



7-Zylinder Sternmotor (c) Konstruktionsbüro K. Wymann

DAS ZW3DCAD BUCH



Das ZW3DCAD – Buch

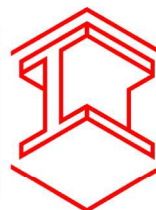
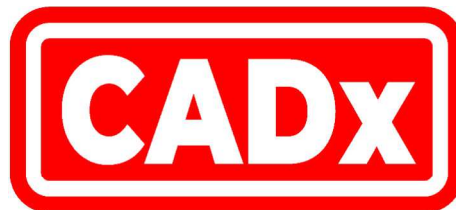
© 2013 - 2025 by CADTEC (Schweiz) GmbH

9. Auflage Juni 2024

Das Copyright für dieses Tutorial liegt bei der Firma CADTEC (Schweiz) GmbH.
Der Inhalt oder Auszüge bzw. Teile davon dürfen nicht ohne Einwilligung von CADTEC (Schweiz) GmbH, weiter verwendet werden.

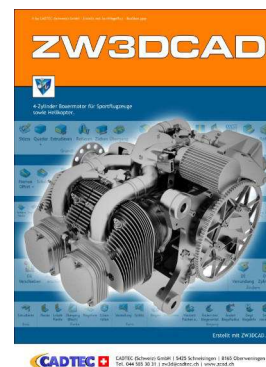
Aktuelle Auflage komplett überarbeitet.

Quellenverzeichnis:
Allgemeine CAD-Einführung
Technisches Zeichnen, 3D CAD Konstruktion
U. Rapp, Europa Lehrmittel



Sehr geehrter ZW3DCAD – Interessent & Anwender

Besten Dank, dass Sie sich für ZW3DCAD interessieren. Das Buch soll Ihnen als einfachen Einstieg in die Bedienung und Funktionsweise dieses modernen CAD-Programms dienen. Wir haben uns bemüht, ein einfaches und mit vielen Bildern versehenes Buch zu erstellen. Möglichst wenig Text, dafür um so mehr visuelles Feedback vom Programm. Zu Beginn des Tutorials sind jedoch einige wichtige und eher textlastige CAD-Informationen enthalten.



Wenn Sie Erfahrungen mit einem anderen CAD-System haben und somit das erste Mal mit ZW3DCAD in Kontakt kommen, ist es wichtig zu wissen, dass nebst Endpunkten, Schnittpunkten, Mittelpunkten oder Tangentialpunkten, vor allem mit **Beziehungen** - oder so genannten **Constraints** - gearbeitet wird.

Der Konstrukteur definiert eine **intelligente**, geometrische Abhängigkeit, die immer - oder zumindest solange wie der Konstrukteur es wünscht - erhalten bleibt, auch wenn die Skizze verändert wird. Eine **tangentiale Beziehung** zwischen einem Bogen und einer Linie bleibt auch bei einer Verschiebung der Linie oder des Bogens immer tangential erhalten.

Nun wünschen wir Ihnen viel Vergnügen beim Lesen und Ausprobieren.

Mit freundlichen Grüßen
CADTEC Schweiz GmbH



Anmerkung: Das Buch ist von Anwender für Anwender geschrieben und ist in einem kontinuierlichen Flow seit 2015. Darum kann es hier und da noch einige Schreibfehler haben.

Wenn Sie welche finden, bitte melden. (Die Autoren sagen Dank!)

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	11
1.1. Unsere FAQ.....	11
1.2. Übungsdateien für ZW3DCAD.....	11
1.3. Schnittstellenfunktionalität.....	11
2. Beispiele was alles mit ZW3DCAD konstruiert wird.....	13
2.1. Motoren- und Maschinenbau mit ZW3DCAD.....	13
2.2. Klassischer Maschinenbau mit ZW3DCAD.....	15
2.3. Modellbau mit ZW3DCAD.....	16
2.4. Stichsäge inkl. Stückliste und Pos.Nr.....	17
2.5. Kreissäge mit Anschlag.....	18
2.6. Concept Car.....	19
2.7. Hubschrauber.....	20
2.8. Planetengetriebe.....	21
2.9. 7-Zylinder Sternmotor.....	22
3. WICHTIGE VORABINFORMATIONEN ZU ZW3DCAD.....	24
3.1. Wichtige Abkürzungen im Buch.....	26
4. INSTALLATIONSANLEITUNG.....	27
5. Lizenzverwaltung Aktivierung / Deaktivierung.....	29
5.1. Floating-Lizenz.....	29
5.2. Der PC mit aktiver Lizenz wird gestohlen oder geht kaputt.....	29
5.3. Grundlegende System-Einstellungen.....	30
5.4. Mausemule Drehrichtung umkehren.....	34
6. ERSTER KONTAKT.....	35
6.1. Dateitypen in ZW3DCAD.....	36
6.2. Bauteil/Baugruppe in ein neues Verzeichnis kopieren/packen.....	36
6.3. Arbeits- und Zeichnungsbereich.....	37
6.4. Die Symbolleiste.....	41
6.4.1. Info zu Element-Filter im Skizzenbereich.....	42
6.5. Begriffsdefinitionen.....	43
6.6. Mehrfach-Ansichten.....	44
6.7. Design Manager – ein kleines Beispiel.....	45

7. GRUNDLEGENDE FUNKTIONSWEISE.....	51
7.1. Parametrik.....	52
7.2. Direct Modeling.....	52
7.3. Assoziativität.....	52
7.4. Der Design Manager (FeatureTree).....	53
7.5. Angewandte Features.....	54
7.6. Auswahlmethoden.....	55
7.7. Verdeckte Elemente ermitteln (Röntgenstrahl).....	55
7.8. 2D-Zeichnung / Ableitung.....	56
7.9. Baugruppe.....	57
7.10. Baugruppenverküpfungsmodus „Mechanische Abhängigkeit“	58
7.11. Baugruppenverknüpfungsmodus „Auto-Abhängigkeit...“	59
7.11.1. Abhängigkeit umdrehen.....	60
8. Skizzierfunktionalität im Vergleich.....	61
9. 2D-Template (Blattvorlage) anpassen.....	62
9.1. Plankopf anpassen.....	65
9.1.1. Wie wird ein Firmenlogo als Bitmap eingebunden?.....	65
9.1.2. Wie ist es mit Variablen einbinden?.....	66
9.1.3. Wo werden die Eigenschaften der Variablen definiert?.....	68
10. HOTKEY'S.....	70
10.1. Kombinationstasten.....	71
10.2. Kurztasten / Hotkeys.....	71
10.2.1. Wie wird eine Hotkey definiert?.....	72
10.3. Hotkey's bei frischer Installation.....	73
10.4. Mauseingabe umkehren.....	73
11. Grundlagen, kurz & bündig.....	74
12. Ribbons für die Skizzenfunktionen.....	78
12.1. Geometrische Abhängigkeiten von Skizzen-Elementen.....	79
12.2. Welche geometrische Abhängigkeiten gibt es?.....	80
12.2.1. Parallel.....	80
12.2.2. Lotrecht.....	81
12.2.3. Tangential.....	81

12.2.4. Gleich.....	81
12.2.5. Linien-Mittelpunkt.....	81
12.2.6. Deckungsgleich.....	81
12.2.7. Kollinear.....	82
12.2.8. Konzentrisch.....	82
12.2.9. Koradial.....	82
12.2.10. Symmetrisch.....	82
12.2.11. Schnittpunkt.....	82
12.2.12. Horizontal.....	83
12.2.13. Vertikal.....	83
12.2.14. Fixiert.....	83
12.2.15. Punkt Horizontal.....	83
12.2.16. Punkt Vertikal.....	83
13. Wie wird in einem leeren Teil eine neue Skizze erzeugt?.....	84
13.1. Geometrische Abhängigkeiten in einer Skizze erstellen.....	86
13.2. Skizzen Abhängigkeit prüfen, löschen.....	87
13.3. Freiheitsgrade von Skizzen-Elementen anzeigen lassen.....	90
13.4. Abhängigkeiten/Beziehungen auflösen.....	90
14. BEMASSUNG in einer Skizze.....	92
15. Leitcursor und Leitlinien. Was ist das?.....	93
15.1. Einstellen der Fangoptionen.....	93
16. Crashkurs: von der Skizze zum ersten Teil.....	94
16.1. Wie bemasse ich eine Skizze?.....	96
16.2. Lineare Austragung (Extrusion).....	97
16.3. Bohrung mit Gewinde erstellen.....	101
17. Erlernen der Grundlagen II.....	102
17.1. Erstellung eines neuen Bauteils.....	102
17.2. Skizzieren eines Rechtecks für den Grundkörper.....	102
17.3. Hinzufügen von Bemassungen.....	103
17.4. Ändern der Bemassungswerte.....	103
17.5. Lineares Austragen des Basis-Features.....	105
17.6. Speichern des Teils.....	105

17.7. Skizzieren eines Aufsatzes.....	105
17.8. Skizze Extrudieren.....	107
17.9. Erstellung eines Materialschnittes.....	107
17.10. Verrunden von Kanten.....	109
17.11. Hinzufügen weiterer Verrundungen.....	110
17.12. Dünnwandiger Körper erzeugen.....	112
17.13. Erstellen einer Schnittansicht.....	113
18. Grundlagen von Baugruppen.....	114
18.1. Baugruppen-Übersicht.....	114
18.2. Erzeugung des Basis-Feature.....	115
18.3. Erzeugung einer Lippe.....	118
19. Erstellung einer Baugruppe.....	120
20. ÜBUNGSZEICHNUNG.....	124
20.1. Erster Schritt.....	124
20.2. Materialeigenschaften hinzufügen.....	148
20.3. 2D-Zeichnung ableiten.....	150
20.4. Neue (schattierte) Ansicht in 2D-Blatt einfügen.....	154
20.5. Anzeige der Skizzen-Bemassung.....	157
20.6. Durchmesser-Erkennungsautomatik.....	158
20.7. Bemassungs-Attribute.....	159
20.8. Schnitt-Ansicht erstellen.....	161
20.8.1. Schnittrichtung umdrehen.....	163
20.9. Detail-Ansicht (Einzelheit) erzeugen.....	164
20.10. Standard-Ansicht auf Blatt neu definieren.....	165
20.11. Neues Zeichnungsblatt erstellen.....	166
20.12. Bestehendes Zeichnungsblatt kopieren.....	167
20.13. Einen Ausbruch erzeugen.....	167
20.14. Weitere Funktionen im Zeichnungsblatt.....	168
20.15. 2D-Zeichnungsblatt Drucken.....	171
21. Übungszeichnung II.....	173
22. Gelenkkopf als 2D-Zeichnung ableiten.....	189
22.1. Blattvorlagen bzw. Templates.....	189
23. Bohrungsmanager.....	194

24. Beispiel: Druckluftmotor.....	198
25. Beispiel: DLM-001_Grundplatte.....	199
25.1. Konstruktionsschritte für Grundplatte.....	200
25.2. Beispiel: DLM-002_Befestigungsbügel.....	204
25.2.1. Konstruktionsschritte.....	205
25.3. Bügel in ein Blechteil umwandeln.....	208
25.4. Blechteil in 2D abwickeln.....	210
25.5. Konfiguration erstellen.....	211
25.5.1. 2D-Zeichnung des Blechteils inkl. Blechabwicklung.....	212
25.6. Beispiel: DLM-003, Motorblock.....	216
25.6.1. Konstruktionsschritte.....	217
25.7. Beispiel: DLM-004, Zylinderkopfdichtung.....	220
25.7.1. Projizieren der Elemente vom Motorblock.....	221
25.8. Beispiel: DLM-005, Zylinderkopf.....	224
25.8.1. Konstruktionsschritte.....	225
25.9. Beispiel: DLM-006, Schwungrad.....	226
25.9.1. Konstruktionsschritte.....	227
25.10. Beispiel: DLM-007, Kurbelwelle.....	232
25.11. Beispiel: DLM-008, Kurbel.....	238
25.12. Beispiel: DLM-009, Kurbelzapfen.....	239
25.13. Beispiel: DLM-010, Pleuel.....	240
25.14. Beispiel: DLM-011, Kolben.....	241
25.15. Beispiel: Stückliste.....	242
26. Das Baugruppen-Modul.....	243
27. DRUCKLUFTMOTOR ZUSAMMENBAUEN.....	245
28. Explosionsansicht erstellen.....	261
29. STÜCKLISTE ERSTELLEN.....	263
30. 3D-PDF Dateien erstellen.....	267
31. Funktionsbeschreibungen.....	268
32. Part/Teile-Modul.....	269
32.1. Extrudieren Linear ausgetragener Körper.....	269
32.2. Shell bzw. Schalenfunktion für dünnwandige Körper.....	270
32.3. Neigungsfunktion für Enformungsschrägen.....	271

32.4. Rippe erstellen.....	271
32.5. Absatz (Lippe) erstellen.....	273
32.6. Helix oder Feder.....	275
32.7. Dünnwandige Austragung.....	277
32.8. Rotationskörper.....	279
32.9. Übergangs- / Loft-Körper.....	281
32.10. Profil ziehen / Sweepkörper.....	283
32.11. Boolesche Funktionen.....	284
32.12. Flächen-Funktionen.....	285
32.13. Kanten Runden.....	288
32.14. Kanten Fasen.....	291
32.15. Entformungsschrägen / Neigung.....	292
33. Funktionen im 2D-Zeichnungsbereich.....	293
33.1. Detailansicht.....	294
33.2. Schnittansicht.....	295
33.3. Gebrochene Ansicht.....	296
33.4. Ausbruch.....	297
33.5. Hilfsansicht.....	298
33.6. Ansicht neu ausrichten.....	299
34. Blechabwicklung.....	300
34.1. Basisblech mit einer Lasche erstellen.....	300
34.2. Blechübergang Rund auf Eckig.....	302
34.3. Ecken schliessen.....	303
34.4. Blech an einer Skizzenlinie abbiegen.....	304
34.5. Blechumwandlungsfunktion.....	305
34.6. Blech Beispiel.....	307
34.7. Blechteil als 2D-Zeichnung abwickeln.....	313
34.8. Konfiguration erzeugen und damit arbeiten.....	313
34.9. Weitere Informationen zu den Konfigurationen.....	317
35. Variablen und Parameter.....	318
36. TIPS & TRICKS.....	322
36.1. Teile werden NIE im Windows Explorer kopiert!.....	322
36.2. Wie mache ich am einfachsten einen Gehrungsschnitt?.....	322

36.3. Selektionsreihenfolge und Drag & Drop im Design Manager.....	323
36.4. Referenzgeometrie in Baugruppen anzeigen.....	325
36.5. Bauteil oder Baugruppe im Design Manager suchen.....	325
36.6. Wie erstellt man eine schiefe Konstruktions-Ebene?.....	326
36.7. Konstruktions-Ebenen automatisch anpassen lassen.....	327
37. Metallbau-Modul.....	328
37.1. Wie werden eigene Profile implementiert?.....	328

1. Vorwort

ZW3DCAD wurde von Anfang an speziell für das Betriebssystem Windows entwickelt - die Bedienung über Ribbons, Menüs und Symbolleisten entspricht daher dem von Microsoft gesetzten Standard. Zusätzlich ist über die rechte Maustaste stets ein Kontextmenü aufrufbar, welches die in der jeweiligen Situation wahrscheinlichsten Befehle anzeigt. Vor allem bei geübten Benutzern ist dieses Kontextmenü wohl der schnellste Weg und erspart unnötige Mausbewegungen! In ZW3DCAD ist auch der Design Manager (Feature Tree) kontextsensitiv und bietet - je nachdem ob ein Teil, eine Baugruppe oder eine Zeichnung dargestellt wird - unterschiedliche Funktionen an. Auch die Tastatur-Hotkey's ermöglichen für geübte Benutzer schnelleres Arbeiten als per Mausklick auf die Symbole. Neben dem allgemeinen, in fast allen Windows-programmen üblichen Standard, sind weitere Hotkey's im diesem Buch beschrieben.

Weiters ist wichtig zu wissen, dass dieses Buch seit Version 2015 gepflegt und weiter entwickelt wird. Es kann deshalb vorkommen, dass möglicherweise an einigen, wenigen Stellen, nicht die aller aktuellsten Menübezeichnungen bzw. Screenshots eingepflegt sind. Wir haben aber immer Acht gegeben, dass die Beispiele, in der aktuellsten Version nachvollziehbar und keine grösseren Abweichungen vorhanden sind.

1.1. Unsere FAQ

Auf der ZW3DCAD-Webseite www.zcad.ch finden Sie im Infodesk-Menü regelmässig wiederkehrenden Fragen unserer CAD-Anwender.

1.2. Übungsdateien für ZW3DCAD

Um Ihnen den Einstieg in die ZCAD-Welt zu erleichtern, gibt es ebenfalls auf <http://www.zcad.ch/> im Schulungsmenü einen Downloadbereich mit verschiedenen Beispielen. Im Verlauf dieses Buches wird vor allem **Druckluftmotor.zip** mehrmals gebraucht bzw. behandelt.

1.3. Schnittstellenfunktionalität

Soll ein 3D-CAD-Modell durchgehend zur Produktentwicklung in einem Unternehmen verwendet werden, ist die Frage der Schnittstellenfunktionalität ein sehr wichtiger Punkt. Gerade hier hatten in der Vergangenheit einige klassische Systeme deutliche Schwächen zu verzeichnen, und selbst in der heutigen Situation ist in diesem Bereich noch einiges an Anstrengungen seitens der Systemhersteller gefragt. Der Austausch von Daten lässt sich in zwei grosse Kategorien unterteilen.

Einerseits besteht innerbetrieblich die Notwendigkeit, aus dem eigentlichen

Konstruktionsprogramm Informationen weiterzugeben. Solche Informationen können Zeichnungen und Ansichten in elektronischer Form sein, die mittels Textverarbeitung weiterverwendet werden können. Gerade in diesem Fall weiss ich aus eigener Erfahrung, wie viel Zeit und Nerven es mitunter kosten kann, bis man für den Vertrieb oder einen Projektleiter CAD-Informationen für die Textverarbeitung aufbereitet hat.

Die zweite Kategorie ist der Datenaustausch mit Kunden oder Lieferanten. Erstere benötigen - sofern sie in 3D arbeiten - Geometriedaten für die weitere Verwertung. Letztere sollen mit Hilfe von Konstruktionsdaten Teile und Baugruppen herstellen, die in den eigenen Produkten verbaut werden. Für diese Zwecke gibt es mittlerweile eine Anzahl von 3D-Schnittstellen. Als wichtigste Vertreter für neutrale Schnittstellen seien hier IGES, STEP, STL und VDAFS genannt. In der 2D-Welt sind DXF- und DWG-Schnittstellen sehr verbreitet. Daneben gibt es noch einige Dutzend weitere Datenschnittstellen, die für verschiedene spezielle Anwendungsfälle entwickelt wurden.

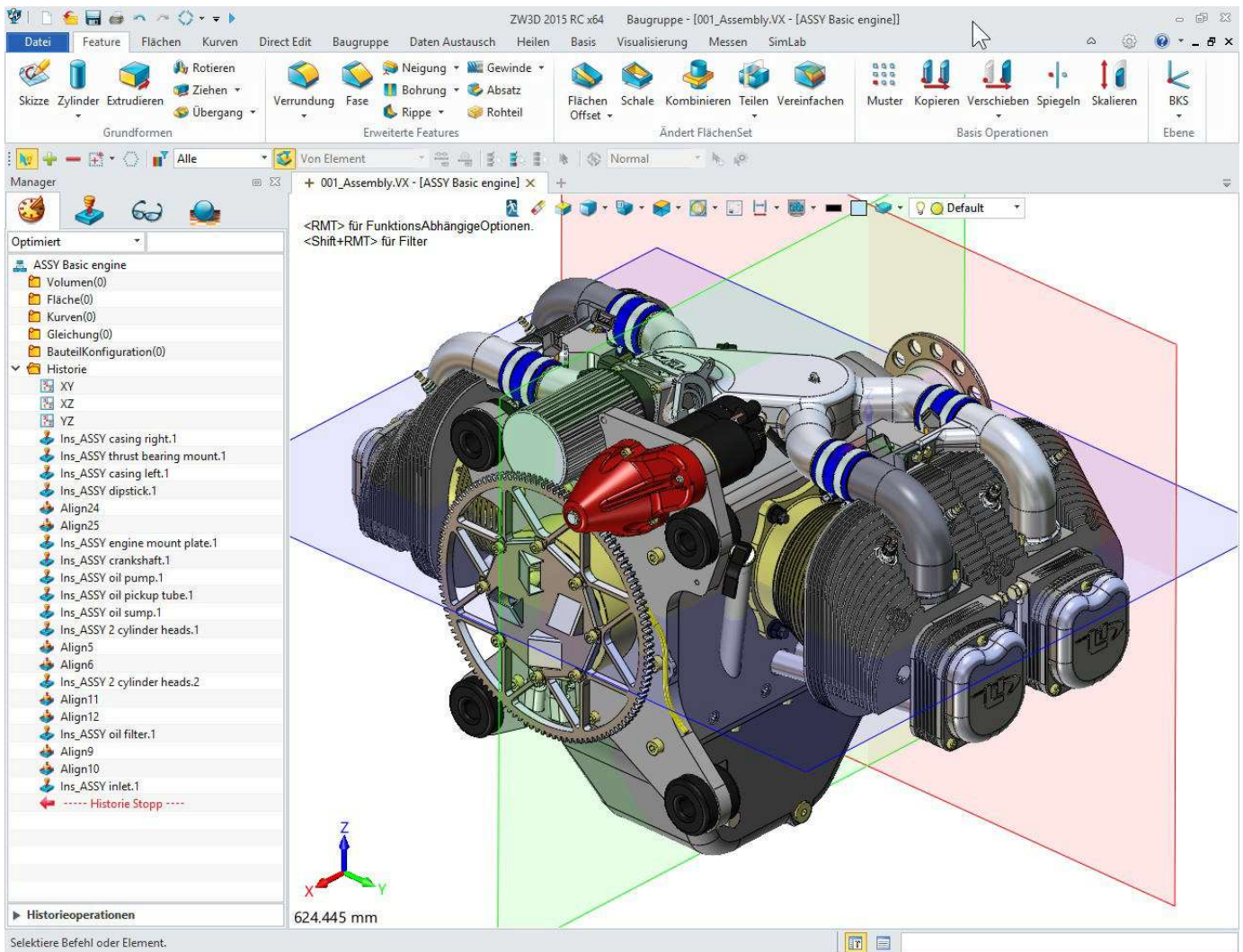
Betrachtet man beispielsweise die IGES-Schnittstellen mehrerer CAD-Systeme, so stellt man fest, dass die Qualität der jeweiligen Ausprägung von System zu System sehr unterschiedlich ist. Gerade davon hängt jedoch die erfolgreiche Übermittlung von Geometrieinformationen ab. Bei einigen älteren Systemen ist die Genauigkeit der Flächeninformationen nicht sehr hoch. Das hat beispielsweise zur Folge, dass in Systemen mit dem ACIS- oder Parasolid-Kern Probleme mit solchen Daten auftreten können, weil gerade diese Kerne sehr genau arbeiten. Sind die Informationen über die Linien und Kurven, mit denen die Einzelflächen definiert werden zu ungenau, entstehen beim Zusammensetzen dieser Einzelflächen Fehler und es kann vom Kern kein geschlossener Körper erzeugt werden. In diesem Fall ist die Geometriedarstellung fehlerhaft und es kann keine Materialinformation hinterlegt werden. Im Formenbau sind solche fehlerhaften Geometrien besonders ärgerlich, weil diese, ohne teilweise aufwändige Nachbearbeitung, nicht zum automatischen Erzeugen von Formnestern weiterverwendet werden können.

Leider hat man als CAD-Anwender das Gefühl, dass gerade die Notwendigkeit, Standards einzuhalten bei bestimmten CAD-Anbietern nicht die oberste Priorität hat. Deshalb ist bei der Auswahl eines CAD-Systems gerade auf diesen Punkt besonderen Wert zu legen.

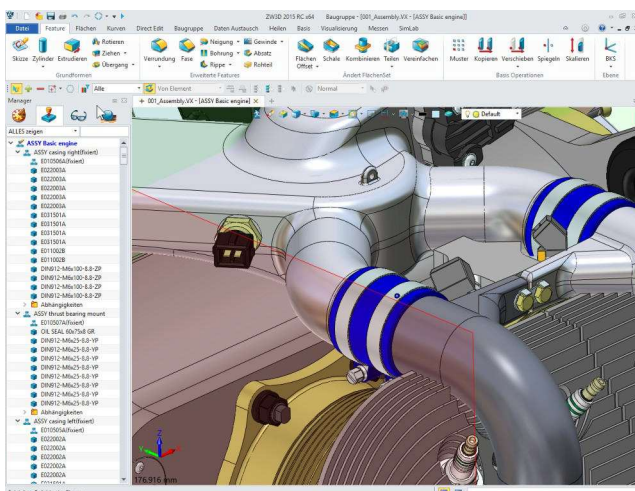
Dank eigenem UPG2-Kern sind wir frei und unabhängig gegenüber äusseren bzw. fremden Einflüssen. Dies fördert eine autonome Weiterentwicklung von **ZW3DCAD** und ist somit ein Garant für Ihre Investition. Wir haben unsere Entwicklung mit rund 50 Programmierern in eigener Hand.

2. Beispiele was alles mit ZW3DCAD konstruiert wird

2.1. Motoren- und Maschinenbau mit ZW3DCAD

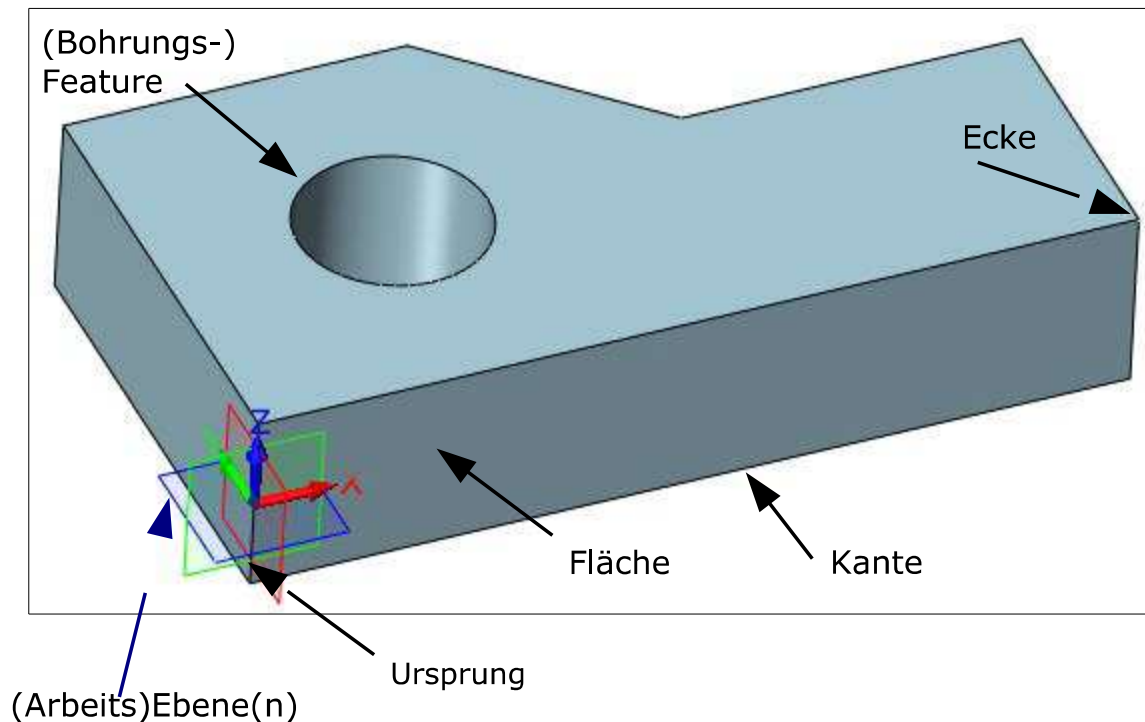


Boxermotor UL260i für Sportflugzeuge komplett in ZW3DCAD konstruiert.
© ULPower Aero Engines



Seit mehreren Jahren entwickelt und finanziert eine belgische Gruppe von begeisterten Privatpersonen einen neuen Motor mit moderner Technik und geringem Gewicht für die Flugzeuganwendung. Nach 3 Jahren Entwicklung und Erprobung von mehreren Prototypen erschien der erste UL260i (siehe Bild oben) mit 97 PS und wurde in einem Flugzeug (a Lambert Mission M106) installiert. Erste Flugtests wurden durchgeführt Nach dem Nachweis der Zuverlässigkeit des Motors auf dem Boden und in der Luft, wurde das Projekt in einem offiziellen Unternehmenstruktur zusammengeführt. ULPower Aero Engines wurde gegründet, um auf die weitere Entwicklung und Herstellung von Motoren, bei denen geringes Gewicht, Leistung und Zuverlässigkeit wichtig sind.

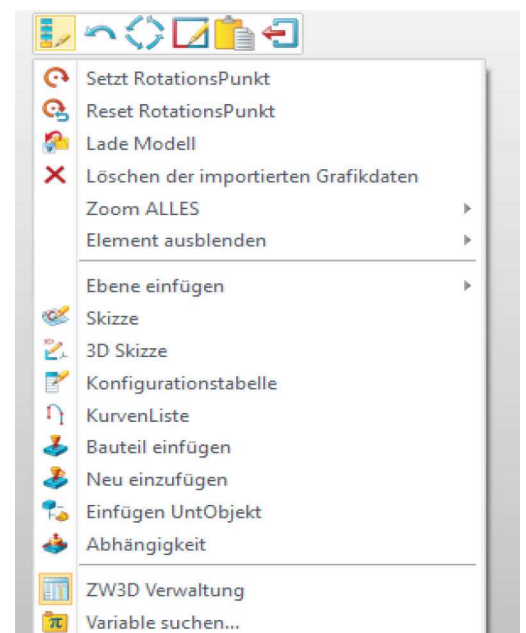
6.5. Begriffsdefinitionen



Die in diesem Buch gebrauchten Begriffe und Definitionen möchte ich an dieser Stelle kurz erläutern. Zur besseren Verständlichkeit von den Begriffen: **Flächen**, **Kanten** und **Ecken** sowie **Arbeitsebenen**, **Achsen** und **Ursprungspunkt** sehen Sie oben die wichtigsten Definitionen.

Mit der rechten Maustaste (**RMT**) haben Sie Zugriff auf die wichtigsten Funktionen. Das RMT-Menue ist adaptiv und passt sich der jeweiligen Arbeits-Situation automatisch an.

Nebenstehendes Beispiel zeigt das RMT-Menue im Skizzenmodus ->

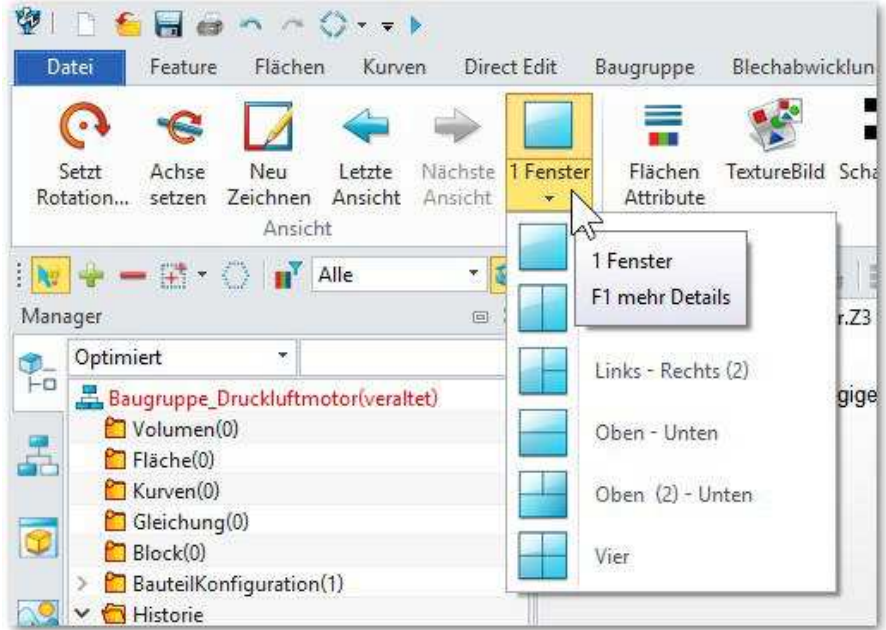


Zur Information sei nochmals vermerkt:

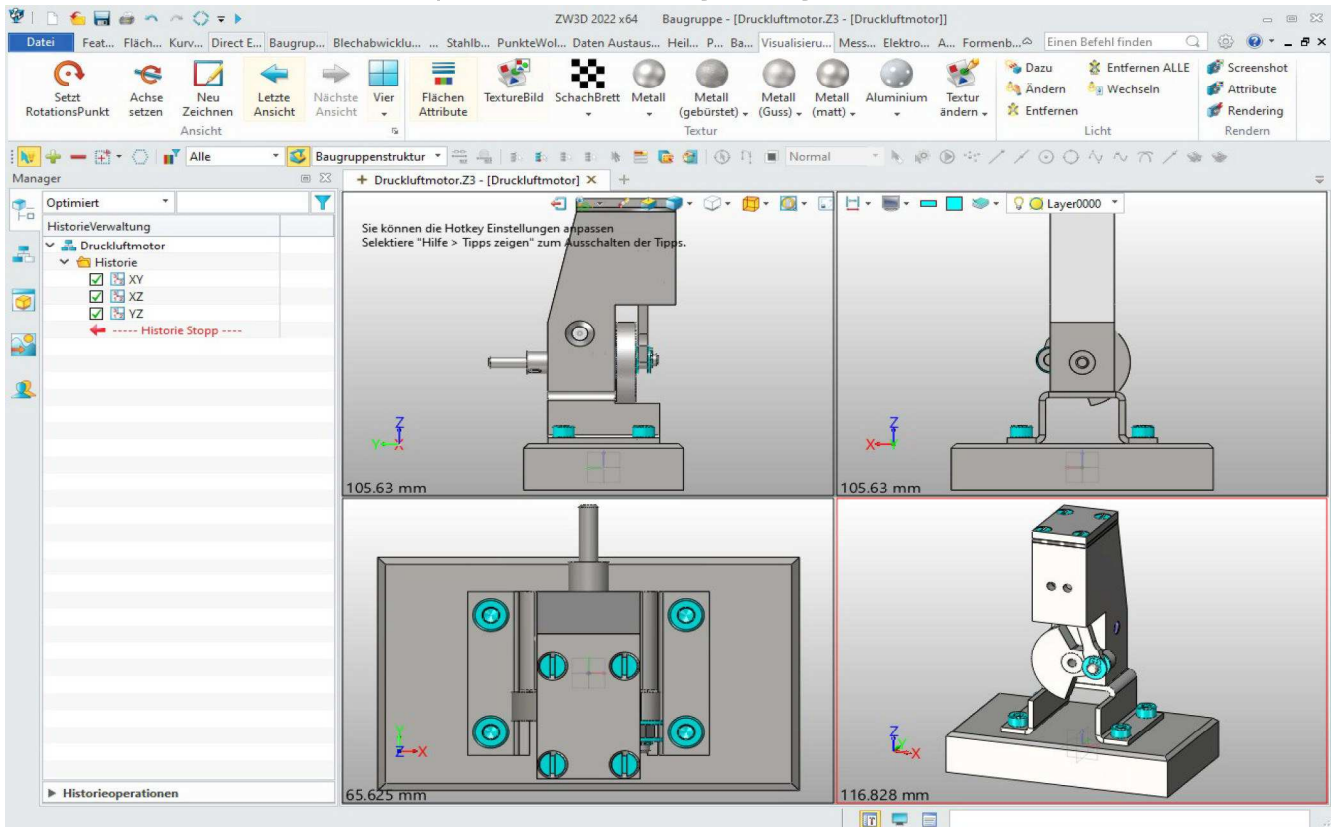
- **LMT** = linke | **RMT** = rechte | **MMT** = mittlere Maustaste
- Text innerhalb von eckigen Klammern z.B. [Alt] = Alt-Taste

6.6. Mehrfach-Ansichten

Im Ribbon **Visualisierung**, kann der Arbeitsbereich von **ZW3DCAD** in mehrere Bereiche geteilt werden. In jedem Bereich können beliebige Einstellungen in Bezug auf die Visualisierung oder Bearbeitung vorgenommen werden. Sobald in einem Fenster eine Änderung vorgenommen wird, reagieren die anderen Ansichten umgehend und bringen sich automatisch auf den aktuellen Stand.



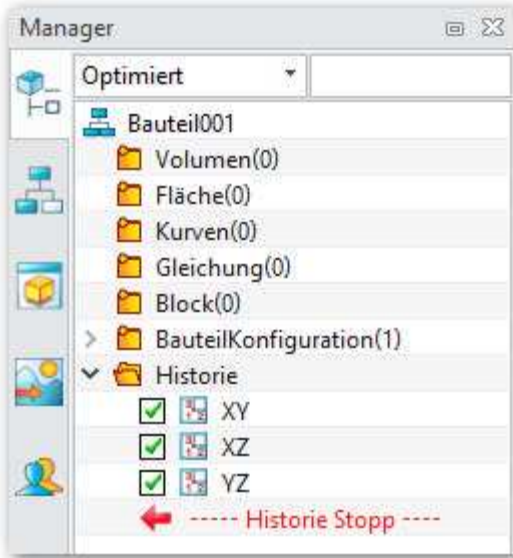
Das Arbeitsfenster kann entsprechend den Vorgaben geteilt werden.



Um ein Arbeitsfenster zu aktivieren, klicken Sie irgendwo innerhalb dieses Bereiches. Ein roter Rahmen markiert das aktive Zeichnungsfenster.

1 Fenster aktiviert wieder den ganzen Arbeitsbereich als EIN Fenster.

6.7. Design Manager – ein kleines Beispiel



Design Manager bei leerer Zeichnung.

In diesem Tutorial wird mehrfach der Begriff "Feature" fallen. In **ZW3DCAD** bestehen Bauteile und Baugruppen aus verschiedenen Features. Bevor ich diesen Begriff erkläre, möchte ich kurz auf die Elemente von **ZW3DCAD** zur Verwaltung von Features und deren Eigenschaften eingehen. Die Beschreibung des Design Managers erfolgt in Form eines Beispiels anhand der Entstehung eines einfachen Teils. Aus Platzgründen verzichte ich darauf, auf jedes Detail und jede Funktion einzugehen. Sie müssen die folgenden Schritte nicht in **ZW3DCAD** nachmachen. Dies ist vorab nur für das Verständnis wichtig. Im weiteren Verlauf des Buches gibt es noch viele Beispiele zum nachzeichnen.

Beginnen wir mit folgendem Beispiel: Es handelt sich dabei um ein Winkelstück mit zwei Bohrungen und Stirnsenkungen.

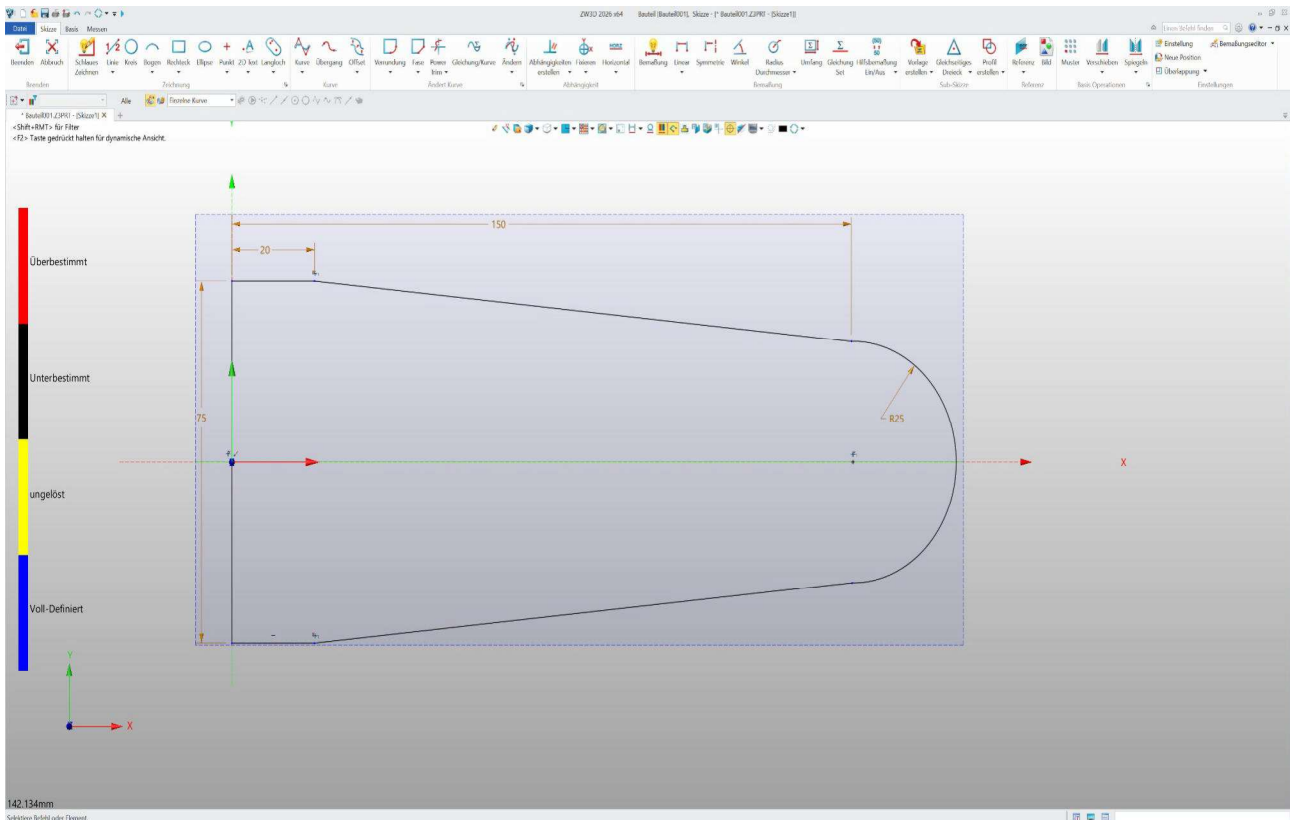
Im Design Manager sieht man zu Beginn nur die oben abgebildeten Elemente. Es beginnt mit der symbolischen Darstellung eines kleinen Icons -> **Bauteil001**. Im Anschluss werden weitere Ordner für Elementlisten, Gleichungen, Konfigurationen und die drei Hauptebenen sowie **Historie Stopp** angezeigt.

Merke: 3D Ebenen werden nur aktiv indem man in der Nähe deren **Umrandungslinien** klickt. Mit einem Doppelklick auf eine Umrandungslinie kann die Dimension der Ebene manuell verändert werden.

Im folgenden Beispiel wird auf der **XY-Ebene** eine Skizze für den späteren Grundkörper des Teils erstellt. Auf dieser Ebene habe ich eine Skizze inklusive Bemassung fixfertig gezeichnet.

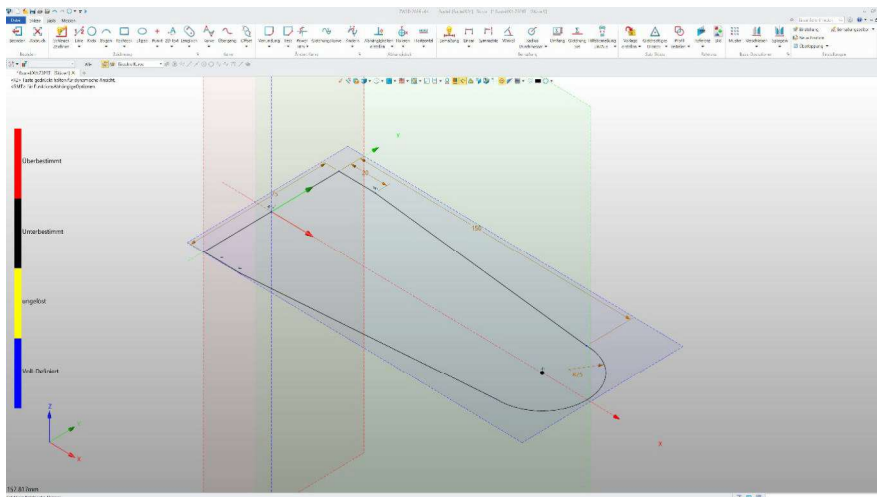
Wie Sie auf der folgenden Seite sehen, wurde unter anderem auch eine Mittellinie eingezeichnet. Diese wird benötigt, um über geometrische Beziehungen eine Symmetrie herzustellen.

Gezeichnet wird somit nur eine Hälfte welche gespiegelt wird. Bei Änderungen an einer der beiden Hälften, wird die andere Seite automatisch nachgeführt.



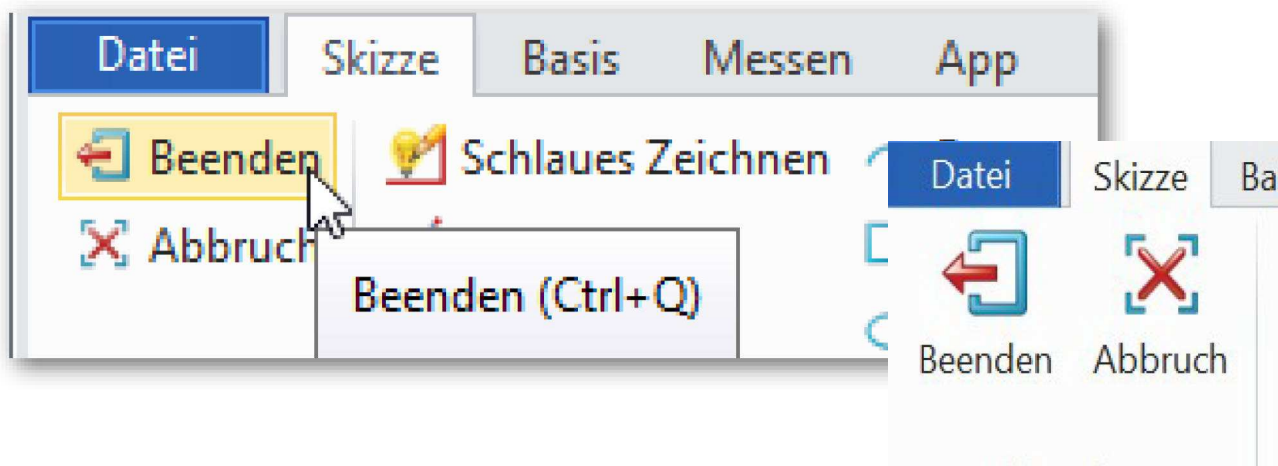
Skizze für den Grundkörper

An dieser Stelle möchte ich noch einmal darauf hinweisen, dass wir uns im Moment auf einer planaren Ebene (in einem 3-Dimensionalen Raum) befinden.

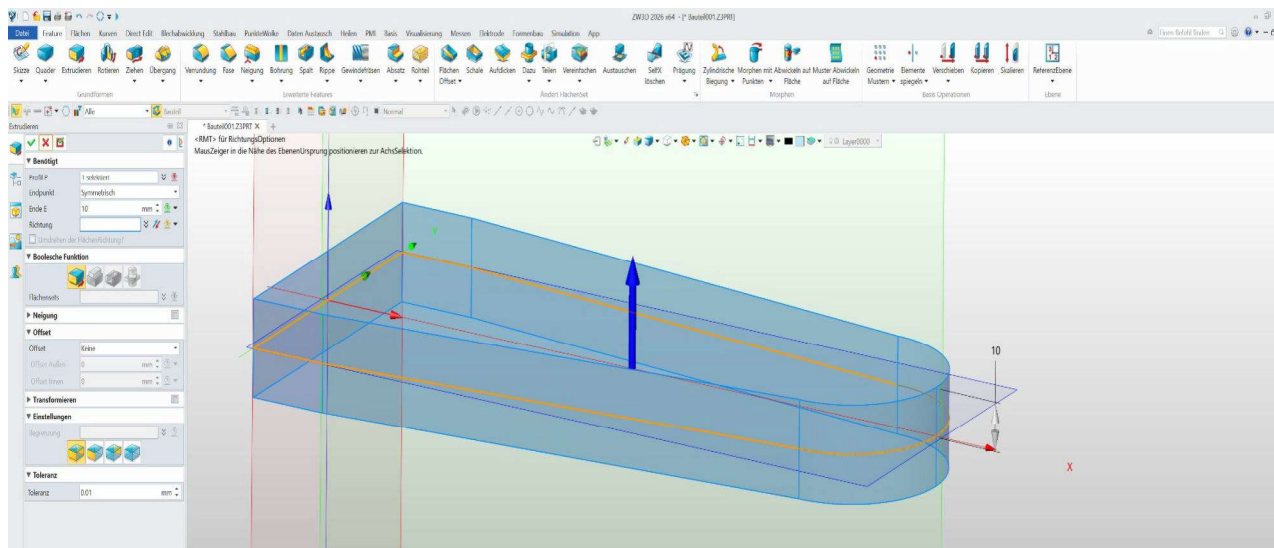


Die vielen kleinen Symbole in der Skizze zeigen die geometrischen Beziehungen für jedes Zeichnungselement an. Wenn Sie mit der Maus über ein solches fahren werden die betroffenen Elemente farblich hervorgehoben. Mit der **RMT** kann eine Beziehung gelöscht werden.

Wenn eine Skizze fertig ist, schliesst man den Skizzenmodus mit dem Icon **Beenden**. Nennen wir diese Funktion im weiteren Verlauf des Buches den „**Exit-Button**“.



Nun wird mit der Funktion **Feature -> Extrudieren** die Skizze in die dritte Dimension extrudiert:



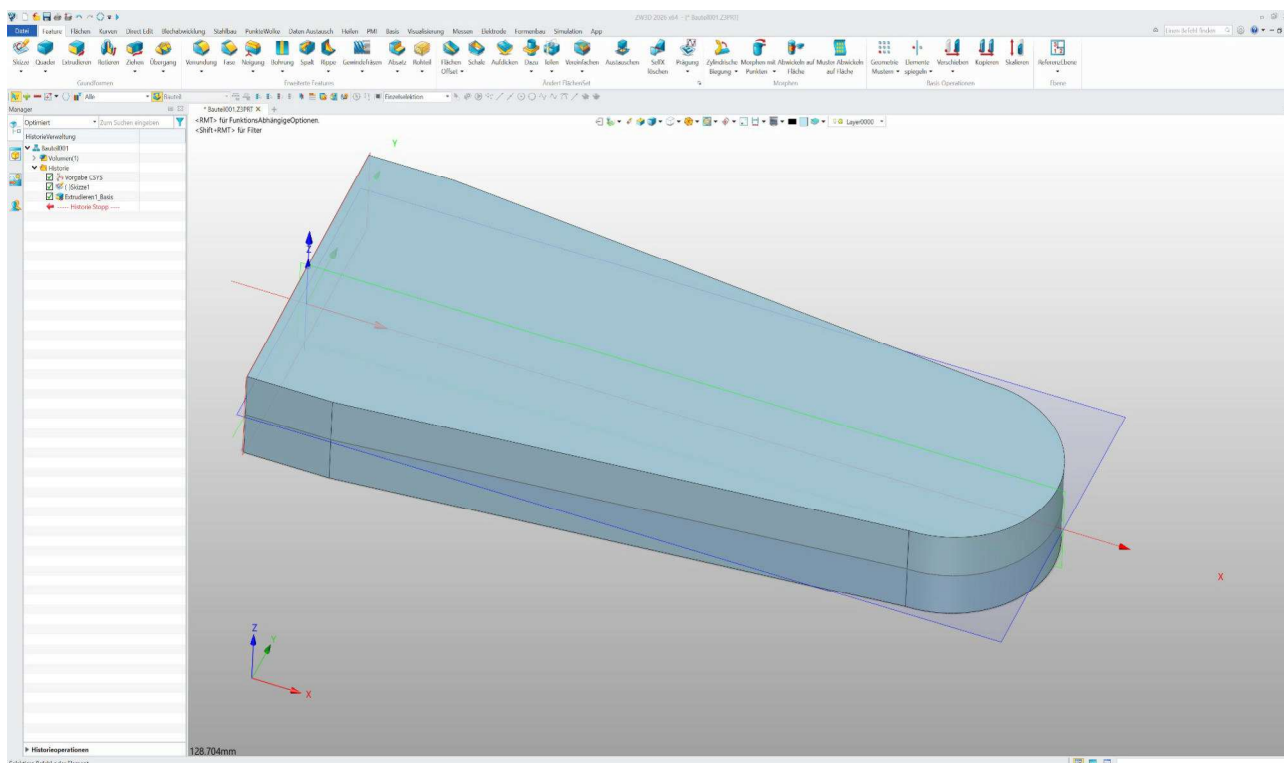
Auch hier sieht man sehr schön, dass alle Angaben, die wir für die Austragung der Skizze brauchen, **links im Dialogfeld** zur Verfügung stehen.

Wenn Sie mit der **Extrusion** zufrieden sind bzw. diese im Eingabefeld eingegeben haben, wird nach einmaligem Bestätigen mit dem **grünen Hacken** der Profilkörper erstellt.

Info: Bestätigen von Funktionen kann auch mit der **MMT** bestätigt werden.

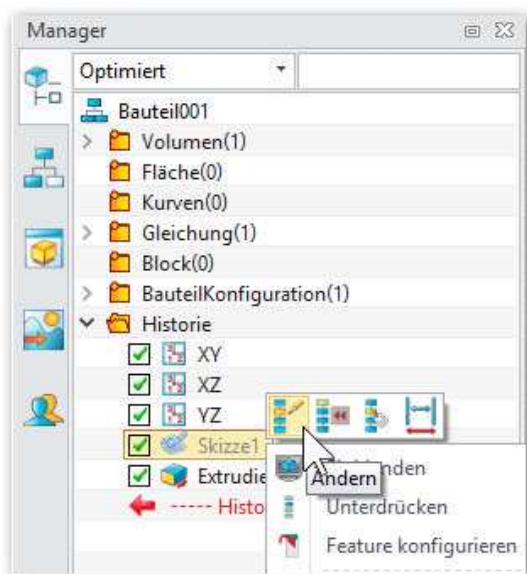
Merke: **MMT** = **M**ittlere **M**aus**T**aste

Im Bild ist die Extrusion zu sehen. Wenn Sie sich den Design Manager ansehen, werden Sie feststellen, dass das Feature **Extrudieren1_Basis** sowie der dazugehörigen **Skizze** aufgeführt ist:



Das erste Feature wird als **Extrusion1_Basis** im **Design Manager** reflektiert.

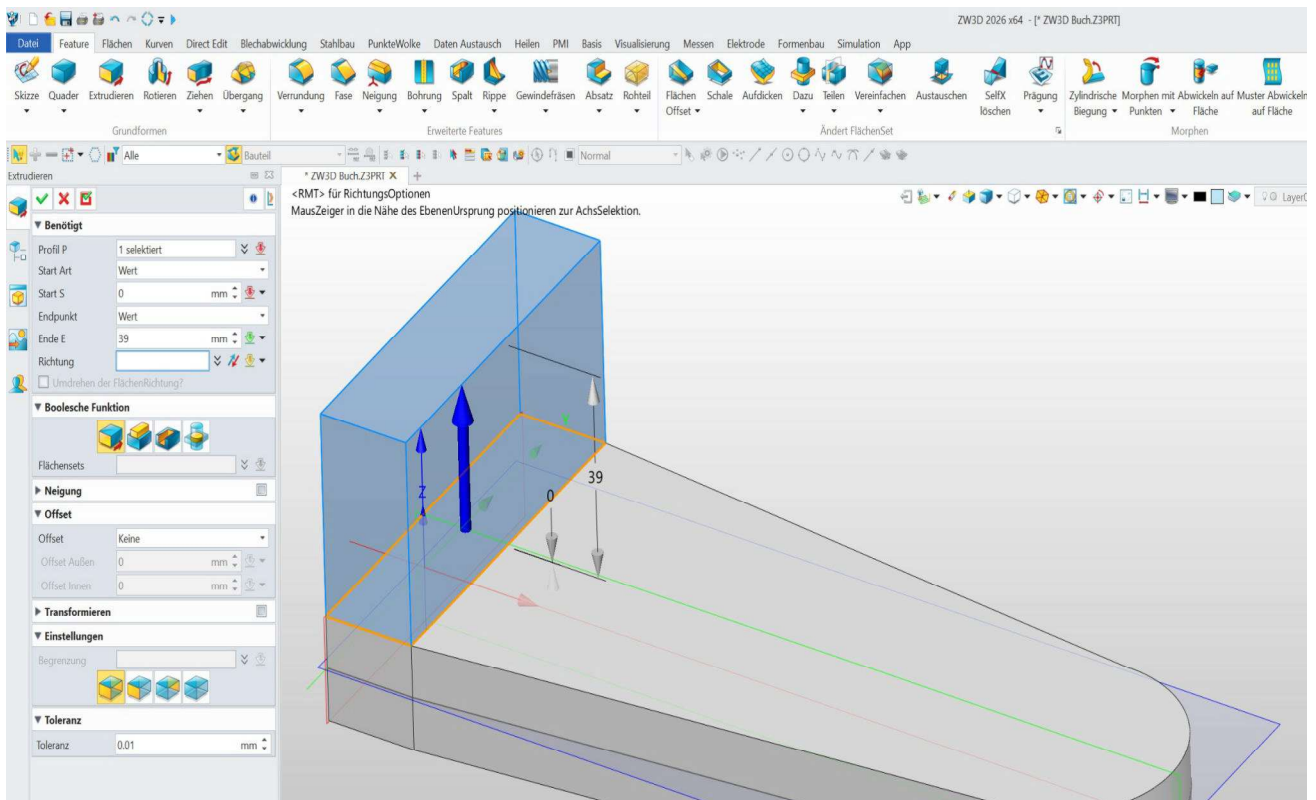
Mit diesem Feature stehen Ihnen nun zusätzliche Konstruktionsflächen bzw. Ebenen zur Verfügung, um neue Skizzen darauf zu erstellen.



Der **Design Manager** hat jetzt zusätzlich eine Skizze und das Extrusions-Feature erhalten.

Mit der **RMT** können alle Skizzen oder Features editiert werden.

Im Bild unten, habe ich auf dem Werkstück zuerst eine neue Skizze mit einem Rechteck erstellt und bin gerade dabei, diese über das Feature **Extrudieren** auszutragen.

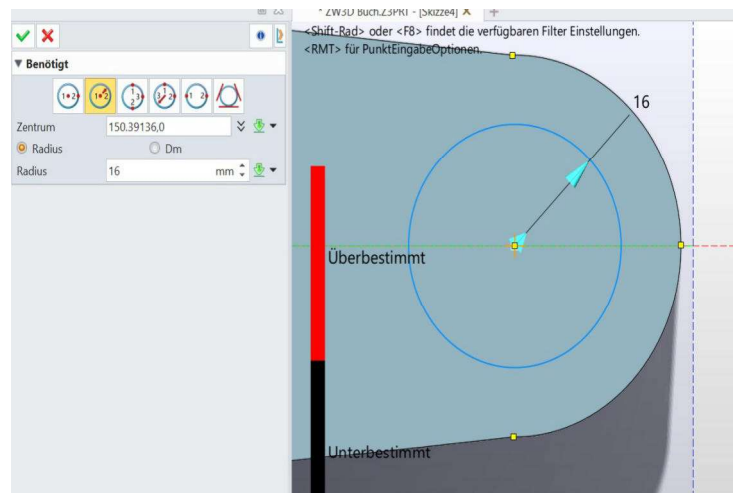


Das Mass wird dynamisch angezeigt und kann einen Mausklick direkt auf die Masszahl auch von Hand eingegeben werden. Wichtig dabei ist, dass man sich hier entscheiden muss wie die Extrusion erzeugt wird (Boolesche Funktion):



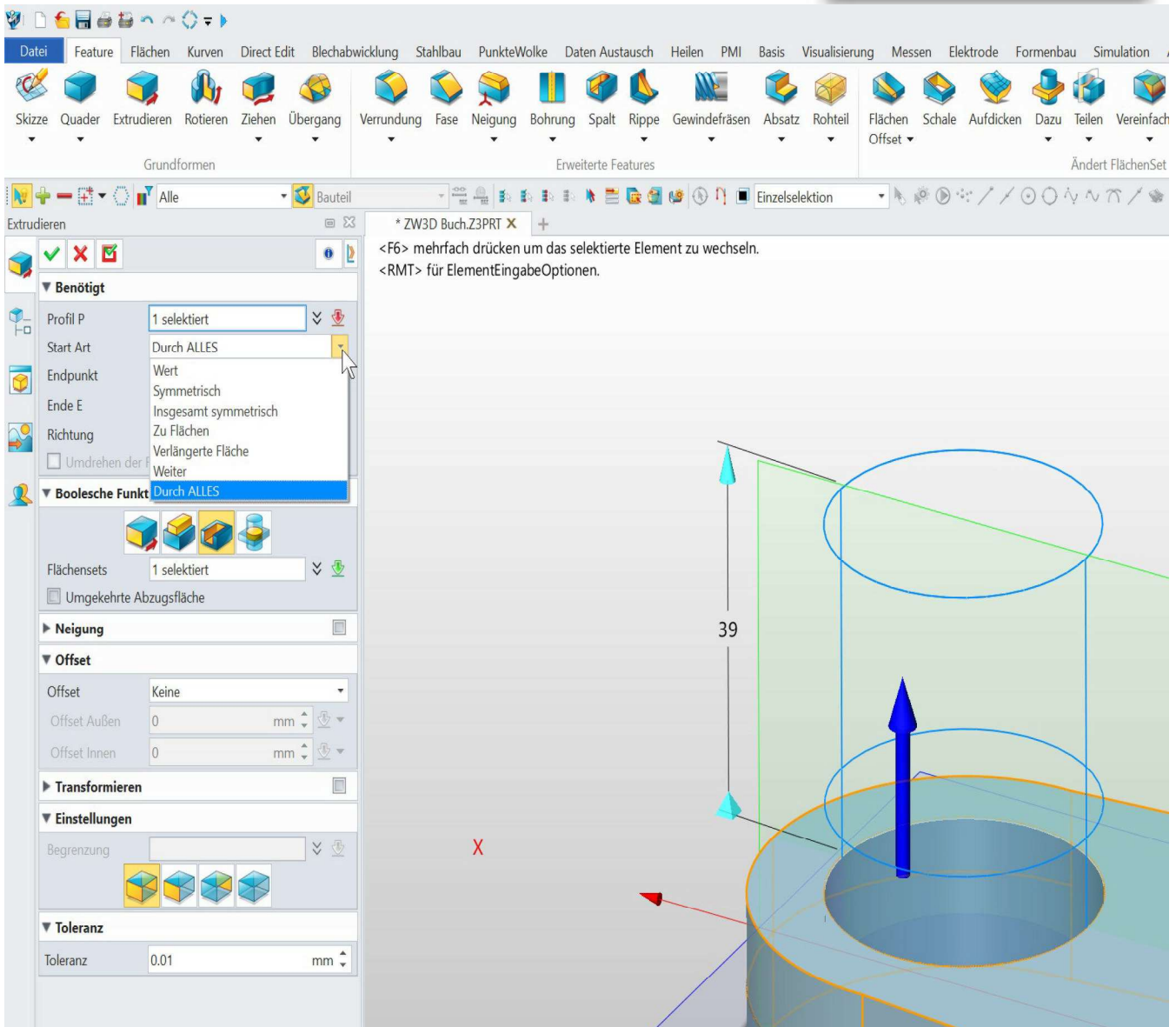
- als separates Feature
- als Addition zum bestehenden Teil (normal)
- als Subtraktion bzw. Materialschnitt
- als Schnittmenge (Kollision)

Die weitere Modellierung erzeugt eine Bohrung. Dazu habe ich den Volumenkörper auf die Seite gedreht. Hier erzeuge ich eine Skizze mit einem Kreis. Diesem Kreis und der runden Kante des Grundkörpers weise ich als geometrische Beziehung zu, dass beide **konzentrisch** sein sollen. Eine solche Beziehung bedeutet, dass beide Elemente das selbe Zentrum haben. Ändert sich die Lage des Grundkörpers, wird der skizzierte Kreis dem Körper automatisch folgen.



Nachdem man die Skizze mit dem **Exit-Button** verlässt,

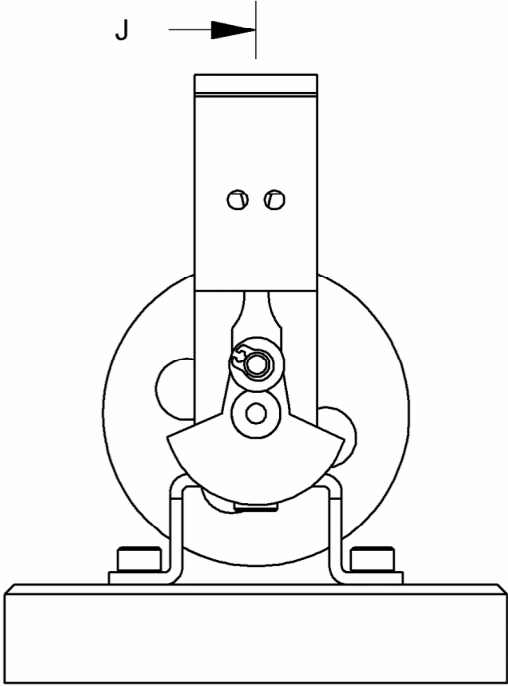
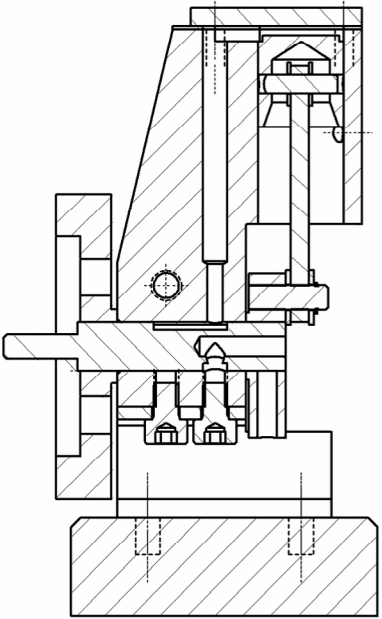
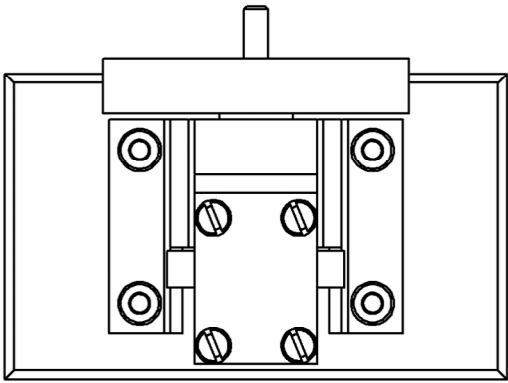
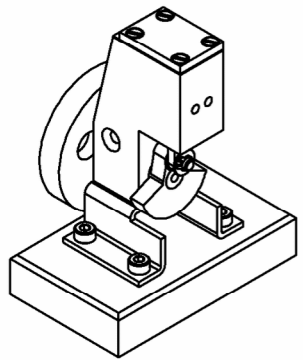
... wird der Kreis (als Bohrung) mit **Extrudieren** erzeugt:
In der Dialogbox sehen Sie, dass ich hier über die Auswahl



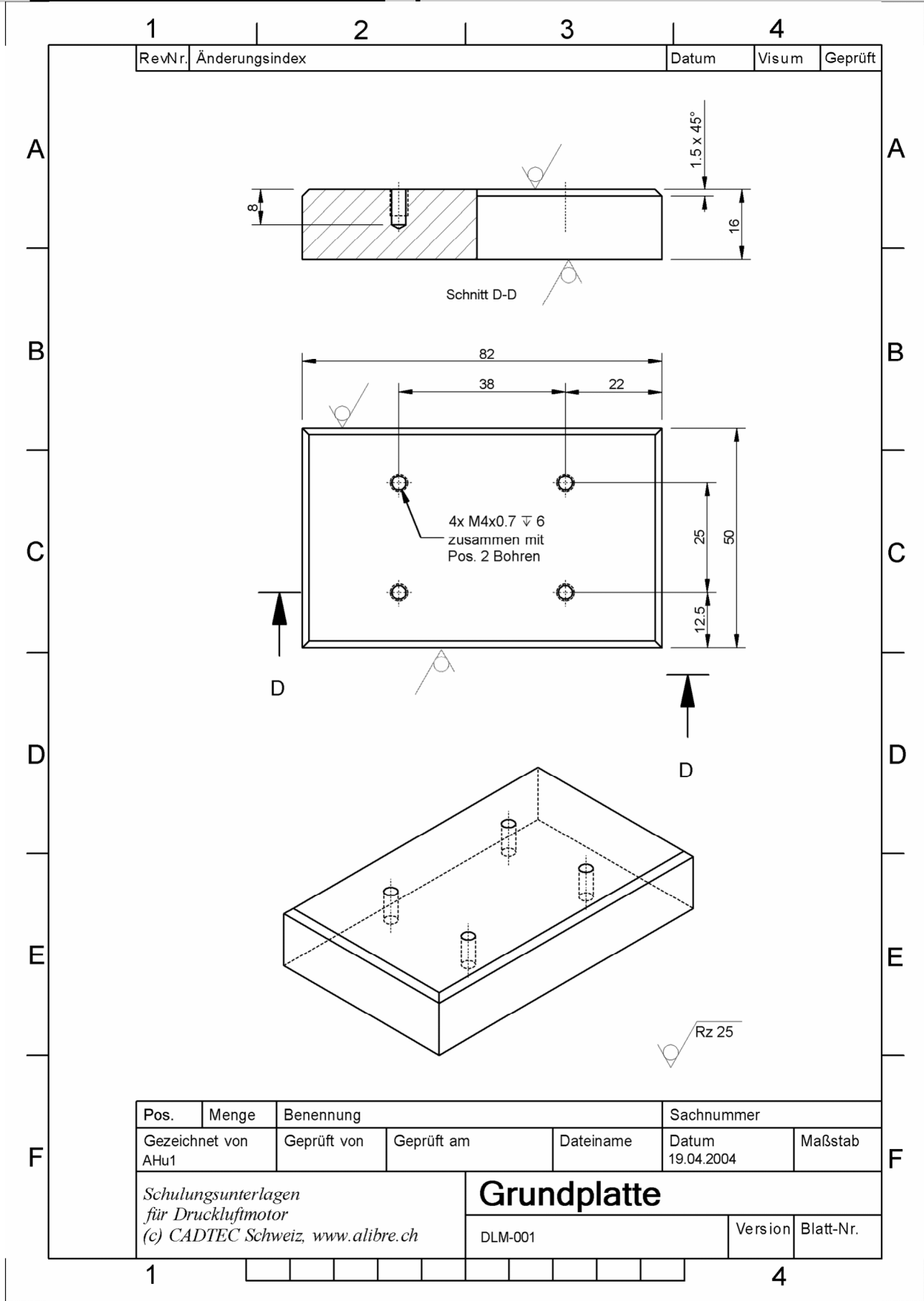
Start Art mit einem Klick der **LMT** und dann auf **Durch ALLES** ausgewählt habe. Durch diese Art erreiche ich, dass die Bohrung immer durch's ganze Bauteil geht. Verändere ich die Stärke/Dicke, wird diese Bohrung immer noch durch das ganze Bauteil gehen.

Das ist nur ganz kurz und bündig ein Einblick in die grundlegendsten Funktionsweise von **ZW3DCAD**. Auf den folgenden Seiten des Buches wird viel detaillierter darauf eingegangen. Wichtig ist es zu wissen, dass fast alles auf Skizzen basiert. Will heißen, Skizzen-Ebene definieren, Skizze erstellen, Feature auf diese Skizze anwenden. □

24. Beispiel: Druckluftmotor

1	2	3	4														
RevNr.	Änderungsindex	Datum	Visum Geprüft														
A B C	 <p style="text-align: center;">J →</p>	 <p style="text-align: center;">Schnitt J-J</p>	A B C														
D E	 <p style="text-align: center;">J →</p>		D E														
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>Menge</th> <th>Benennung</th> <th>Sachnummer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gezeichnet von AHu1</td> <td>Geprüft von</td> <td>Geprüft am</td> <td>Dateiname Datum 20.04.2004</td> </tr> <tr> <td colspan="2" rowspan="2"> <i>Schulungsunterlagen für Druckluftmotor (c) CADTEC Schweiz, www.alibre.ch</i> </td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Druckluftmotor</td> </tr> <tr> <td>DLM_000</td> <td>Version Blatt-Nr.</td> </tr> </tbody> </table>		Pos.	Menge	Benennung	Sachnummer	Gezeichnet von AHu1	Geprüft von	Geprüft am	Dateiname Datum 20.04.2004	<i>Schulungsunterlagen für Druckluftmotor (c) CADTEC Schweiz, www.alibre.ch</i>		Druckluftmotor		DLM_000	Version Blatt-Nr.	F
Pos.	Menge	Benennung	Sachnummer														
Gezeichnet von AHu1	Geprüft von	Geprüft am	Dateiname Datum 20.04.2004														
<i>Schulungsunterlagen für Druckluftmotor (c) CADTEC Schweiz, www.alibre.ch</i>		Druckluftmotor															
		DLM_000	Version Blatt-Nr.														
1			4														

25. Beispiel: DLM-001 Grundplatte



25.1. Konstruktionsschritte für Grundplatte

Konstruktionsschritte Funktionsbeschreibung

Neues Bauteil erstellen.

Im Ribbon **Basis** → **Bauteil**
Attribute die Stücklisten-
Informationen eingeben...

... und erstellen neue
Datenfelder im Register
Benutzer ---->

Folgende Felder **Übertragen**:

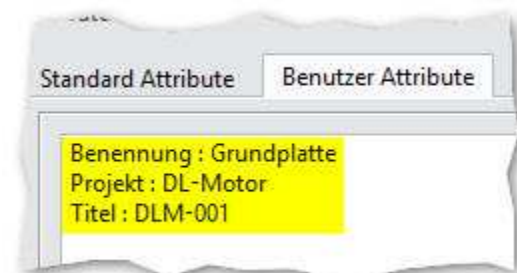
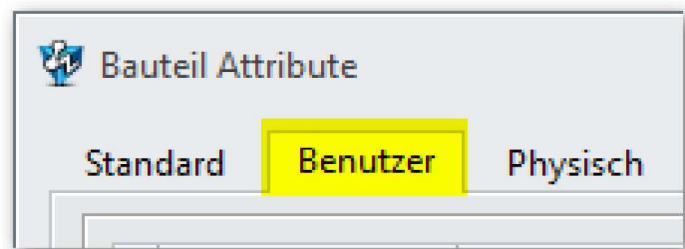
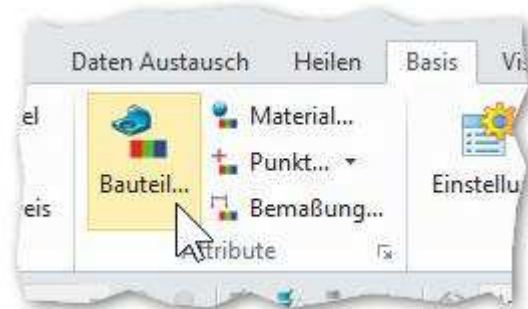
Eigenschaft = Grundplatte
Projekt = DL-Motor
Titel = DLM-001

Damit stehen die neuen
Informationen in den **Bauteil**
Attributen sowie in der
Stückliste und dem
Zeichnungskopf zur
Verfügung.

Mit **OK** übernehmen.

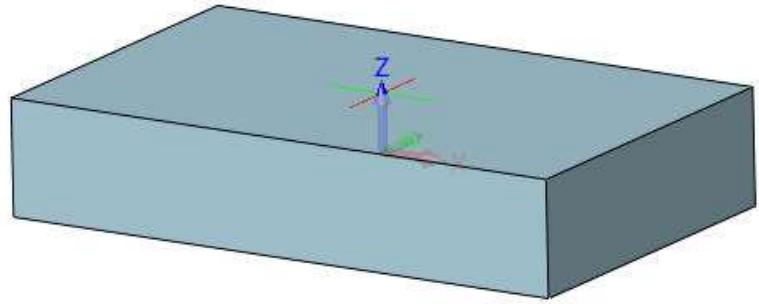
Funktionen oder visuelles Feedback

Das sollte klar sein... :-)

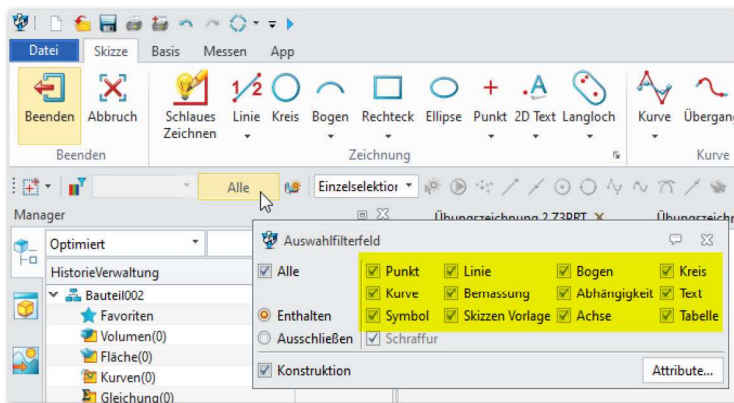


Auf der **XY-Ebene** ein **Skizze** erstellen und ein Rechteck 80x52 zeichnen.

Skizze **Extrudieren** mit 16mm.



Reminder → Info zu Element-Filter in Skizzen:



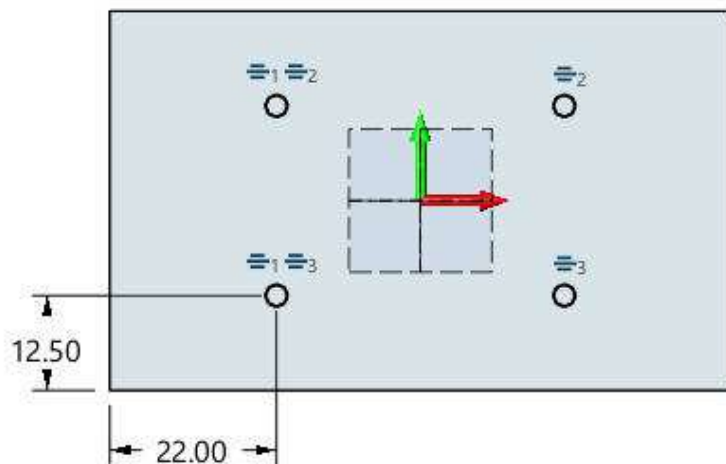
Sobald es einmal sein sollte, das keine oder nur bestimmte Elemente in einer Skizze angewählt werden können, liegt die Ursache im **Element-Filter**.

Aktivieren Sie in dem Fall **Alle** Checkboxen.

Auf Oberseite der Platte eine neue **Skizze** eröffnen.

Vier **Bohrungen** (gem. Massvorgabe) inkl. Gewinde platzieren.

Merke: Die Bohrungen werden am einfachsten über zuvor gezeichnete **Skizzen-Punkte** platziert. Wobei nur ein Punkt gezeichnet und dann **gespiegelt** wird.



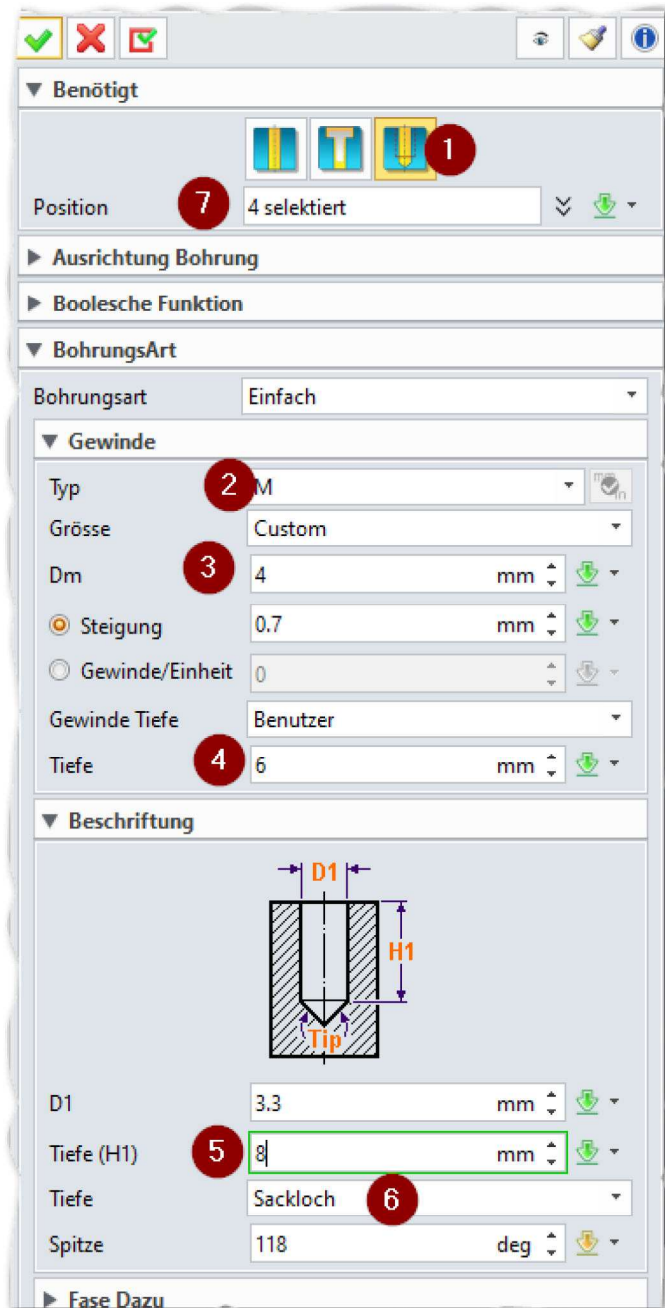
Mit dem **Exit-Button** die Skizze verlassen.



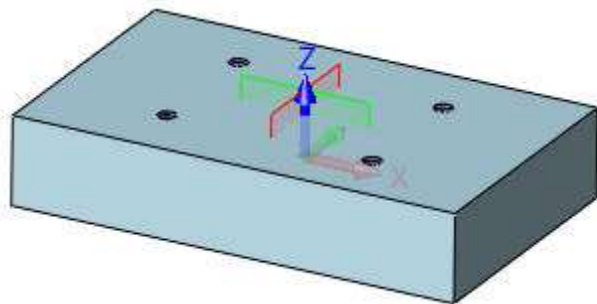
Der **Bohrungsmanager** ist umfassend und erzeugt jede beliebige Bohrungsvariante mit oder ohne Gewinde.

In unserem Fall machen Sie die nebenstehenden Einstellungen (**1-6**) .

Danach in das Feld **Position** (**7**) klicken damit die vier Gewindebohrungen auf die bestehenden **Punkte** gesetzt werden können.

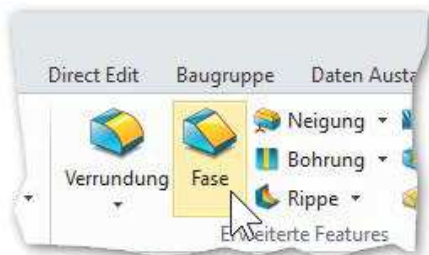


Wenn fertig mit **gH** oder **MMT** übernehmen, die Bohrungen werden erstellt.



Design Manager:

Mit einem Doppelklick auf **Skizze2**, wird selbige geladen und kann wieder bearbeitet werden.



Nun können die Kanten mit $1.5 \times 45^\circ$ angefast werden.

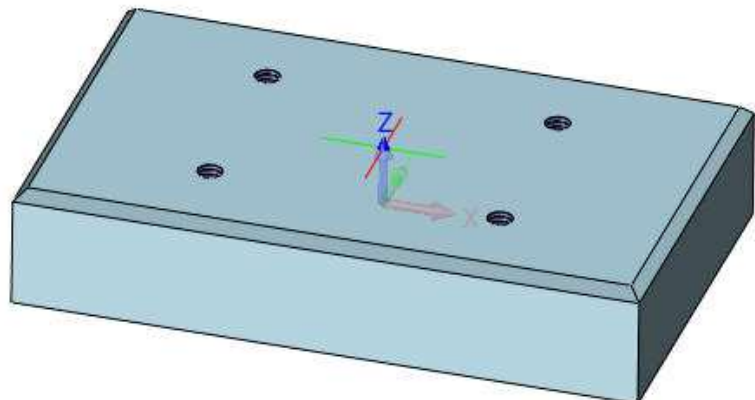
Beachten Sie dabei den Fasentyp **(1)**.

Wenn fertig mit **gH** oder **MMT** übernehmen, die Bohrungen werden erstellt.

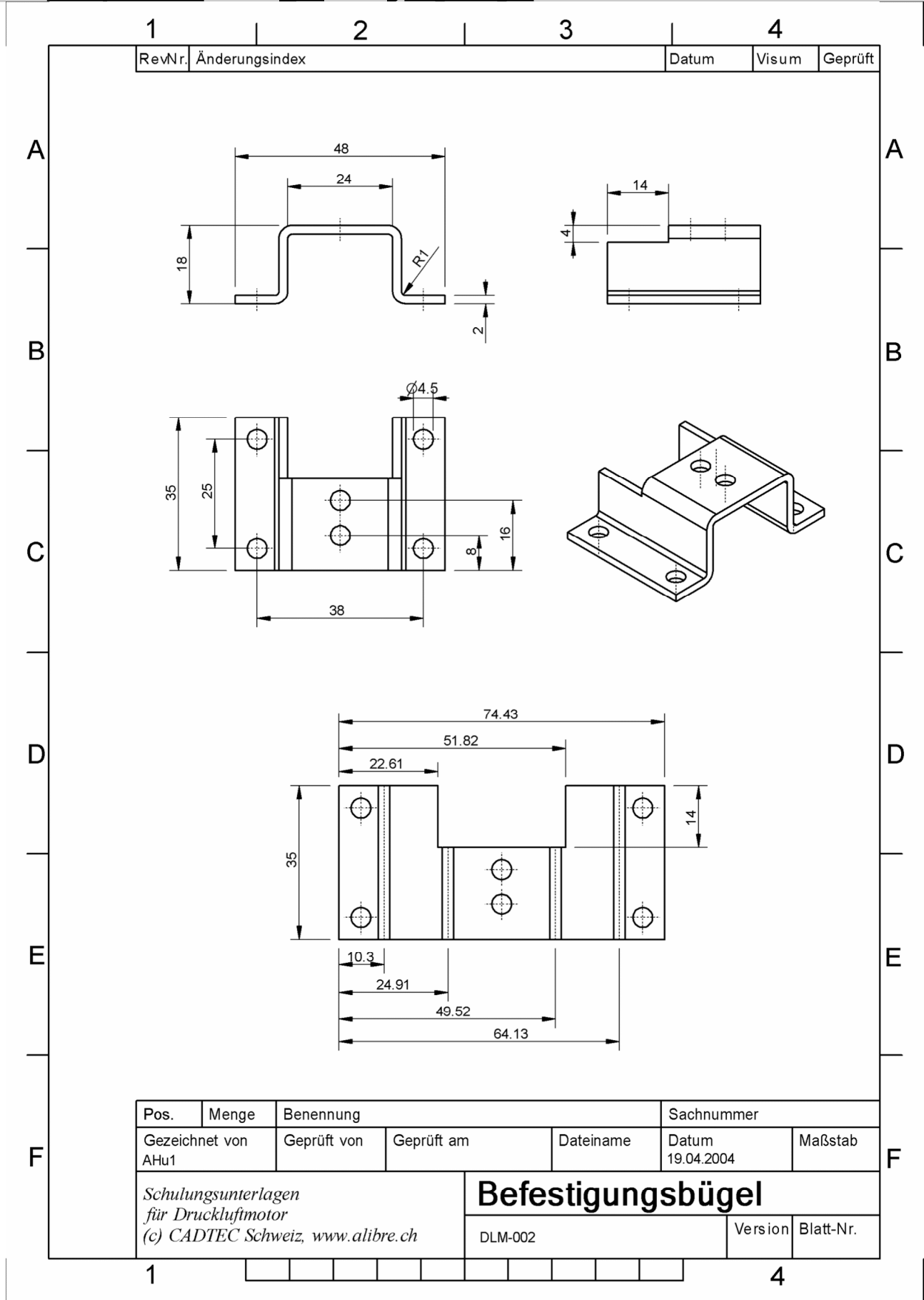
Abspeichern unter einem eindeutigen Namen.

Vorschlag:

DLM-001_Grundplatte



25.2. Beispiel: DLM-002_Befestigungsbügel

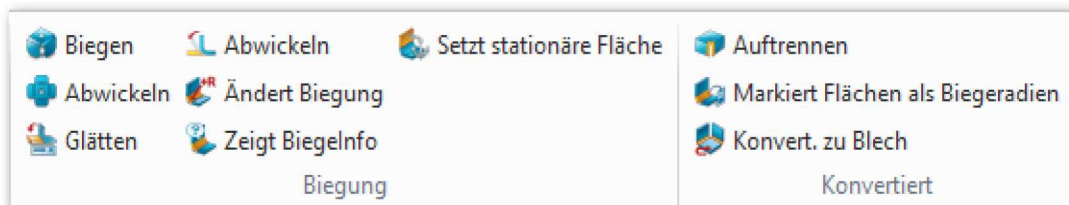
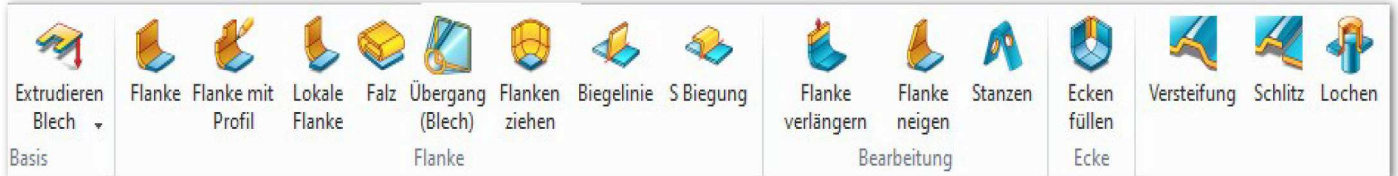


34. Blechabwicklung



Nebst der Arbeitsumgebung für Bauteile, Baugruppen und 2D-Zeichnungen steht zusätzlich **(mit dem optionalen Blech- und Stahlbau-Metalbaumodul)** noch eine spezielle Arbeitsumgebung für Blechteile zur Verfügung. Mit diesem Modul lassen sich einfache, fertigungsorientierte Blechbiegeteile mit Ausklinkungen und Stanzungen konstruieren. Die Grenzen liegen in allen Umformprozessen, bei denen es durch plastische Verformung zu Änderungen der Blechdicke kommt. Tiefziehteile und Fließpressteile lassen sich damit nur bedingt modellieren und müssen wie Standardbauteile behandelt werden.

Funktionsübersicht im Ribbon **Blechabwicklung**:



Funktionsübersicht im Ribbon **Profile**:



Ein Blechteil basiert immer auf einer Skizze.

34.1. Basisblech mit einer Lasche erstellen.

Konstruktionsschritte **Funktionsbeschreibung**

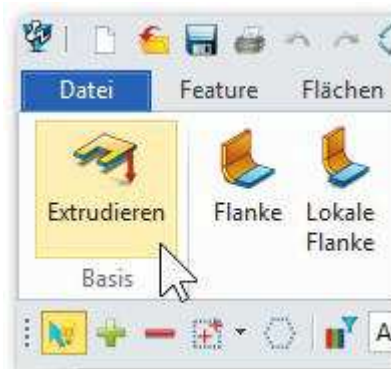
Grundblech erzeugen

Zeichnen Sie ein in einer neuen Skizze ein Rechteck, z.B. 100x50 mm

Mit dem **Exit-Button** die Skizze beenden.

Erzeugen Sie daraus das Grundblech mit Blechdicke 3mm

Funktionen oder **visuelles Feedback**

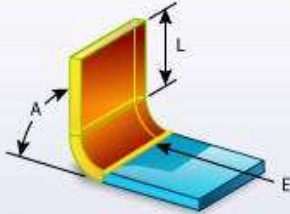




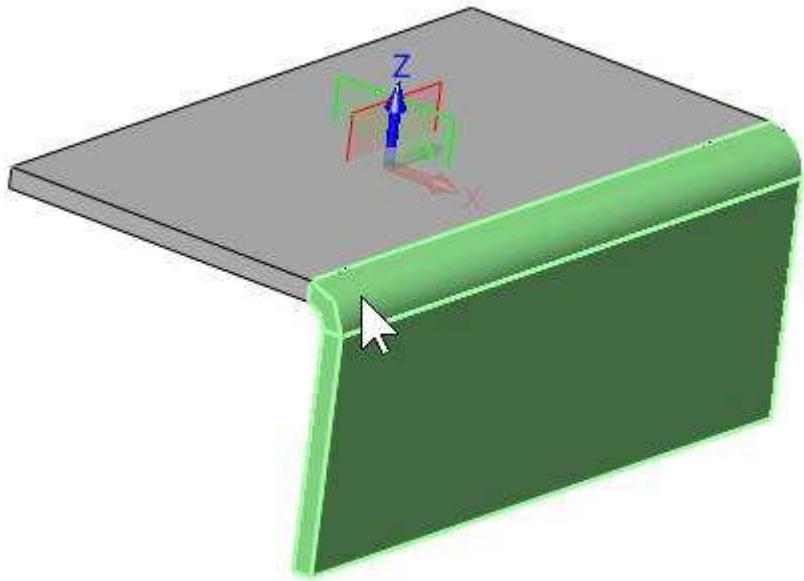
Flanke

Erstellt Flanke.

Selektiere die innere Kante (E) zum erstellen der Flanke



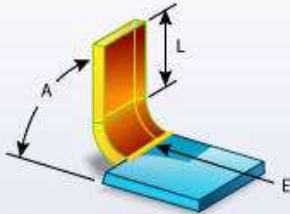
F1 mehr Details



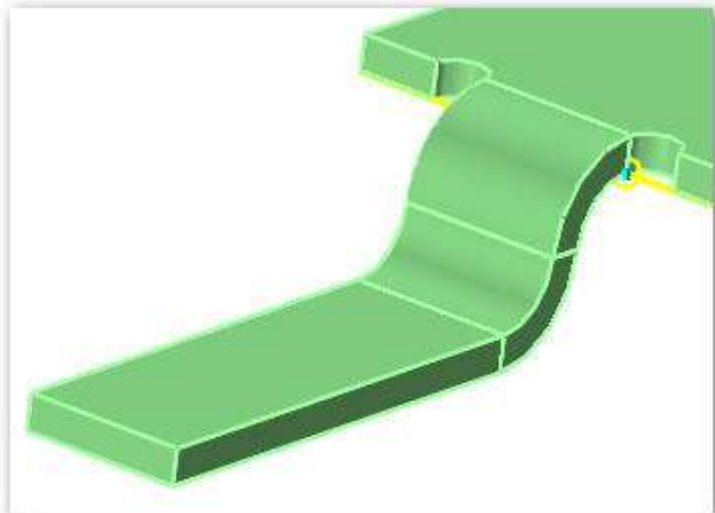
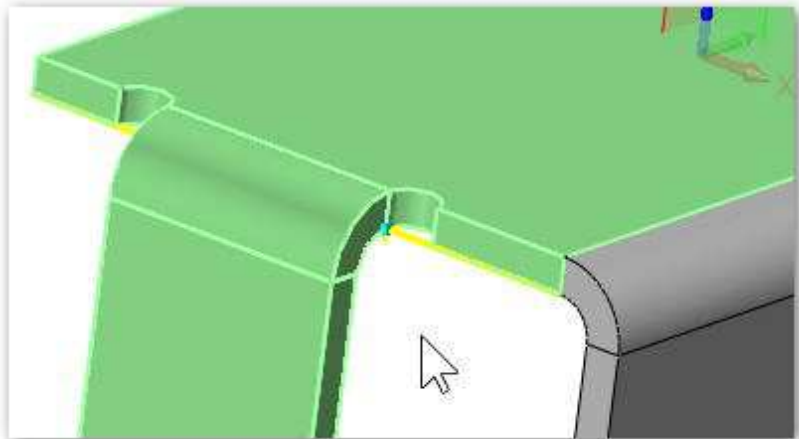
Lokale Flanke

Erstellt LOKALE Flanke.

Selektiere die innere Kante (E) zum erstellen der Flanke



F1 mehr Details



Jeder Abbug bzw. Flanke kann auch, sogenannte S-Biegungen erzeugen...

34.2. Blechübergang Rund auf Eckig

Konstruktionsschritte Funktionsbeschreibung



Übergang
(Blech)

- Beim Blech-Übergang von Rund auf Eckig werden zwei offene Profile benötigt.

Info:

- Dort wo die Skizzen offen sind wird der Blechspalt erzeugt.



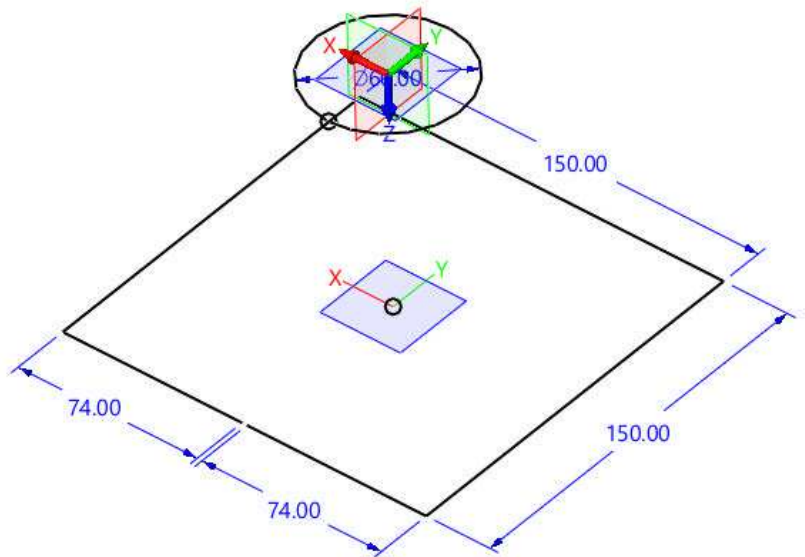
Dicke T ist die Blechdicke.

Der **Biegeradius** beschreibt den Radius in den Ecken der Skizze.

Bei **Benutzer** kann u.a. eine Biegetabelle als Grundlage der Korrekturfaktoren angegeben werden.

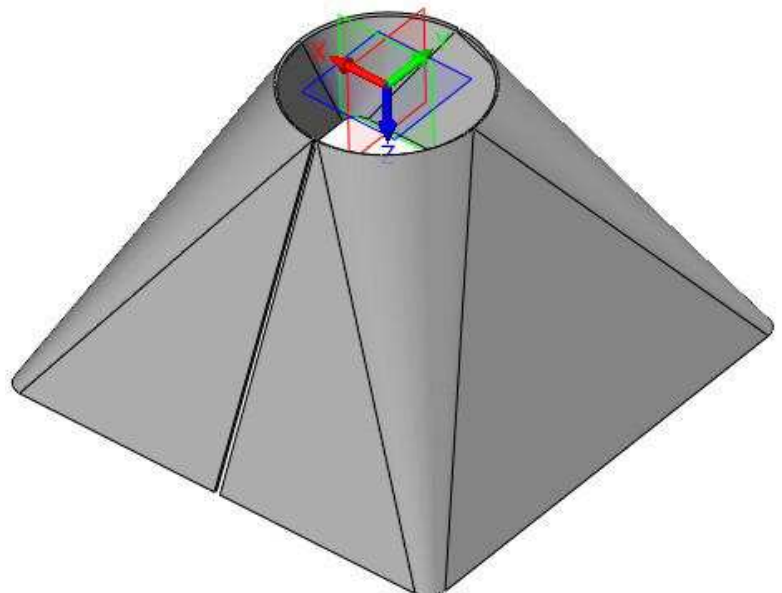
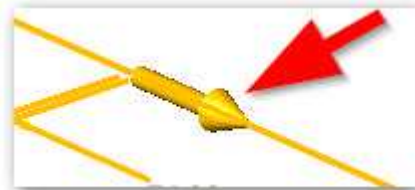
Mit **gH** oder **MMT** bestätigen.

Funktionen oder visuelles Feedback

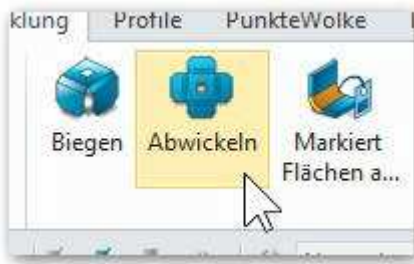


Info:

Profil P1 und **P2** sind die beiden Skizzen. Die Klick-Reihenfolge ist egal...



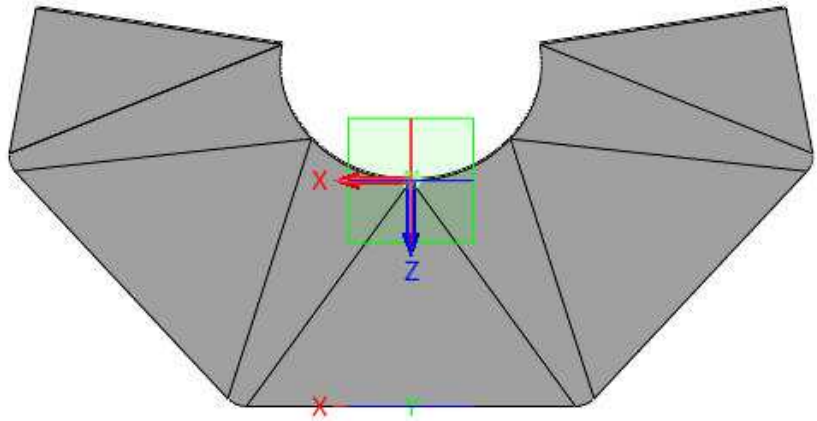
...Was aber nicht egal ist, ist die Lage des Richtungs-Indikator beim selektieren der Skizzen. **Achten Sie darauf** das beide Indikatoren in die selbe Richtung (Uhrzeiger- bzw. Gegenuhrzeigersinn) zeigen.



- Mit Abwickeln wird das Blechteil entfaltet dargestellt.

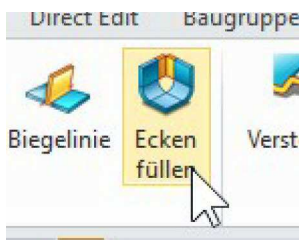
Info:

Das Abwickeln wird als Operation im Design Manager reflektiert.

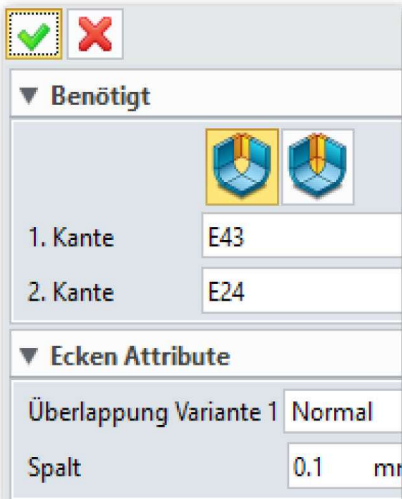


34.3. Ecken schliessen

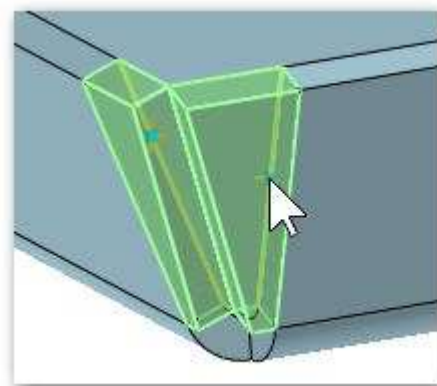
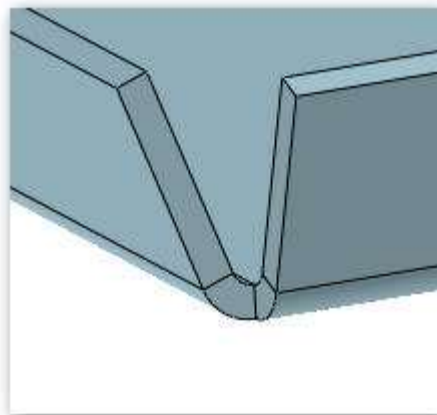
**Konstruktionsschritte
Funktionsbeschreibung**



Mit **Ecke füllen** bzw. schliessen werden offene Blech-Ecken geschlossen indem jeweils zwei Kanten angeklickt werden:



**Funktionen oder
visuelles Feedback**



Position Normal schliesst auf die Gehrung, die anderen beiden schliessen links/rechts überlappend.

Stichwortverzeichnis

2

2D Zeichnungs.....	150
2D-Template.....	62
2D-Zeichnung / Ableitung.....	56
2D-Zeichnung des Blechteils inkl. Blechabwicklung.....	212
2D-Zeichnungsbereich.....	293
2D-Zeichnungsblatt Drucken.....	171

3

3D-Beziehungen.....	243
3D-PDF Dateien erstellen.....	267

A

Abhängigkeit.....	59, 249
Abhängigkeiten.....	78, 249
Abhängigkeiten automatisch regenerieren.....	87
Abhängigkeiten/Beziehungen auflösen.....	90
Abhängigkeit umdrehen.....	60
Absatz (Lippe) erstellen.....	273
Abwickeln.....	210, 309
Advanced Modeling.....	261
Änderungsfunktionen.....	169
Angewandte Features.....	54, 75
Ansicht neu ausrichten.....	299
Ansichtenverwaltung.....	113
Anzeige der Skizzen-Bemassung.....	157
Anzeigeverwaltung.....	327
Arbeits- und Zeichnungsbereich.....	37
Assoziativität.....	52
Attribute Manager.....	63
Ausblenden.....	223
Ausbruch.....	297
Ausbruch erzeugen.....	167
Auswahlmethoden.....	55
Autoformat.....	327

B

Baugruppenverwaltung.....	254
Baugruppe.....	57, 120
Baugruppen.....	114
Baugruppen-Modul.....	243
Baugruppenverknüpfungsmodus „Auto- Abhängigkeit...“.....	59
Baugruppenverwaltung.....	249
Bauteil Attribute.....	68
Bauteil Attributen.....	200
Bauteil oder Baugruppe im Design Manager suchen.....	325
Bauteil/Baugruppe in ein neues Verzeichnis kopieren/packen.....	36

Bauteile automatisch ausblendet.....	25
Bearbeitung von Objekten.....	25
Begriffsdefinitionen.....	43
Beispiel: Druckluftmotor.....	198
Beispiele was alles mit ZW3DCAD konstruiert wird.....	13
BEMASSUNG.....	92
Bemassungs-Attribute.....	159
Bemassungsanzeige.....	197
Bemassungsautomatik.....	79, 92
Bemassungsfunktionen.....	170
Bemassungsmodus.....	96
Benutzer.....	200
Benutzer Attribute.....	69
Benutzeroberfläche.....	37
Benutzerverwaltung.....	39
Bestehendes Zeichnungsblatt kopieren.....	167
Bewegung entlang eines Pfades.....	58
Beziehungen.....	78
Biegen.....	310
Biegetabelle.....	209
Bitmap.....	65
Blattformat.....	189
Blattvorlage.....	62
Blattvorlagen bzw. Templates.....	189
Blech an einer Skizzenlinie abbiegen.....	304
Blech Beispiel.....	307
Blechabwicklung.....	300
Blechfunktionen.....	205
Blechteil als 2D-Zeichnung abwickeln.....	313
Blechteil in 2D abwickeln.....	210
Blechteil umwandeln.....	208
Blechumwandlungsfunktion.....	305
Bohrtabelle.....	215
Bohrung.....	101
Bohrungsmanager.....	101, 194, 202
Boolesche Funktion.....	49, 132, 181
Boolesche Funktionen.....	284
Bruchlinie.....	169

C

Concept Car.....	19
Constraints.....	78

D

Dateitypen in ZW3DCAD.....	36
Deckungsgleich.....	81
Design Manager.....	26, 37f., 45, 53, 153
Detail-Ansicht (Einzelheit) erzeugen.....	164
Detailansicht.....	294
Direct Edit.....	76
Direct Modeling.....	52
Direktbearbeitung.....	76
Drag & Drop im Design Manager.....	323

Drag&Drop.....	185
Drehrichtung des Mauserades.....	73
DRUCKLUFTMOTOR ZUSAMMENBAUEN.....	245
Dünnwandige Austragung.....	277
Dünnwandiger Körper.....	112
<u>Durchmesser-Erkennungsautomatik.....</u>	<u>158</u>

E

Ebenen.....	75
Ecken schliessen.....	303
Eigene Profile.....	328
Eigenschaften der Variablen.....	68
Element-Filter.....	42, 201
Enformungsschrägen.....	271
Entformungsschrägen.....	292
Erlernen der Grundlagen.....	102
Erweiterte Features.....	75
Explosionsansicht erstellen.....	261
Extrudieren.....	105, 181
Extrudieren Linear ausgetragener Körper.....	269
<u>Extrusion.....</u>	<u>97</u>

F

Fangoptionen.....	93
Feature Baum.....	37
Feature Manager.....	37
Feature Tree.....	37
Filter-Einstellungen.....	24
Filterfunktion.....	142
Fixiert.....	57, 83
Flächen-Funktionen.....	285
Form- und Lagetoleranzen.....	170
Freiheitsgrad.....	248
Freiheitsgrade.....	90
Freiheitsgraden.....	42
<u>Funktionsbeschreibungen.....</u>	<u>268</u>

G

Gebrochene Ansicht.....	296
Gehungsschnitt.....	322
Gekoppelt lineare Bewegung.....	58
Gelenkkopf als 2D-Zeichnung ableiten.....	189
Geometrie Status.....	104
Geometriestatus.....	90
Geometrische Abhängigkeiten in einer Skizze erstellen.....	86
Geometrische Abhängigkeiten von Skizzen-Elementen.....	79
Gewinde.....	101
Gitter.....	190
Gleich.....	81
Gleichungen.....	318
Grundlagen, kurz & bündig.....	74
<u>GRUNDLEGENDE FUNKTIONSWEISE.....</u>	<u>51</u>

H

Helix oder Feder.....	275
-----------------------	-----

Hilfesystem.....	40
Hilfsansicht.....	169, 298
Historie Stopp.....	53, 77
Historienbaum.....	37
Historienverwaltung.....	178
Horizontal.....	83
HOTKEY'S.....	70
Hotkeys.....	71
<u>Hubschrauber.....</u>	<u>20</u>

I

Installation der Software.....	27
<u>INSTALLATIONSANLEITUNG.....</u>	<u>27</u>
<u>Isometrische Ansicht.....</u>	<u>192</u>

K

Kanten Fasen.....	291
Kanten Runden.....	288
Kantenrundungsfunktion.....	323
Kernlochbohrung.....	101
Kinematische Bewegungsanalyse.....	244
Kinematischen System.....	259
Kollinear.....	82
Kombinationstasten.....	71
Komplexe Beziehungen.....	58
Konfiguration.....	313
Konfiguration erstellen.....	211
Konfigurationen.....	317
Konfigurationstabelle.....	313
Konstruktions-Ebenen automatisch anpassen.....	327
Konstruktionsebene.....	38
Konzentrisch.....	49, 82
Koordinatenbemassung.....	215
Koradial.....	82
Korrekturfaktoren.....	209
Kreisfunktion.....	178
Kreissäge mit Anschlag.....	18
Kuppel-Funktion.....	287
Kurvenmodus.....	179
<u>Kurztasten.....</u>	<u>70</u>

L

Lagetoleranzen.....	170
Layoutfunktionen.....	150
Leitcursor.....	93
Leitlinien.....	93
Lineares Austragen.....	105
Linien-Mittelpunkt.....	81
Linienbreiten.....	64
Lippe.....	118
Lizenz-Manager.....	28
Lizenzverwaltung Aktivierung / Deaktivierung.....	29
Loft-Körper.....	281
Lotrecht.....	81

M

Markiert Flächen als BiegeRadien.....	308
---------------------------------------	-----

Masstab.....	171
Materialeigenschaften.....	148
Materialschnittes.....	107
Mausrad Drehrichtung umkehren.....	34
Mausraddrehrichtung umkehren.....	73
Mechanische Abhängigkeit.....	58
Mehrfach-Ansichten.....	44
Messen.....	254
Metallbau.....	300
Metallbau-Modul.....	328
Mittellinien-Automatik.....	170
Mittlere Maustaste.....	26
MMT = Mittlere MausTaste.....	47
Modellbau mit ZW3DCAD.....	16
Motoren- und Maschinenbau.....	13
Multi-Objekte.....	36
Muster.....	228

N

N-Blend Fläche.....	286
Neigung.....	292
Neigungsfunktion.....	271
Neuberechnung.....	320
Neue Konfiguration.....	313
Neues Zeichnungsblatt erstellen.....	166
Nicht schneiden.....	148

O

Oberflächensymbole.....	170
-------------------------	-----

P

Packen.....	36
Parallel.....	80
Parameter.....	318
Parametrik.....	52
Parametrischen Beziehungen.....	42
Part/Teile-Modul.....	269
Passung.....	161
PLANARE TrimFläche.....	286
Planetengetriebe.....	21
Plankopf anpassen.....	65
Power Trim.....	175
Profil ziehen.....	283
Profile.....	300
Projektion.....	168
Punkt Horizontal.....	83
Punkt Vertikal.....	83
Pysikalische.....	69
Pysikalische Eigenschaften.....	69

R

Raster.....	190
Referenz.....	222, 234
ReferenzEbene.....	234
ReferenzEbene-Funktion.....	234
Regelfläche.....	285
Richtungswechsler (Umdrehen-Button).....	247

Rippe erstellen.....	271
Röntgenstrahl.....	55
Rotationskörper.....	227, 279
Rotieren.....	227
Rund auf Eckig.....	302

S

Sacklochbohrung.....	237
Schattierte Ansicht.....	214
Schiefe Konstruktions-Ebene.....	326
Schlaues Zeichnen.....	234
Schnitt-Ansicht erstellen.....	161
Schnittansicht.....	113, 295
Schnittpunkt.....	82
Schnittrichtung umdrehen.....	163
Schnittstellenfunktionalität.....	11
Schraubenbewegung.....	58
Schweissymbole.....	170
Selektions-Filter.....	229
Selektionsauswahl.....	55
Selektionsreihenfolge.....	323
Shell bzw. Schalenfunktion für dünnwandige Körper.....	270
Skizzen Abhängigkeit prüfen, löschen.....	87
Skizzenbasierte Features.....	54
Skizzenbemassung.....	79, 92
Skizzenfunktionen.....	78
Spiegeln.....	176
Stahlbau- Metallbaumodul.....	300
Stahlbaumodul.....	328
Standard-Ansicht auf Blatt neu definieren.....	165
Stichsäge inkl. Stückliste und Pos.Nr.....	17
Stückliste.....	242
STÜCKLISTE ERSTELLEN.....	263
Stücklisten.....	169
Suchbegriff.....	325
Sweepkörper.....	283
Symbolleiste.....	41
Symmetrisch.....	82
System-Einstellungen.....	30

T

Tabellen.....	64
Tabellenfunktionen.....	169
Tangential.....	81
Tangential anschliessende Kanten.....	324
Template.....	62
Templates.....	189
TIPS & TRICKS.....	322
Titelblock.....	65
Toleranz.....	161
Toleranz Bohrung.....	160
Toleranz Welle.....	160
Triade.....	24, 256, 261

U

Übergangs-.....	281
Übungsdateien für ZW3DCAD.....	11

ÜBUNGSZEICHNUNG.....	124	Wichtige Abkürzungen im Buch.....	26
Übungszeichnung II.....	173	WICHTIGE VORABINFORMATIONEN ZU	
<u>Unterdrücken.....</u>	<u>191, 314</u>	<u>ZW3DCAD.....</u>	<u>24</u>

V

Variablen einbinden.....	66
Variablen und Parameter.....	318
Variantenkonstruktion.....	212
Verdeckte Elemente ermitteln.....	55
Vereinfachen.....	76
Verrunden von Kanten.....	109
Verschieben-Funktion.....	256
Vertikal.....	83
<u>Vorlage.....</u>	<u>62</u>

W

Z

Zahnradübersetzung.....	58
Zahnstange.....	58
Zeichnung ableiten.....	150
Zeichnungs- und Konstruktionsfunktionen.....	37
Zeichnungsblatt.....	168
Zeichnungsfenster.....	44
Zeichnungskopf.....	65
Zeichnungsrahmen.....	190
Zusammenbaumodus.....	246
Zwangsbedingungen.....	78