

■ 1.1 Voraussetzungen

Die Flächenmodellierung ist in Creo Parametric eine weiterführende Technik für Modelle, die mit Volumengeometrie gar nicht oder nur umständlich erzeugt werden können. Deshalb setzt dieses Buch zur Flächenmodellierung gute Grundkenntnisse in Creo Parametric voraus, wie sie z. B. im Buch **Creo Parametric für Einsteiger** [1] vermittelt werden. In dem Buch für Einsteiger von Hackenschmidt u. a. werden die Themen *Einstieg in Creo Parametric*, *Erstellen von Bauteilen*, *Erstellen von Baugruppen*, *Zeichnungsableitung* sowie *Ausblick auf weitere ausgewählte Anwendungen* gut und ausführlich behandelt. Vergleichbare Kenntnisse reichen ebenfalls aus.

Da dies Buch ein Aufbaubuch ist, werden die Grundlagen von Creo Parametric in Kapitel 2 nur grob behandelt. Einführende Informationen können Sie [1] entnehmen.

■ 1.2 Aufbau dieses Buches

Dieses Buch behandelt die Flächenmodellierung in Creo Parametric. Ab jetzt wird das CAD-Programm nur noch abgekürzt Creo genannt. Das Buch richtet sich hauptsächlich an Studierende und Anwender aus der Praxis, die die Funktionen der Flächenmodellierung lernen wollen. Auch für erfahrene Anwender gibt es wahrscheinlich noch die eine oder andere neue Funktion und Methode für den Einsatz von Creo.

Das Buch ist für die Versionen 7.0 bis 10.0 geeignet. Die Übungen sind in der Version 7.0 beschrieben, die zum Herausgabetermin noch in vielen großen Unternehmen im Einsatz ist. Die wenigen neuen Funktionen im Bereich der Flächen und Bezugselemente sind in Kapitel 4 und Kapitel 5 beschrieben.

Nach der Einführung in Creo in Kapitel 2 bekommen Sie in Kapitel 3 einen Überblick über Flächen in Creo.

In Kapitel 4 erhalten Sie eine Beschreibung der Flächen-KE und in Kapitel 5 der Bezugs-KE.

In Kapitel 6 bis 14 folgen dann die umfangreichen praktischen Übungen. Für diese Übungen gibt es ausführliche Beschreibungen, in denen die Vorgehensweisen Schritt für Schritt beschrieben sind. Es gibt in Creo bei der Modellierung allerdings sehr viele Lösungswege. In den Übungen ist jeweils ein Weg beschrieben, der gut zum Ziel führt.

Die Übungen beginnen in Kapitel 6 mit drei Einstiegsübungen in die Flächenmodellierung. Danach folgen in Kapitel 7 Aufgaben zu Auswahl- und Referenzierungsmethoden. In Kapitel 8 geht es mit einigen kürzeren Übungen zu verschiedenen Flächenfunktionen weiter. In den anschließenden Kapiteln folgen dann weitere Übungen mittleren Schwierigkeitsgrads. Den Abschluss bilden in Kapitel 14 drei anspruchsvolle Übungen, wie z.B. das Trägerblech. In Tabelle 1.1 bis Tabelle 1.9 sind die Übungsmodelle in den einzelnen Kapiteln dargestellt.

Tabelle 1.1 Übungsmodelle in Kapitel 6 (Erste Flächenübungen)

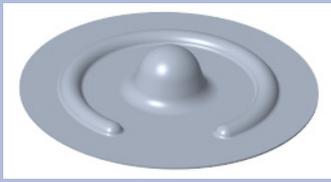
		
<i>flaechen_1.prt</i>	<i>flaechen_2.prt</i>	<i>flaechen_3.prt</i>

Tabelle 1.2 Übungsmodelle in Kapitel 7 (Auswahl- und Referenzierungsmethoden)

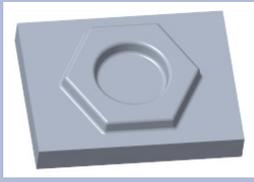
		
<i>auswahl_kanten.prt</i>	<i>auswahl_flaechen_1.prt</i>	<i>auswahl_flaechen_2.prt</i>
		
<i>absichtsflaechen.prt</i>		

Tabelle 1.3 Übungsmodelle in Kapitel 8 (kleine Übungen zu verschiedenen Flächenfunktionen)

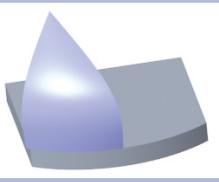
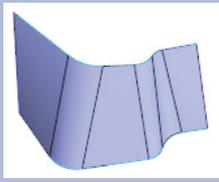
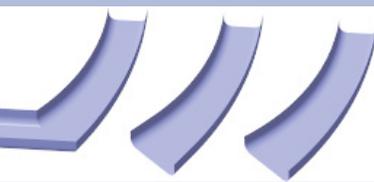
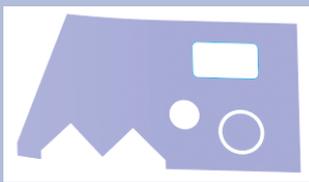
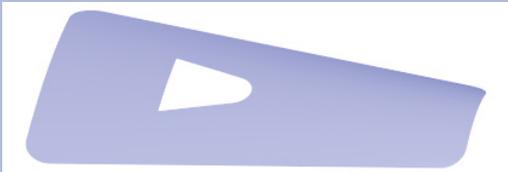
		
<i>berandungsverbund_1.prt</i>	<i>berandungsverbund_2.prt</i>	<i>verbundflae_mit_kon_pnt_1.prt</i>
		
<i>verlaengern_1.prt</i>	<i>verlaengern_2.prt</i>	<i>trimmen.prt</i>
		
<i>eckpunktrundung.prt</i>		<i>flaeche_ersetzen.prt</i>

Tabelle 1.4 Übungsmodelle in Kapitel 9 (Stetigkeiten und Modellanalysen)

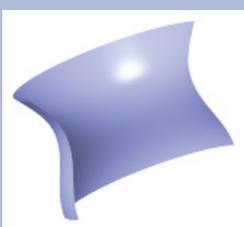
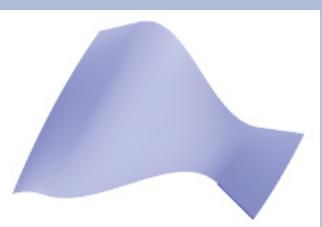
		
<i>stetigkeiten.prt</i>	<i>seitenkanten_einfl.prt</i>	<i>kappe.prt</i>
		
<i>stetigkeit_rundungen.prt</i>		

Tabelle 1.5 Übungsmodelle in Kapitel 10 (Leitkurven und gezogene Konstruktionselemente)

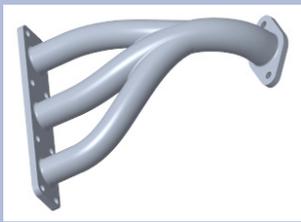
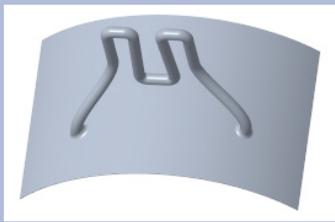
		
<i>kruemmer.prt</i>	<i>lk_kurve_durch_punkte.prt</i>	<i>lk_kurve_aus_gleichung.prt</i>
		
<i>wickeln.prt</i>	<i>murmelnbahn.prt</i>	

Tabelle 1.6 Übungsmodelle in Kapitel 11 (Geometriefehler)

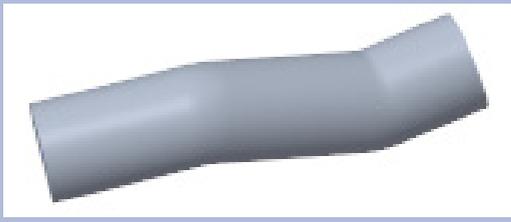
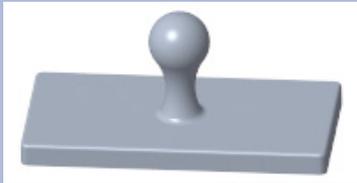
	
<i>geom_check.prt</i>	

Tabelle 1.7 Übungsmodelle in Kapitel 12 (Export- und Importgeometrie)

		
<i>import_teil_step.prt</i>	<i>import_teil_stl.prt</i>	<i>rollerrad.prt</i>

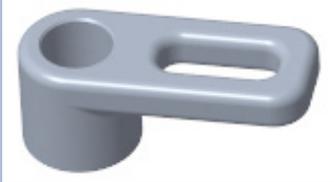
			
<i>import_data_doctor.prt</i>	<i>flaechen_entfernen.prt</i>		

Tabelle 1.8 Übungsmodelle in Kapitel 13 (verschiedene Übungen zu Modellen aus dem Alltag)

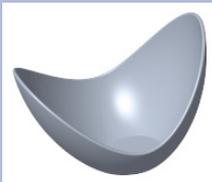
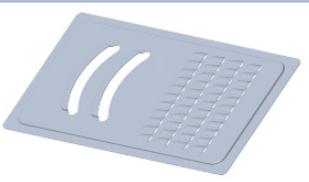
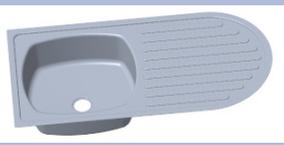
		
<i>schuessel.prt</i>	<i>sechskantflasche.prt</i>	<i>reibe.prt</i>
		
<i>verpackung.prt</i>	<i>spuele.prt</i>	<i>flaschenoeffner.prt</i>

Tabelle 1.9 Übungsmodelle in Kapitel 14 (weitere komplexe Flächenübungen)

		
<i>winkelarm.prt</i>	<i>radzierblende.prt</i>	<i>traegerblech.prt</i>



Die erforderlichen Übungsmodelle und die Modelle der fertigen Übungen finden Sie unter plus.hanser-fachbuch.de.

■ 1.3 Konventionen im Buch

Hier folgt eine Beschreibung der benutzten Konventionen im Buch. Tabelle 1.10 zeigt die benutzten Abkürzungen für die Maustasten.

Tabelle 1.10 Abkürzungen der Maustasten

Abkürzung	Bedeutung
LMT	Linke Maustaste
MMT	Mittlere Maustaste
RMT	Rechte Maustaste

Eine weitere benutzte Abkürzung ist R für Radius.

Befehle, Funktionen und Optionen werden in KAPITÄLCHEN dargestellt, wie z. B.:

- Wählen Sie die Befehle  FÜLLEN und dann REFERENZEN, DEFINIEREN.
- Wählen Sie auf der RMT LÖSCHEN, um die bisherigen Einstellungen/Aktionen aufzuheben.

Namen von Menüs, Registerkarten, Dialogfenster und Befehlsgruppen werden *kursiv* dargestellt:

- Befehle auf der Registerkarte *Modell*.

Beispiele für Tasten und Tastenkombinationen werden im Text in KAPITÄLCHEN dargestellt:

- Drücken Sie die <UMSCHALT>-Taste.
- Wählen Sie die Tastenkombination <STRG>+<C>.

In Dateinamen werden keine Umlaute verwendet wie ä, ö und ü, sondern ae, oe und ue sowie auch kein ß. Alle Dateinamen werden *kursiv* und in kleinen Buchstaben geschrieben. Kleine Buchstaben, weil Dateinamen von Creo in kleinen Buchstaben auf der Festplatte gespeichert werden:

- Öffnen Sie das Teil *auswahl_kanten.prt*.

Konfigurationsoptionen werden *kursiv* und in kleinen Buchstaben geschrieben:

- Sie können das in Ihrer Konfigurationsdatei *config.pro* über den Parameter *sketcher_starts_in_2d* einstellen.

Bei Umbenennungen von Konstruktionselementen (KE) werden keine Umlaute verwendet wie ä, ö und ü, sondern ae, oe und ue sowie auch kein ß. Die KE-Namen werden in Großbuchstaben geschrieben, weil sie im Modellbaum auch in Großbuchstaben angezeigt werden:

- Ändern Sie den Namen in E_FLAECHEN_MITTE.

Für wichtige Konstruktionselemente zur Steuerung der Geometrie werden Abkürzungen beim Namensbeginn für die KE-Typen benutzt, um sie leichter zu erkennen (Tabelle 1.11).

Tabelle 1.11 Abkürzungen für den Namensbeginn beim Umbenennen von KE in Creo-Modellen

Namensbeginn	KE-Typ	Beispiel
A_	Bezugs-Achse ()	A_ROTATION
E_	Bezugs-Ebene ()	E_OEFFNER_OBEN
F_	Flächen-KE ( ,  usw.)	F_OBEN
K_	Bezugs-Kurve ()	K_DREHEN
P_	Bezugs-Punkt ()	P_ENDE_KURVE
S_	Skizziertes Bezugselement ()	S_FLAECHEN_OBEN

Alle Längenmaße sind in mm.

Als Dezimaltrennzeichen wird ein Dezimalpunkt benutzt, weil nur diese Eingabeart in Creo möglich ist (z. B. 10.75).

2

Einführung in Creo Parametric

Nachdem in Kapitel 1 einiges Grundsätzliches zu diesem Buch beschrieben wurde, gibt es hier einige Grundlagen zu Creo. Diese werden aber kurzgehalten, weil gute Grundkenntnisse in Creo vorausgesetzt werden.

Wichtige Funktionsmerkmale sind die Parametrik, die bidirektionale Assoziativität und damit der Zusammenhang zwischen den Objekten wie Bauteil, Baugruppe und Zeichnung sowie der Modellaufbau durch Konstruktionselemente (Features).

■ 2.1 Parametrik

Da Creo ein parametrisches System ist, sind die Maße nicht nur einfacher Text, sondern zeigen Werte von Variablen, welche assoziativ mit der Modellgeometrie verknüpft sind. Die als Parameter bezeichneten Bemaßungen haben somit einen Zahlenwert und einen Parameternamen (Bild 2.1).

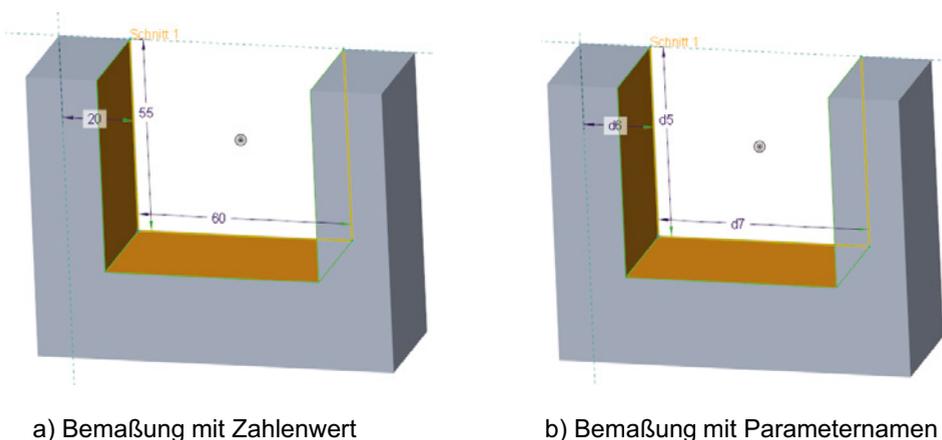


Bild 2.1 Bemaßungen als Zahlenwert und Parametername

Bei einer Änderung von Maßen wird die Geometrie neu berechnet und angepasst (Bild 2.2).

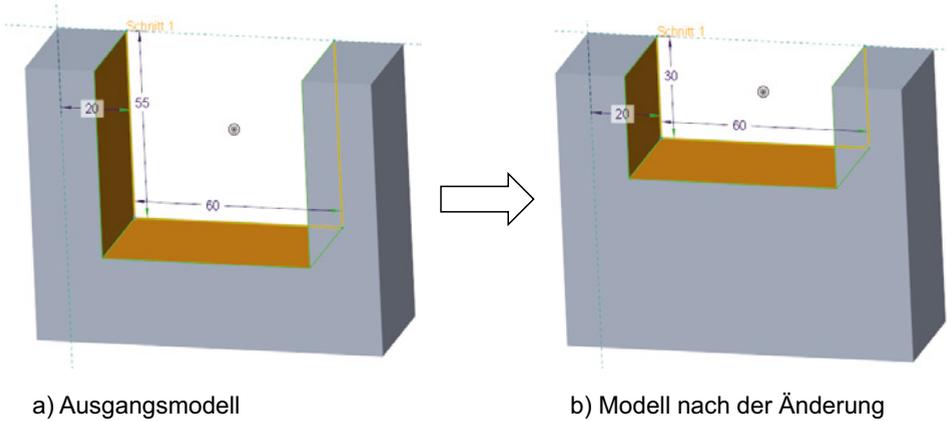


Bild 2.2 Änderungen an einem Modell

■ 2.2 Assoziativität

Module wie z. B. Bauteil, Baugruppe und Zeichnung sind „bidirektional assoziativ“ miteinander verknüpft (Bild 2.3). Dadurch wird eine Änderung eines Modellmaßes in der Zeichnung auch im Bauteil und der Baugruppe durch eine Regenerierung geändert. Genauso ist es bei Änderungen im Baugruppenmodus. Das gilt auch für weitere Module wie z. B. Creo NC.

Die symbolischen Namen der Maße (Maßparameter) können in Beziehungen verwendet und über Beziehungen gesteuert werden. Diese Möglichkeit wird in einigen Übungen angewendet.

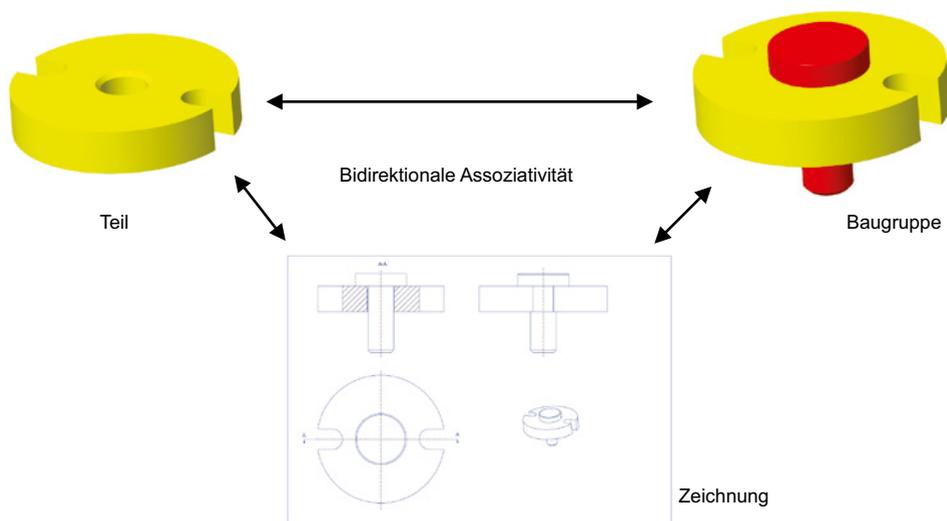


Bild 2.3 Assoziativität

■ 2.3 Objekttypen Bauteil, Baugruppe, Zeichnung

Die drei grundlegenden Objekttypen in Creo sind Bauteile, Baugruppen und Zeichnungen. Tabelle 2.1 zeigt diese mit ihren Dateibezeichnungen. Die Dateierendungen sind jeweils die Abkürzung des englischen Objektnamens.

Tabelle 2.1 Grundlegende Objekttypen in Creo

Bezeichnung	Bezeichnung in Creo	Dateiname
Bauteil	Teil (Part)	*.prt
Baugruppe	Baugruppe (Assembly)	*.asm
Zeichnung	Zeichnung (Drawing)	*.drw

Bauteile werden in der Regel im Teilemodus konstruiert und danach im Baugruppenmodus zu einer Baugruppe zusammengebaut. Die Definitionen der Bauteile werden in Dateien vom Typ *.prt gespeichert. Die Informationen über die Einbaubedingungen der Komponenten in die Baugruppe und weitere Baugruppeninformationen werden in Dateien vom Typ *.asm gespeichert. Da in der Baugruppe nur die Zusammenbaubedingungen und weitere Baugruppeninformationen gespeichert werden, ist die Dateigröße der Baugruppe im Vergleich zu den Dateigrößen der Einzelteile meist geringer. In dem Beispiel in Bild 2.4 ist die Datei vom Bauteil *gehaeuse.prt* mehr als zehnmals so groß wie die Datei von der Baugruppe. Auch die anderen Dateien der Einzelteile sind größer als die Datei der Baugruppe.

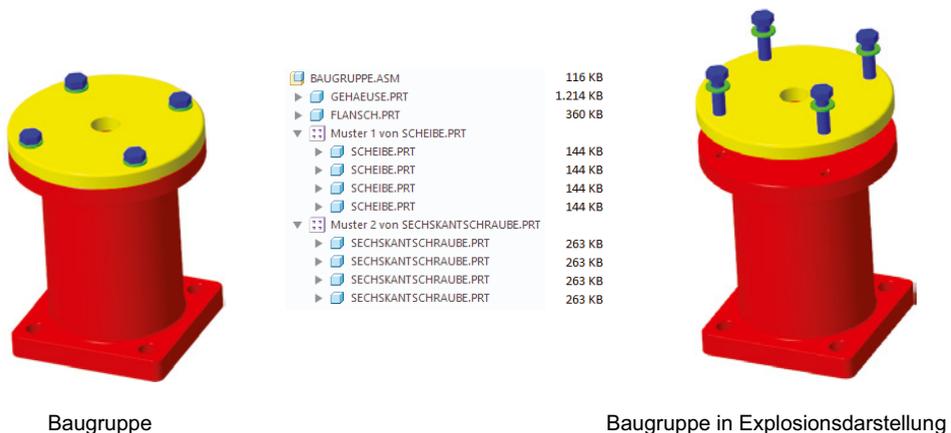


Bild 2.4 Einzelteile und Baugruppe

■ 2.4 Features/Konstruktionselemente (KE)

In Creo werden die Modelle über Features aufgebaut, die auf Deutsch Konstruktionselemente genannt werden. Im Buch wird ab jetzt häufig die Kurzform KE benutzt. KE sind in Creo die kleinste zusammenhängende Einheit, die auch in der Modellstruktur des Modellbaums auftritt. Bild 2.5 zeigt ein KE als Geometrie und im Modellbaum.

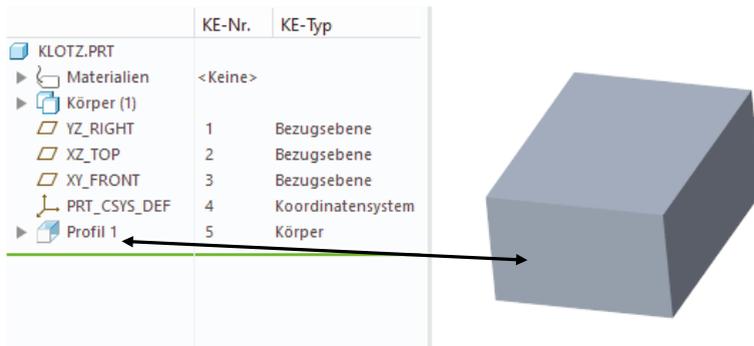


Bild 2.5 Konstruktionselement in Creo

Eine Einteilung der Konstruktionselemente sehen Sie in Tabelle 2.2.

Tabelle 2.2 Unterteilung der Konstruktionselemente

Bezugs-KE	Volumenkörper-KE	Flächen-KE	Kosmetische-KE
Es werden Bezugselemente erzeugt. Dies sind Hilfselemente, um Volumen- oder Flächengeometrie zu erzeugen, z. B. Ebenen, Achsen, Punkte, Koordinatensysteme und Kurven.	Es wird eine Volumen-geometrie erzeugt.	Es wird eine Flächen-geometrie erzeugt. Diese Flächenelemente sind meistens Hilfselemente, um Volumen-geometrie zu erzeugen.	Kosmetische Elemente werden benutzt, um gewisse Dinge vereinfacht darzustellen wie z. B. Gewinde.
Beispiel Bezugsebenen:	Beispiel Profilkörper:	Beispiel Profilfläche:	Beispiel Gewinde:

Eine andere Einteilungsmöglichkeit ist in skizzenbasierte KE und Pick and Place-KE, wie weiter unten beschrieben.

Ein Beispielteil mit verschiedenen Konstruktionselementen sehen Sie in Bild 2.6. Im Modellbaum auf der linken Seite sehen Sie in der linken Spalte die KE-Namen wie Profil 1 bis Profil 3. Da diese drei gleichen Bezeichnungen nicht besonders aussagekräftig sind, ist es sinnvoll, im Modellbaum die Spalte KE-Typ anzeigen zu lassen. So werden auch die Typen Körper, Fläche und Materialschnitt angezeigt.

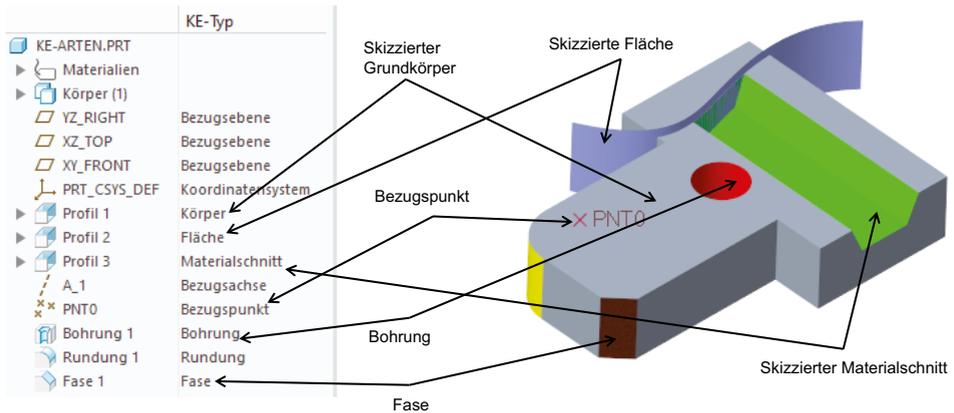


Bild 2.6 Beispiel für unterschiedliche Konstruktionselemente

2.4.1 Bezugselemente

Bezugselemente sind volumenlose Hilfskonstruktionselemente. Sie können z.B. als Referenz zum Positionieren von anderen Konstruktionselementen, als Skizzierebene oder als Bemaßungsreferenz genutzt werden. Bezüge haben weiterhin den Vorteil, dass sie im Gegensatz zur Volumengeometrie auf Folien gelegt und gezielt ausgeblendet werden können, um die Übersichtlichkeit bei komplexen Bauteilen zu erhöhen. Sie können sowohl in Einzelteilen als auch in Baugruppen erzeugt werden. In Bild 2.7 sehen Sie einige wichtige Bezugselemente.

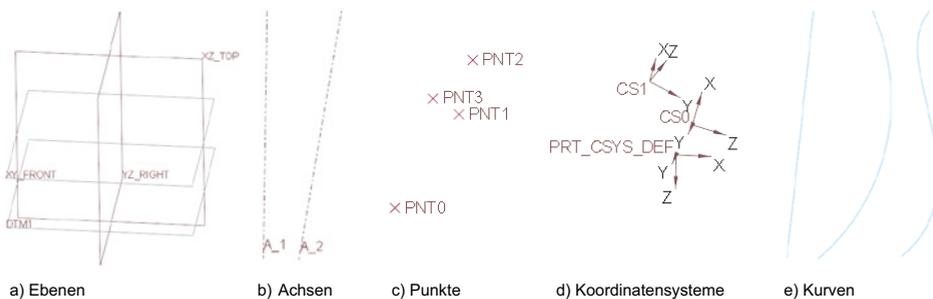


Bild 2.7 Überblick Bezugselemente

Beim Beginn einer Bauteilmodellierung sollten Sie wichtige Hauptgeometrien als Bezugsэлеmente definieren. Das können z. B. Bohrungsabstände sein. Die Bohrungsachsen können in diesem Fall als Bezugsachsen definiert werden. In Bild 2.8 sehen Sie die Struktur eines Modells, in dem die wichtigen Geometrien über Bezugsэлеmente definiert sind. Die Bezugsэлеmente sollten mit aussagekräftigen Namen versehen werden. Nach den Bezugsэлеmenten kommt die Grobstruktur. Die Feinstruktur (z. B. Fasen und Rundungen) sollte am Ende der Modellierung erstellt werden, soweit das möglich ist.

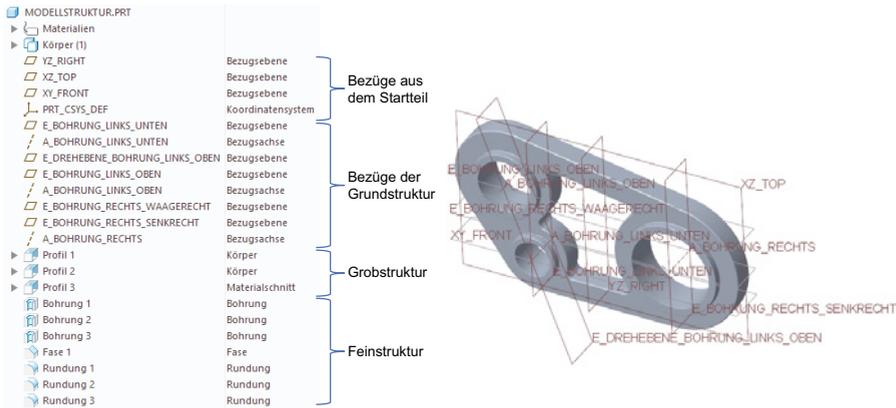


Bild 2.8 Struktur eines Modells

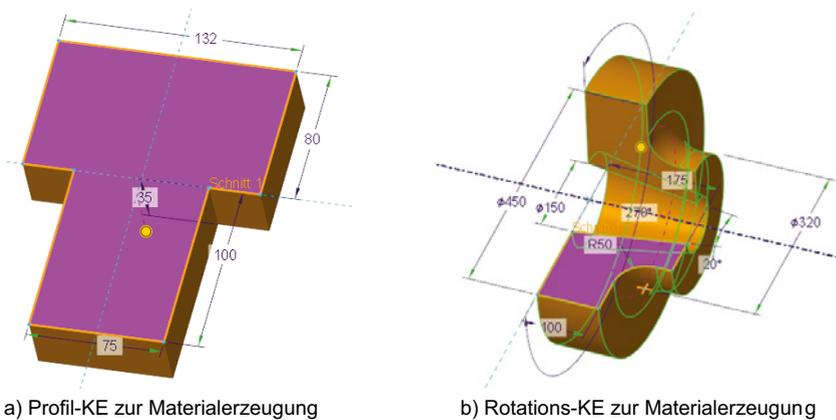


Bild 2.9 Profil- und Rotations-KE

2.4.2 Auf Skizzen basierende KE

Zur Definition der ersten Geometrie wird meistens ein skizziertes KE erzeugt. Die Skizze kann dabei senkrecht zur Skizzierebene zu einem Profil-KE gezogen oder auch um eine Achse rotiert werden, um ein Rotations-KE zu erzeugen. Weitere Möglichkeiten sind die Erzeugung gezogener KE und Verbund-KE über Skizzen. In

Bild 2.9 sehen Sie ein Profil- und ein Rotations-KE. In Bild 2.10 werden ein Materialabschnitt (negatives Volumen) und eine Profilfläche gezeigt.

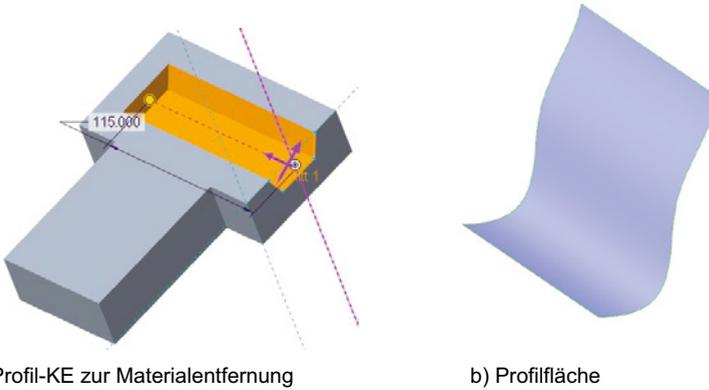


Bild 2.10 Materialschnitt und Profilfläche

2.4.3 Pick-and-Place-KE

Die sogenannten Pick-and-Place-Elemente sind KE, die zur Erzeugung keine Skizze benötigen. So ist z. B. die Form einer Rundung mit kreisförmig oder Kegelschnitt vorgegeben. Bei der Erzeugung eines solchen KE müssen deshalb nur die benötigten Referenzen selektiert sowie die erforderlichen Einstellungen wie Radiuswert, Form und Ähnliches definiert werden. Bild 2.11 zeigt als Beispiel die Erstellung einer Rundung. Beispiele weiterer Pick-and-Place-Elemente können Sie in Tabelle 2.3 sehen.

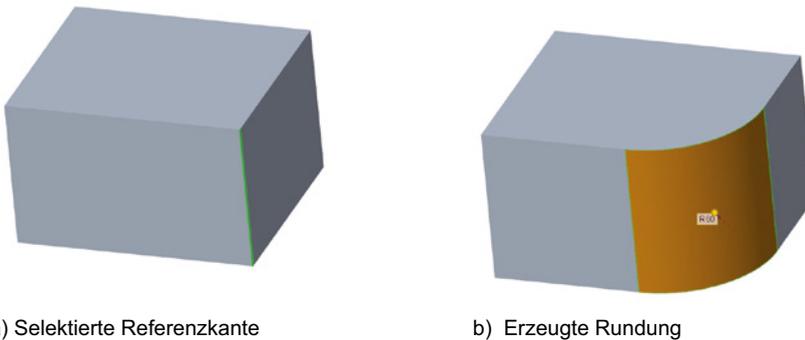
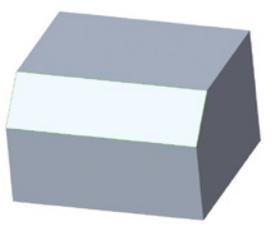
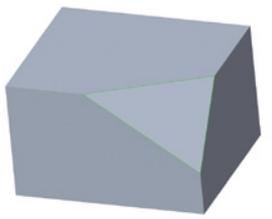
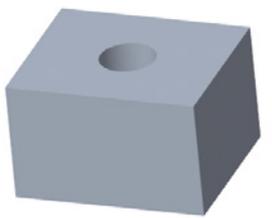
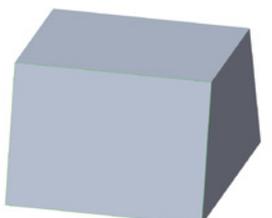
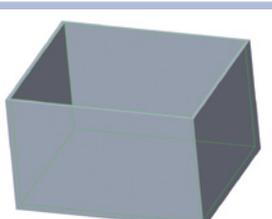
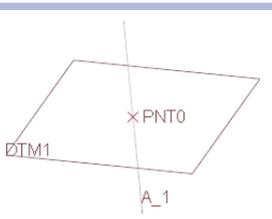


Bild 2.11 Erzeugung einer Rundung

Tabelle 2.3 Beispiele weiterer Pick-and-Place-Elemente

Beispielmodell	KE-Typ
	Kantenfase
	Eckenfase
	Bohrung Eine Ausnahme ist die skizzierte Bohrung. Dabei ist auch eine Skizze erforderlich.
	Schräge
	Schale
	Bezugselemente wie z. B. Achse, Ebene und Punkt

Index

Symbole

2D-Skizzierumgebung 86

A

Abgewickelte Sammelfläche 56
Abkürzungen der Maustasten 6
Absichtsflächen 113, 135, 136, 138
Absichtskanten 113, 135, 136, 138
Achse 64
Analyse 100
Ansatztypen 29
Assoziativität 9
Aufdicken 42, 93
Aus Liste wählen 115, 136
Auswahlfilter 113
Auswahlmethoden 113
Automatische Rundung 28

B

Baugruppe 10
Bauteil 10
Berandungsverbund 51, 142, 145, 147
Berandungsverbundfläche 51, 142
Beziehung 78, 202, 211, 370, 379
Bezugsachse 64
Bezugsebene 61
Bezugselement 12, 60
Bezugskurve 73
Bezugspunkt 67

C

C0 165
C1 166
C2 166, 193, 197
Creo 1
Creo-Design-Essentials-Lizenz 22, 330
Creo Parametric 1

D

Darstellung von Sammelflächen 19
Dateinamen 6
Datenaustausch 255
Datenimport 256
Drehen 25, 163

E

Ebene 61
Eckpunktrundung 55, 161
Editieren 30
Einzelfläche 17
Elternsammelfläche 88
Entfernen 44, 286
evalgraph 78, 370, 379

F

Farbeffekte 310
Fase 28
Feature 11
Fehlerbeheber 270
Flache Fläche 54

Flächen 51
Flächenbereich trennen 45
Flächen-KE 16, 22
Flächenkopie 330
Flächensegment 17
Flächenverlängerung 149
Flächen verschmelzen 87
Fläche teilen 46
Fläche trennen 45
Fläche vereinigen 47
Formen 23
Freistil 55
Füllen 54, 85

G

G0 165, 176
G1 166, 176, 196
G2 166, 178, 179, 196
G3 166
Genauigkeit 84
Geodätische Bezugskurve 74
GeomCheck 248
Geometriefehler 247, 249
Geometrieprüfungen 248
Geometrischer Fehler 248
Geometrische Stetigkeit G 165
Geschlossene Enden 89
Graph 77, 203, 369, 378

H

Hybridmodell 83, 104

I

IDD 274, 276
IGES 255, 264
Import 256, 274
Import DataDoctor 274, 276
Importdaten 274
Importieren 259

K

Kantendarstellung 19
KE 11, 17
Kegelschnitt 193
Konstruktion 27
Konstruktionselement 11, 17
Konventionen im Buch 6
Konvertieren in 366
Koordinatensystem 70
kreisförmig 193
Krümmen 48
Kurve aus Gleichung 74, 228
Kurve aus Querschnitt 74
Kurve durch Punkte 73, 222, 385
Kurve mit geschlossener Schleife 76
Kurve von Punkt und Richtung 74

L

Leitkurven 198
Lizenz 22, 330

M

Masseneigenschaften 20, 100
Maßparameter 9
Mathematische Stetigkeit C 165
Mischmodell 83
Modell aufschneiden 100
Modelleigenschaften 84
Muster 31

N

Netzfläche 19, 92

P

Parameter 8
Parametrik 8
patch 17
Patchzahl 146
Pick-and-Place-Elemente 14
Primäre Sammelfläche 88
Profil 25

Profil-KE 23
Projizieren 79
Prozesskette 255
Punkt 67

Q

quilt 16

R

Referenzierungsmethoden 113, 136
Restyle 51
Rotatorischer Verbund 26, 291
Rundung 28
Rundungsformen 193

S

Sammelfläche 16
Schale 213
Schneiden 80
Schnittkurve 205
Schnittstellenformate 255
Schräge 29
Seitenkanteneinfluss 182
Senkrechte umkehren 49
Sheetmetal 56, 312, 323
Skizze 71
Skizzenansicht 86
Skizzierte Bezugselemente 71
Speicherformate 255
Spiegeln 31
Spiralförmiges Zug-KE 26, 239, 308
Spline 77, 200, 222
Stanzstempel 323, 328
Startbaugruppe 330
Startteil 83
STEP 255, 257, 264, 276, 286
Stereolithographie 255
Stetigkeit 165, 173
Steuerpunkte 146
STL 255, 260
Style 51
Symbolische Namen der Maße 9

T

Tabellengesteuertes Muster 347
Tasten und Tastenkombinationen 6
Teilübergreifende Modellierung 330
trajpar 78, 202, 211, 370, 379
Trimmen 32, 157

U

Übungsmodelle in Kapiteln 2
Umfang 366

V

Variable Öffnungsrichtungsschräge 29
Verbindungsanalyse 172, 197
Verbund 26
Verbundvolumen 43, 102, 111, 144
Verlängern 35, 150
Versatz 38, 164
Versatz-Koordinatensystem 67, 70
Verschmelzen 17, 33
Versionen 1
Volumenkörper 16

W

Wickeln 81, 233

Z

Zeichnung 10
Zug-KE 25
Zug-Verbund 26
Zusammenführen 33, 87