eine Schnittansicht kann ausgehend von jeder Ansicht der Zeichnung erstellt werden.

Zunächst wird der Mittelpunkt der Schnittlinie festgelegt und anschließend die Schnittansicht platziert.



⇒ Ggf. *Schnitttrichtung umkehren*

Über einen Doppelklick auf den Rahmen der Ansicht kann der Schnitt jederzeit editiert werden. So lässt sich auch die Bezeichnung anpassen.



Schnittlinie (Section Line)

Vor dem Erzeugen einer Schnittansicht kann auch das Erstellen einer separaten Schnittlinie sinnvoll sein. Diese Schnittlinie kann anschließend bei der Definition der Schnittansicht ausgewählt werden.

Das Erstellen einer separaten Schnittlinie im Vorfeld ist vor allem bei mehrfach abgesetzten Schnitten sinnvoll.

Ausbruch-Schnittansicht

4. Aktive Skizzenansicht (Active Sketch View)

Vor der Erstellung einer Ausbruch-Schnittansicht muss das Profil für den Ausbruch erstellt werden.

⇒ RMT auf den Rahmen der Ansicht

⇒ *Aktive Skizzenansicht*



⇒ Zeichnen eines *Studio-Splines*

Typ ⇒ **Durch Punkte**

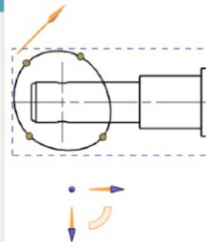
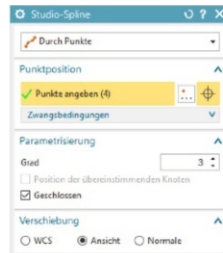
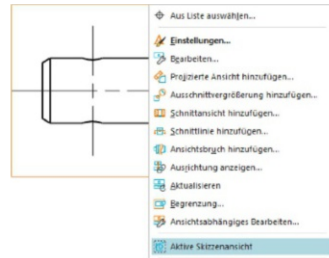
⇒ *Geschlossen*



Skizze beenden



Als Kontur für einen Ausbruch kann auch jedes andere geschlossene Profil verwendet werden, z. B. ein Rechteck.



5. Ausbruch-Schnittansicht (Break-out Section View)



Ansicht auswählen

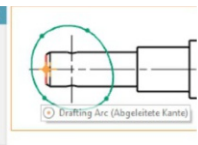
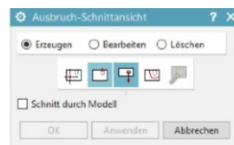
⇒ Rahmen der Ansicht anklicken



Basispunkt angeben

⇒ Mittelpunkt der Kreiskante auswählen

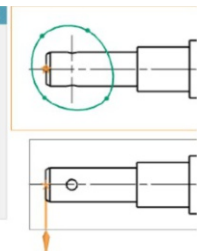
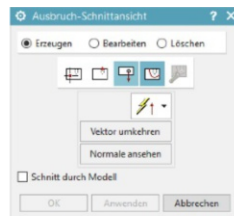
Der Basispunkt gibt an, in welcher Ebene (Tiefe) das Bauteil geschnitten wird.



Extrusionsvektor angeben

Dieser Vektor definiert die Richtung des Schnittes ausgehend vom gewählten Basispunkt. Er sollte senkrecht zur Ansicht stehen. In der Regel ist dies bereits automatisch definiert.

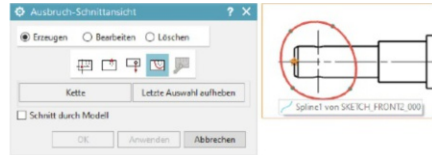
⇒ Ggf. *Vektor umkehren*





Kurven auswählen

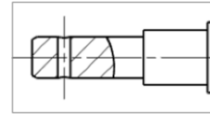
- ⇒ Das Icon muss angeklickt werden.
- ⇒ Auswahl des erstellten Splines



- ⇒ Anwenden



Über den gleichen Dialog lassen sich erzeugte Ausbruch-Schnittansichten auch bearbeiten oder löschen.

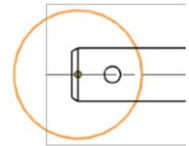
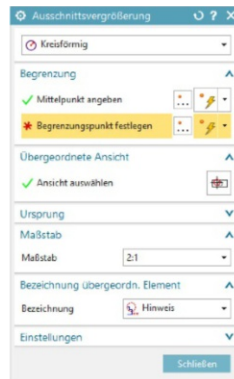


Detailansicht



6. Ausschnittsvergrößerung (Detail View)

- ⇒ Mittelpunkt festlegen
- ⇒ Begrenzungspunkt festlegen durch Aufziehen des Kreises
- ⇒ Ausschnittsvergrößerung platzieren



Analog zum Schnitt werden durch einen Doppelklick auf den Ansichtsrahmen die Einstellungen der Detailansicht aufgerufen. Hier kann u. a. die **Bezeichnung** der Ausschnittsvergrößerung angepasst werden.

6.5 Layer in Zeichnungsansicht

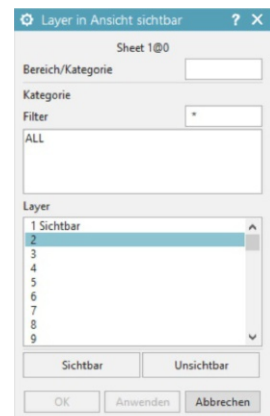
Bei der Zeichnungserstellung können auch die sichtbaren Layer festgelegt werden. Dies kann für das gesamte Zeichnungsblatt oder für eine konkrete Ansicht erfolgen.



Layer in Ansicht sichtbar (Layer Visible in View)

- ⇒ Menü ⇒ Format ⇒ Layer in Ansicht sichtbar
- ⇒ Zeichnungsblatt (Sheet) oder Ansicht wählen

Somit können die gewünschten Layer des aktiven Teils separat ein- und ausgeblendet werden.



- i** Sollen bei einer **separaten Zeichnungsdatei** weitere Layer in einer Ansicht sichtbar gemacht werden, muss auch das passende Reference Set des Teils ausgewählt werden, z. B. Ganzes Teil. Die Vorgehensweise ist analog zur Baugruppe (s. [Abschnitt 5.9](#)).

6.6 Beschriftungen

Die Funktionen zum Erzeugen von Beschriftungen und Hilfsgeometrie sind im Register *Startseite* in der Gruppe *Beschriftung* (Annotation) zu finden.



Hinweise

A Hinweis (Note)

Über Hinweise können Textzeilen auf dem Zeichnungsblatt platziert werden.

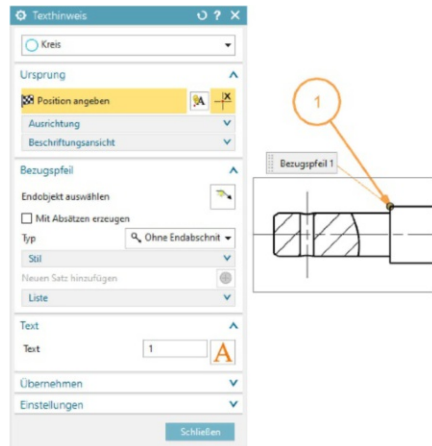
7 Texthinweis (Balloon)

Als Texthinweis können ebenfalls Hinweise und Markierungen auf einer Zeichnung platziert werden.



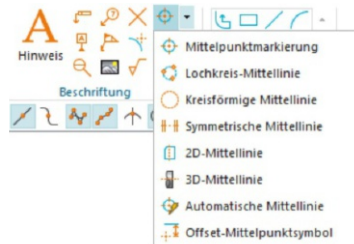
Für die Verwendung eines Bezugspeils muss für den Pfeil ein *Endobjekt* ausgewählt werden.

- i** Die Auswahl des Endobjektes muss **vor** der Positionierung des Texthinweises erfolgen.



Mittellinien

Zum Erzeugen von Mittellinien, Mittelpunktmarkierungen und Lochkreismarkierungen stehen im Drop-down-Menü *Mittellinie* verschiedene Funktionen zur Verfügung.



Symbole



Schnittsymbol (Intersection Symbol)

Schnittsymbole markieren virtuelle Schnittpunkte von an Verrundungen angrenzenden Kanten. Dies ist vor allem bei der Bemaßung von Gussteilen hilfreich.



Oberflächensymbol (Surface Finish Symbol)

Weiterhin können Oberflächensymbole erstellt werden, welche die Qualität von Oberflächen definieren.

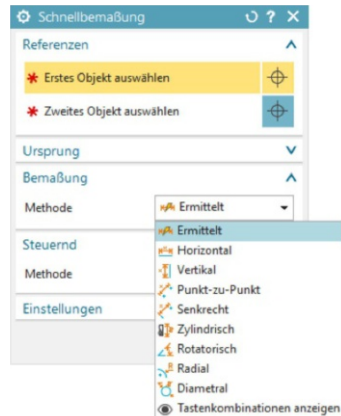
6.7 Bemaßungen

Die Bemaßung von Zeichnungselementen erfolgt analog zur Bemaßung von Skizzen. Die Funktionen zur Bemaßung sind im Register *Startseite* zu finden.



Schnellbemaßung (Rapid Dimension)

- D Mit der Schnellbemaßung können die meisten Bemaßungen erstellt werden. Innerhalb des Dialogs stehen verschiedene Bemaßungsmethoden zur Verfügung.



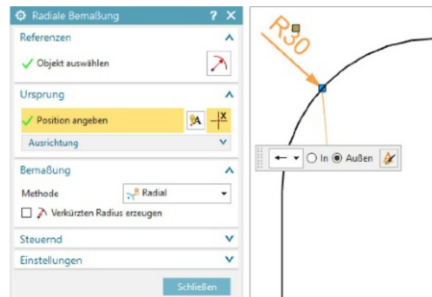
Das Positionieren und Verschieben von Bemaßungen wird durch ein Raster unterstützt. Durch Halten der *Alt*-Taste kann das Raster unterdrückt werden.



Radiale Bemaßung (Radial Dimension)

Wird eine radiale Bemaßung erzeugt, kann die Position der Pfeilspitze durch Anklicken des blauen Quadrates an der Pfeilspitze verändert werden.

⇒ Außen



Bemaßungseinstellungen

Bei der Erstellung von Bemaßungen können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden. Dies kann direkt beim Erstellen eines Maßes oder im Nachhinein erfolgen.



Mit einem Doppelklick kann jede Bemaßung editiert werden, alternativ: RMT $\Rightarrow$ *Bearbeiten (Edit)*.



Einstellungen (Settings)

Hier können sämtliche die Bemaßung betreffenden Einstellungen verändert werden.

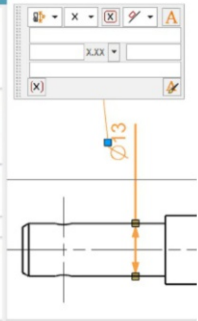
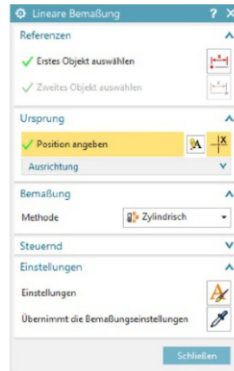


Bemaßungseinstellungen übernehmen (Select Dimension to Inherit)

Neben der reinen Editierung von Einstellungen können auch die Einstellungen einer vorhandenen Bemaßung übernommen werden.

$\Rightarrow$ *Übernimmt die Bemaßungseinstellungen*

$\Rightarrow$ Bemaßung anklicken, deren Einstellungen übernommen werden sollen



Hinzufügen von Toleranzen

In den Schnelleinstellungen eines Maßes können verschiedene Toleranzarten ausgewählt werden.



Alternativ erfolgt das Hinzufügen von Toleranzen über die *Einstellungen*.

$\Rightarrow$ Einstellungen $\Rightarrow$ *Toleranz*



Bemaßungen automatisch ableiten



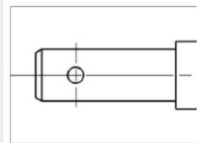
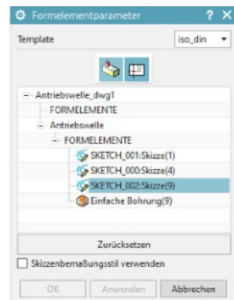
Formelementparameter (Feature Parameters)

Mit dieser Funktion können Bemaßungen von Bohrungen und Skizzen automatisch in die Zeichnung übernommen werden.



Formelemente auswählen

$\Rightarrow$ Skizze wählen, deren Bemaßung übernommen werden soll





Ansicht auswählen

⇒ Ansicht wählen, welche die Draufsicht der Bohrung enthält

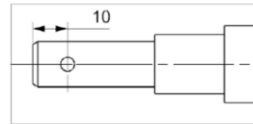
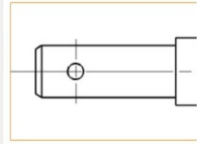
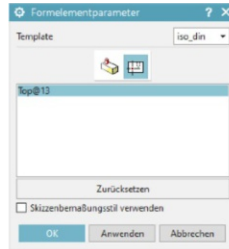
⇒ Anwenden



Bevor die Maße einer Skizze übernommen werden können, muss über die *Layer-Einstellungen* zunächst der Layer der Skizze aktiviert werden.



Die Funktion *Formelementparameter* ist standardmäßig ausgeblendet und kann nur über die *Befehlssuche* aufgerufen werden.



6.8 Baugruppenzeichnungen

Die Erstellung von Baugruppenzeichnungen ist ähnlich zur Zeichnungserstellung von Einzelteilen.

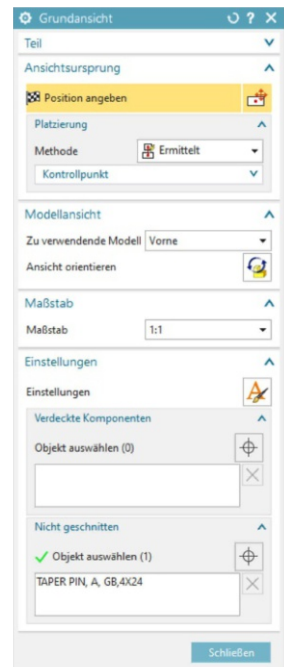


Im Dialog zum Erzeugen einer *Grundansicht* (*Base View*) stehen dabei jedoch zusätzliche Funktionen zur Verfügung.

Sind in der Baugruppe *Anordnungen* definiert, können diese hier ausgewählt werden. Eine Anordnung muss jedoch vorher in der Baugruppe erstellt worden sein (s. [Abschnitt 5.10](#)).

Weiterhin können unter *Einstellungen* verdeckte und nichtgeschnittene Komponenten ausgewählt werden. Wurden in der Baugruppe Standardteile verwendet, sind diese hier bereits automatisch aufgeführt.

Die Abbildung zeigt den Dialog zur Erstellung einer Grundansicht der gesamten Baugruppe **bg_Antriebswelle**. Diese Zeichnung kann selbstständig erstellt werden.



Nach dem Erstellen einer Ansicht können auch im Baugruppen-Navigator Komponenten ausgeblendet werden. Danach muss die Zeichnung *aktualisiert* werden.



⇒ RMT auf die Zeichnung im Teile-Navigator ⇒ *Aktualisieren* (*Update*)

Stücklisten

Im folgenden Beispiel wird eine Stückliste für die Baugruppe **bg_Antriebswelle** erstellt. Die dazu notwendige Grundansicht wird selbstständig erzeugt.



1. Stückliste (Parts List)

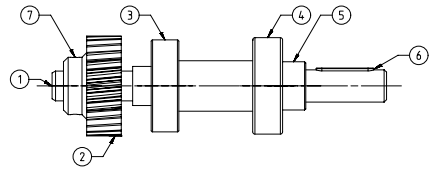
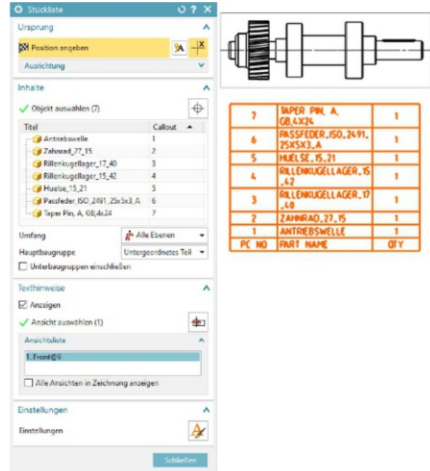
Bevor die Stückliste durch Festlegen einer Position platziert wird, werden die notwendigen Einstellungen vorgenommen:

Unter *Inhalte* werden die Komponenten ausgewählt. Die Spalte *Callout* gibt die Reihenfolge der Komponenten wieder.

Zur Anpassung der Komponentenreihenfolge, müssen über *Objekt auswählen* alle Komponenten erneut im Baugruppen-Navigator in der gewünschten Reihenfolge ausgewählt werden (Strg-Taste).

Zur automatischen Erstellung von *Texthinweisen* muss die Option *Anzeigen* aktiviert und anschließend eine Ansicht ausgewählt werden.

Abschließend wird die Stückliste durch Festlegen einer Position platziert.



Die automatisch erzeugten *Texthinweise* können einzeln angepasst oder auch manuell erstellt werden.

Die Zeilen und Spalten der Stückliste können individuell verändert werden.

Die erstellte Stückliste wird im Folgenden entsprechend der hier dargestellten Stückliste angepasst.

PC NO	PART NAME	QTY
1	ANTRIEBSWELLE	1
2	ZAHNRAD_17_15	1
3	RILLENKUGELLAGER_17_40	1
4	RILLENKUGELLAGER_15_42	1
5	HUELSE_15_21	1
6	PASSFEDER_ISO_2491_25X5X3_A	1
7	TAPER PIN_A_GB,4X24	1



2. Stückliste bearbeiten

Die Stückliste kann jederzeit wieder über den gleichen Dialog wie bei der Erstellung bearbeitet werden:

⇒ RMT auf die obere linke Ecke der Stückliste ⇒ *Bearbeiten (Edit)*

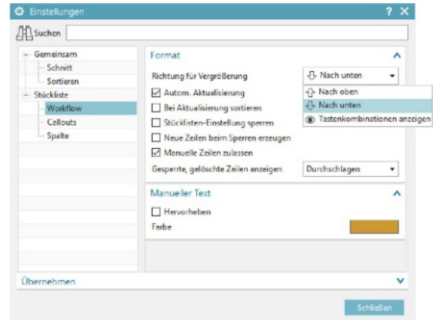


3. Einstellungen (Settings)

Über die *Einstellungen* können weitere Anpassungen an der Stückliste vorgenommen werden.

⇒ RMT auf die obere linke Ecke der Stückliste ⇒ *Einstellungen*

Hier können z. B. die Sortierreihenfolge und die Position des Tabellenkopfes eingestellt werden.



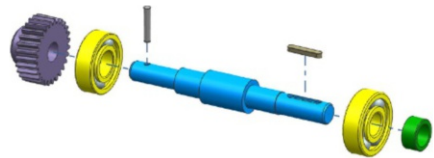
Explosionsansichten

Voraussetzung für die Erstellung einer Explosionsansicht in einer Zeichnung ist eine bereits erstellte Explosion der Baugruppe in der Konstruktionsumgebung (s. [Abschnitt 5.12](#)).

Im Folgenden wird zunächst die Vorgehensweise bei einer modellinternen Zeichnung erläutert. Anschließend wird auf die Unterschiede bei einer separaten Zeichnungsdatei eingegangen.

1. Explosion aktivieren

Die Explosion muss in der Konstruktionsumgebung aktiviert sein, bevor in die Zeichnungserstellung gewechselt wird.



2. Wechsel in die Zeichnungsumgebung

Datei ⇒ *Zeichnungserstellung (Drafting)*

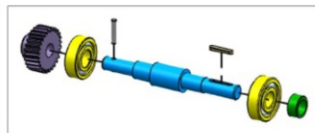


3. Grundansicht

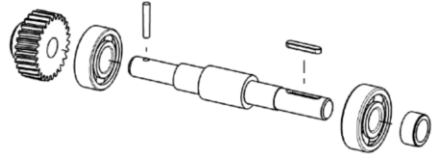
Modellansicht ⇒ **Trimetrisch**



Nachdem Trimetrisch gewählt wurde, kann über *Ansicht orientieren* die Ansicht in dem zusätzlich eingblendeten Fenster individuell verändert werden.



⇒ Ansicht platzieren



Die Erstellung einer Explosionsansicht funktioniert ausschließlich mit der Modellansicht **Trimetrisch**, welche jedoch individuell orientiert werden kann.

Explosionsansichten bei separater Zeichnungsdatei

Soll die Explosionsansicht in einer separaten Zeichnungsdatei erstellt werden, muss die Zeichnung beim Erstellen auf das Modell referenziert werden. Die Explosion wird dann anschließend in der Zeichnungsdatei erstellt, indem dazu in die Konstruktionsumgebung gewechselt wird.

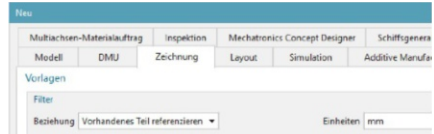


Strg+N

1. Erstellen einer neuen Zeichnung

Datei ⇒ Neu ⇒ *Zeichnung*

Beziehung ⇒ **Vorhandenes Teile referenzieren**



Teil zum Erzeugen einer Zeichnung
⇒ **bg_Antriebswelle**



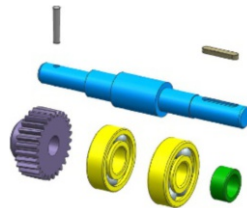
2. Wechsel in die Konstruktionsumgebung

Datei ⇒ *Konstruktion (Modeling)*



3. Erstellen einer neuen Explosion

Die Explosion wird gemäß der bereits bekannten Vorgehensweise erstellt (s. [Abschnitt 5.12](#)).



4. Wechsel in die Zeichnungs-umgebung

Datei ⇒ *Zeichnungserstellung (Drafting)*

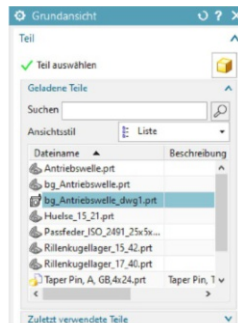


5. Grundansicht

⇒ Auswahl der Zeichnungsdatei, welche die Explosion enthält

Modellansicht ⇒ **Trimetrisch**

⇒ Ansicht platzieren



6.9 Zeichnung exportieren

Eine erstellte Zeichnung kann schnell in andere Formate exportiert werden, z. B. für den Dateiaustausch.

Hier bietet sich das PDF-Format an, da dieses Vektorgrafiken verwendet und somit kein Qualitätsverlust beim Vergrößern entsteht.



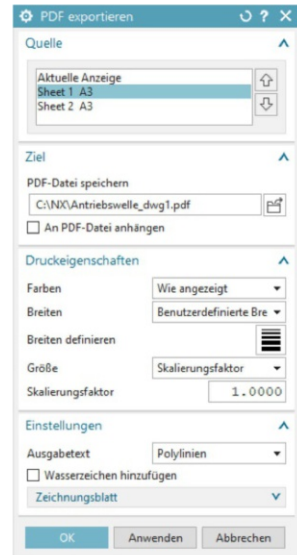
⇒ Datei ⇒ *Exportieren (Export)* ⇒ PDF

⇒ Blatt auswählen

⇒ Speicherort festlegen



Sind in dem PDF die Breiten der Linien nicht zufriedenstellend, können *Benutzerdefinierte Breiten* verwendet werden. Die Breiten der Zeichnungslinien können dabei auch individuell angepasst, in einer wdf-Datei gespeichert und bei Bedarf wieder geladen werden.



6.10 Produkt- und Fertigungsinformationen (PMI)

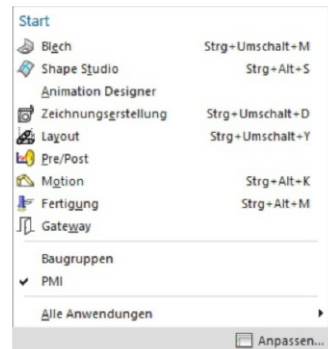
Produkt- und Fertigungsinformationen (PMI, engl. Product and Manufacturing Information) beinhalten Funktionen zur Beschriftung eines CAD-Modells in der 3D-Umgebung.

Das Ziel ist es, die Informationen eines Produktes, welche bisher auf einer Zeichnung angegeben werden, direkt am 3D-Modell anzutragen.

Analog zu den Baugruppen werden PMI über eine zusätzliche Registerkarte in der Konstruktionsumgebung aufgerufen.



Datei ⇒ Start ⇒ *PMI*



Im Folgenden wird am Beispiel der Antriebswelle ein allgemeiner Überblick über die Funktionalität von PMI gegeben. Die einzelnen Funktionen können analog zur Zeichnungserstellung selbstständig weiter ausprobiert werden.



1. Öffnen

Dateiname $\Rightarrow$ **Antriebswelle**

Erstellen von PMI in der 3D-Umgebung



2. Arbeitslayer 101



3. Schnellbemaßung (Rapid Dimension)

$\Rightarrow$ Ersten Wellenabsatz auswählen
und die Bemaßung platzieren

Das Maß referenziert somit auf die
Mantelfläche der Welle (hier: grün).



Liefert die Methode **Ermittelt** nicht
das gewünschte Ergebnis, kann auch
auf **Zylindrisch** umgestellt werden.



4. Schnellbemaßung

$\Rightarrow$ Selbstständiges Erstellen weiterer
PMI für die Wellenabsätze

Dabei kann auch die Methode *Dia-*
metral verwendet werden.

Die PMI werden im *Teile-Navigator*
im Ordner *PMI* abgelegt und in der
aktiven *Modellansicht* gespeichert.

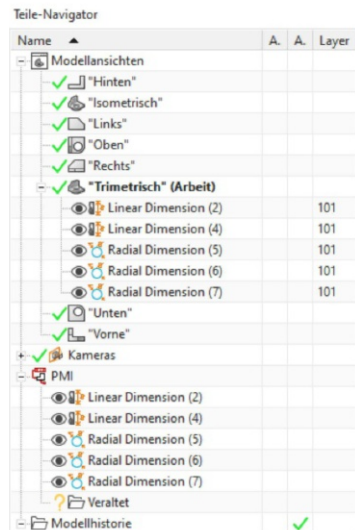
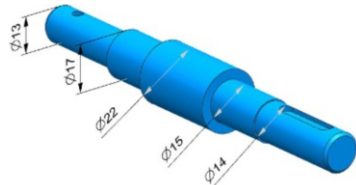
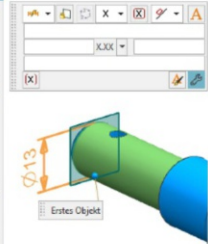
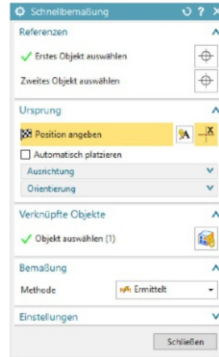
Wird per Doppelklick eine andere
Ansicht aktiviert, werden die PMI der
vorigen Ansicht ausgeblendet.

Auf diese Weise können verschiede-
nen Ansichten unterschiedliche PMI
hinzugefügt und auch weitere Ansich-
ten erstellt werden.

Über RMT auf eine PMI in einer Mo-
dellansicht $\Rightarrow$ *Anzeigen* $\Rightarrow$ *in* *Ansich-*
ten (*Display* $\Rightarrow$ *in* *Views*) können die
PMI auch in andere Ansichten ver-
schoben oder kopiert sowie in allen
Ansichten angezeigt werden.



Im Unterschied zu Formelementen besitzen PMI keinen Zeitstempel und werden daher nicht in der Modellhistorie, sondern in einem eigenen Ordner und in den Modellansichten gespeichert.



i Neben den Modellansichten können PMI auch mit Hilfe von Layern und Gruppen organisiert werden. Die Organisation in Modellansichten bietet jedoch den Vorteil, dass die PMI ansichtsindividuell angezeigt werden können und die Modellansichten auch beim Export des Modells, z. B. in eine JT-Datei, zur Verfügung stehen.



Mit Hilfe der *Layer-Einstellungen* können die jeweiligen PMI in der aktuellen Ansicht auch ausgeblendet werden.



Über RMT auf eine PMI in einer Modellansicht $\Rightarrow$ *Neue Gruppe (New Group)* lassen sich PMI auch in Gruppen organisieren.



Analog zu den Bemaßungen einer Zeichnung können PMI über einen Doppelklick *bearbeitet* werden (alternativ: RMT $\Rightarrow$ *Bearbeiten*).

Erzeugen von PMI aus Skizzenbemaßungen

Alternativ oder als Ergänzung zur Erstellung von PMI in der 3D-Umgebung können diese auch aus bereits vorhandenen Bemaßungen einer Skizze übernommen werden.



5. *Skizze mit Rollback bearbeiten*

$\Rightarrow$ RMT auf SKETCH_001

$\Rightarrow$ Mit Rollback bearbeiten
(*Edit with Rollback*)



6. *Bemaßung als PMI anzeigen*

$\Rightarrow$ RMT auf eine der horizontalen Bemaßungen

$\Rightarrow$ Als PMI anzeigen
(*Display as PMI*)

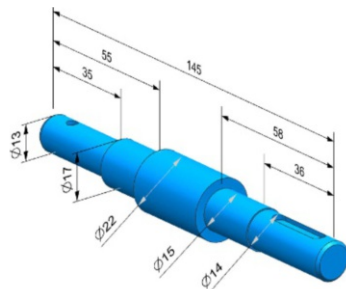
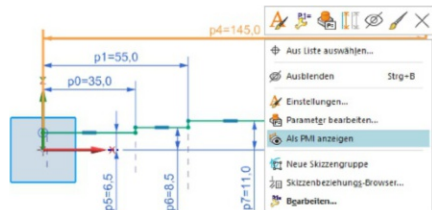


7. *Bemaßung als PMI anzeigen*

$\Rightarrow$ Selbstständiges Übernehmen aller horizontalen Bemaßungen



Skizze beenden



8. *Verschieben der PMI auf Layer 101*

Die übernommenen PMI werden standardmäßig auf dem gleichen Layer wie die Skizze gespeichert (welcher aktuell auch ausgeblendet sein kann). Über *Auf Layer verschieben* können die PMI nachträglich auf einen anderen Layer verschoben werden (hier: 101). Der angepasste Layer wird jedoch beim Ändern der Skizze wieder auf den Skizzen-Layer zurückgesetzt.

- i** Der Nachteil bei der Erzeugung von PMI aus Skizzenbemaßungen besteht darin, dass die PMI-Maße nicht auf die Flächen, sondern auf die Linien der Skizze referenzieren und somit eine automatische Weiterverarbeitung der PMI nur bedingt möglich ist.

Erzeugen von PMI aus Formelementbemaßungen

Weiterhin können PMI auch aus Bemaßungen von Formelementen erzeugt werden. Dies wird im Folgenden am Beispiel der Bohrung erläutert.



9. Bemaßungen anzeigen

⇒ RMT auf die Bohrung im Teile-Navigator

⇒ *Bemaßungen anzeigen (Show Dimensions)*



10. Bemaßung als PMI anzeigen

⇒ RMT auf die Durchmesserbemaßung

⇒ *Als PMI anzeigen (Display as PMI)*



F5

11. Ansicht aktualisieren (Refresh)

Somit werden die übrigen angezeigten Bemaßungen wieder gelöscht.



12. Verschieben der PMI auf Layer 101

Die PMI werden standardmäßig auf dem gleichen Layer wie das Formelement gespeichert und müssen nachträglich auf Layer 101 verschoben werden.

- i** Vorteilhaft bei der Erzeugung von PMI aus Formelementbemaßungen ist neben der schnellen Anwendung auch das Referenzieren der PMI auf die Flächen des Modells. Dies ermöglicht eine automatische Weiterverarbeitung der PMI, z. B. in einer Toleranzsimulation oder bei der Analyse von Messergebnissen.

Hinzufügen von Toleranzen

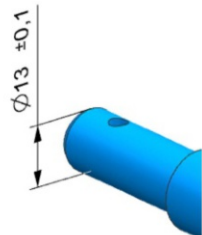
Analog zur Zeichnungserstellung können beim Erstellen oder Bearbeiten eines PMI-Maßes in den *Schnelleinstellungen* auch Toleranzen angegeben werden.



Alternativ erfolgt das Hinzufügen von Toleranzen über die *Einstellungen*.

⇒ RMT auf ein PMI-Maß

⇒ Einstellungen ⇒ *Toleranz*



Übertragen von PMI in eine Zeichnung

Die erstellten PMI können auch in einer Zeichnung verwendet werden.



1. Wechsel in die Zeichnungsumgebung

Datei ⇒ Zeichnungserstellung



2. Grundansicht

⇒ Erstellen einer Grundansicht der Welle

Modellansicht ⇒ **Vorne**



3. Einstellungen

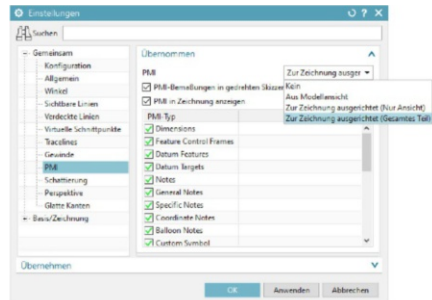
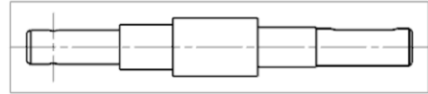
⇒ RMT auf die Ansicht ⇒ *Einstellungen*

⇒ Gemeinsam ⇒ *PMI*

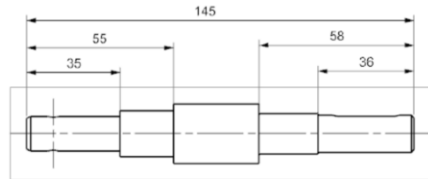
PMI ⇒ **Zur Zeichnung ausgerichtet (Gesamtes Teil)**

⇒ *PMI-Bemaßungen in gedrehten Skizzen anzeigen*

⇒ *PMI in Zeichnung anzeigen*



Somit werden die erstellten PMI in der gewählten Zeichnungsansicht angezeigt, obwohl diese in der Modellansicht *Trimetrisch* erzeugt wurden und nicht in der dargestellten Ansicht *Vorne*.



Erstellen von PMI aus einer Zeichnung

PMI können zudem aus einer Zeichnung heraus erstellt werden. Dies ist vor allem hilfreich, wenn bereits eine bemaßte Zeichnung mit verschiedenen Ansichten vorliegt und die Fertigungsinformationen auch über PMI abgebildet werden sollen.



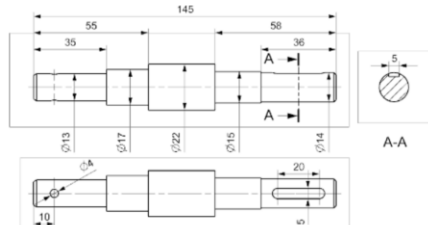
Strg+N

1. Erstellen einer neuen Zeichnung

Datei ⇒ Neu ⇒ *Zeichnung*

Es wird selbstständig eine Zeichnung der Antriebswelle ähnlich zur rechts abgebildeten Zeichnung erstellt.

Die Zeichnung kann dabei modellintern oder als separate Datei erstellt werden.



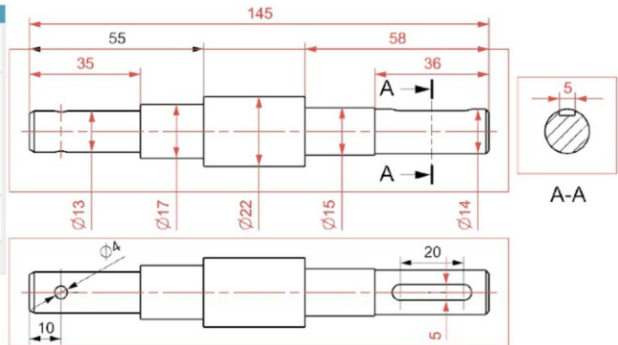
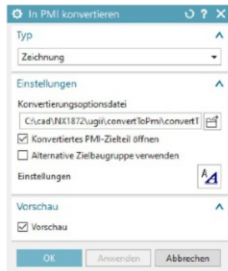


2. In PMI konvertieren (Convert to PMI)

⇒ Register Werkzeuge für die Zeichnungserstellung ⇒ In PMI konvertieren

Typ ⇒ **Zeichnung**

⇒ Konvertiertes PMI-Zielteil öffnen aktivieren



Es werden nur die rot dargestellten Ansichten und Maße in PMI konvertiert.



Damit ein Maß konvertiert wird, muss es in der Zeichnungsansicht auf Linien oder Flächen referenziert sein. Maße, welche nur auf Punkte, z. B. Endpunkte, Schnittpunkte oder Mittelpunkte referenziert sind, werden nicht konvertiert (hier: schwarz). Diese Maße müssen manuell geändert werden. Auch Ausbrüche können nicht übertragen werden und sollten vorher entfernt werden.

3. Überprüfen der PMI im Modell

Die PMI der Grundansicht werden der äquivalenten Modellansicht im 3D-Modell zugeordnet (hier: Vorne).

Für die weiteren Zeichnungsansichten werden zusätzliche Modellansichten erstellt, welche die PMI der Zeichnungsansichten enthalten.

Teile-Navigator			
Name	A.	A.	Layer
Modellansichten			
"Hinten"	✓		
"Isometrisch"	✓		
"Links"	✓		
"ORTHO_16°"	✓		
Centerline (8)			1
Linear Dimension (9)			1
"Oben"	✓		
"Rechts"	✓		
"SK_17"	✓		
Linear Dimension (11)			1
PMI-Mittelpunktmarkierung (12)			1
"Trimetrisch"	✓		
"Unten"	✓		
"Vorne" (Arbeit)	✓		
Centerline (1)			1
Centerline (2)			1
Cutting Plane Symbol A (10)			1
Linear Dimension (3)			1
Linear Dimension (4)			1
Linear Dimension (5)			1

Weitere Funktionen

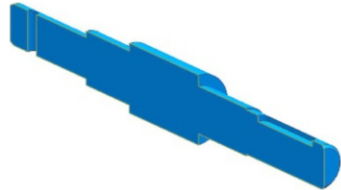
Im Folgenden werden weitere wichtige Funktionen des Registers *PMI* vorgestellt. Diese und weitere Funktionen können selbstständig ausprobiert werden.



PMI-Schnittansicht (PMI Section View)

Zur Spezifizierung von innenliegender Geometrie können *PMI-Schnittansichten* erstellt werden.

Schnittansichten werden in den *Modellansichten* im Teile-Navigator gespeichert und können ebenfalls mit PMI versehen werden. Über einen Doppelklick kann die Schnittansicht bearbeitet werden.



PMI-Größe ändern (Resize PMI)

Über diesen Befehl kann die Größe aller zurzeit angezeigten PMI gemäß der aktuellen Darstellung des Modells im Grafikbereich angepasst werden.



Mit Geometrie verknüpfte PMI suchen (Find PMI Associated to Geometry)

Die PMI eines oder mehrerer Formelemente können über diesen Befehl angezeigt werden. Neben Formelementen können auch Geometrieelemente ausgewählt werden, z. B. Flächen. Zudem ist es möglich, die gefundenen PMI in einer neuen Modellansicht zusammenzufassen.

⇒ Menü ⇒ Informationen ⇒ PMI ⇒ *Mit Geometrie verknüpfte PMI suchen*



Exportieren (Export)

Die PMI eines Modells können analog zur Modellgeometrie in neutrale Dateiformate exportiert werden, z. B. in JT- oder STEP-Dateien.

⇒ Datei ⇒ *Exportieren* ⇒ Dateiformat wählen

In dem Dialog für den Datelexport muss dazu die Option *PMI* ausgewählt werden. Die Exportdialoge unterscheiden sich je nach Dateiformat leicht.



Technisches Datenpaket veröffentlichen (Publish Technical Data Package)

Eine noch recht neue Möglichkeit für den Export des Modells und dessen PMI bietet das *Technische Datenpaket*. Dabei können basierend auf einer gewählten Vorlage verschiedene Modellansichten sowie zusätzliche Informationen exportiert werden. Als Dateiformate stehen hierbei das 3D-PDF und ein PDF mit eingebetteter JT-Datei zur Verfügung.

Über *Neue Vorlage (New Template)* können eigene Vorlagen für technische Datenpakete erstellt werden.

6.11 Kontrollfragen



1. Wie wird ein neues Zeichnungsblatt angelegt?
2. Welche Ansichten gibt es in einer Zeichnung?
3. Wie wird in einer Zeichnung die Darstellung von Layern verändert?
4. Welche Einstellungen können zusätzlich bei Baugruppenzeichnungen vorgenommen werden?
5. Wie wird die Reihenfolge einer Stückliste verändert?
6. Wie wird eine Explosionsansicht erstellt?
7. Wie wird eine Zeichnung exportiert?
8. Was sind PMI und wozu dienen sie?

Sachwortverzeichnis

A

Abhängigkeiten 20
Abwahl von Elementen 21
Aktualisieren 10, 111, 200
Als aktives Teil festlegen 155
Als konstant festlegen 70
Als symmetrisch festlegen 58, 76, 101
An Skizze ausrichten 38, 49, 103
Anhalten bei Schnittpunkt 22, 126, 144
Anordnungen 178
Anwenderstandards 15
Arbeitskoordinatensystem (WCS) 27, 32, 35
Arbeitslayer 24
Ausblenden 25
Ausbruch-Schnittansicht 188
Ausdrücke 67, 135
Ausdrucksgruppe 135
Ausschnittsvergrößerung 189
Auswahlbereich 22, 71, 79, 92
Auswahlfilter 22
Automatische Bemaßungen 40, 42
Automatischer Auswahlfortschritt 39, 43

B

Baugruppen 154
 Analyse 179
 Navigator 154, 158
 Zeichnungen 193

Zwangsbedingungen 157, 165
Befehle Vorhersagen 7
Befehlssuche 9
Bemaßung 191
 automatisch ableiten 192
Bemaßungseinstellungen 192
 übernehmen 192
Beschriftung 190
Bezugsebene 34, 57, 100
Bezugskoordinatensystem 27
Bohrung
 allgemein 54, 83
 Gewindebohrung 89, 95
 Schraubendurchgangsloch 133
Boolesche Operationen 28, 48

C

Ceiling 68

D

Detailansicht 189
Direkte Skizze 37
Drahtgeometrie 100
Drahtmodell 11, 121
Drehen 45, 52, 57
Durchdringung 180

E

Einfärben 26
Einstich 63, 84, 121
Explosionsansicht 181, 195
Extrudieren 49, 58, 78
Extrudiert 144

F

Fangpunkt 22
 Bogenmittelpunkt 123, 132, 134
 Endpunkt 93
 Vorhandener Punkt 73, 94, 95
Farbe zuweisen 26, 35, 46
Fase
 Offset und Winkel 61
 symmetrisch 34, 35, 45
Fenster 13, 98
Filter 21, 22
Fläche 82, 106
 durch Kurven 108
 erzeugen 107
 füllen 107
 in Volumen konvertieren 110
 trimmen 108
 zusammenfügen 110
Flächenkörper 110
Flächenverrundung 59, 87, 128
Flachsenkung 119, 123
Form beibehalten 108, 111, 144
Formelement 18, 30
 als aktuell festlegen 20
 -gruppe 139, 141
 mustern 65, 88, 95, 119
 -parameter 192
 spiegeln 35, 92
 -wiedergabe 20
Formschräge 85, 87, 122
Fortlaufende autom. Bemaßung 42, 48, 76
Freiheitsgrade anzeigen 179

Funktion 68

G

Genauigkeit der Darstellung 14
Geometrie extrahieren 96
Geometrie prüfen 111
Geometrische Zwangsbedingung 76
Grundansicht 186

H

Hintergrund bearbeiten 13, 15
Hinweise in Zeichnungen 190

I

In/Aus Referenz konvertieren 40
Interpart-Modellierung 170

K

Kamera 11
Kantenverrundung 35, 52, 89
Klassenauswahl 23
Kollisionsprüfung 179
Kommentar 82, 96
Komponente
 bearbeiten 155
 ersetzen 155
 hinzufügen 156, 161, 164
 mustern 173
 neu erzeugen 156, 170
 verschieben 179

Kontexthilfe 5

Koordinatensystem 27

Kreisbogen 138

Kugel 73

Kurve

 auf Oberfläche 143

projizieren 100, 105
spiegeln 44, 94, 142
Kurvenregel 22, 124, 126

L

Layer 23
Einstellungen 24, 46
in Zeichnungsansicht 189

M

Materialien
verwalten 26
zuweisen 26, 35, 46
Menüband 6
Messen 134
Mit Rollback bearbeiten 41, 103, 199
Mittellinien 190
Muster 65
allgemein 95, 133
kreisförmig 88, 124, 145
linear 65, 119

N

Navigatoren 9
Normteile 159

O

Objektdarstellung 12, 26
Objektname ändern 103
Offset
einseitig 78, 120
zweiseitig 78, 84, 120

P

Packen von Komponenten 155
Parameter 67

PMI 197
Position 158
Positionierung
nach Zwangsbedingungen 165
Projektionsmethode 185
Punkt
auf Kurve 57
auf Kurve/Kante 140
Bogen-/Ellipsen-/Kugelmittelpunkt 73
Schnittpunkt 143
Winkel auf Bogen/Ellipse 140

Q

Quader 32, 33
QuickPick 21

R

Radiale Bemaßung 191
Rahmenleiste 6
Reference Sets 172, 176
Referenz konvertieren 40, 81, 86
Referenzen 73
Regelfläche 109, 113
Reihenfolge der Zeitstempel 19
Richtung umkehren 33, 49, 59
Rippe 87, 123
Rollen 10
Round 68

S

Schnell trimmen 51
Schnellbemaßung 44, 191
Schnitt 180
aktivieren 12, 83
bearbeiten 12, 83, 110, 180

Schnittansicht 187
Schnittkurve 80, 86, 117, 127, 130
Schnittmenge 28, 116
Schriftfeld 185
Skizze 36
 bearbeiten 41
 direkte Skizze 37
 Grundregeln 36
 in Aufgabenumgebung 37
 kopieren 102
 neu zuordnen 38, 80, 91, 103, 117
 Vorgehensweise 36
Skizzenhervorhebung 37, 58
Skizzenumgebungen 36
Spiegeln
 Baugruppe 162, 169
 Komponenten 162
Standardteile 159
Statisches Drahtmodell 11
Stückliste 194
Studio-Oberfläche 106, 111
Studio-Spline 141
Subtrahieren 28, 114, 116
Symbole in Zeichnungen 191
T
Teilefamilie 149
Teile-Navigator 18
Toleranz von Formelementen 111
Toleranzen von Maßen 192
Trimmen 82
Typenfilter 21, 94

U
Umbenennen 100, 138
Unterdrücken 25
Ursprung des aktiven Teils
 verwenden 42, 56, 129

V
Vereinigen 28, 33, 113
Verrundung 102
Verrundung folgen 22
Verstärken 171
Visualisierung 14
Vollbildmodus 7
Volumenkörper 110
Voreinstellungen 15
Vorgehensweise bei der
 Modellierung 30

W
WAVE-Geometrie-Linker 99, 170
WCS 27, 32, 35
Wiederverwendungsbibliothek 159,
 168, 173

Z
Zeichnung 183
 exportieren 197
Zeitstempel 19
Ziel und Werkzeug 33, 145
Zwangsbedingungen 159
 Baugruppen 157
 geometrische 76
 implizite 43
Zwangsbedingungsnavigator 159
Zylinder 47, 62, 94



Jetzt im Springer-Shop bestellen:
springer.com/978-3-658-24772-0

