

■ 1.1 Die CAD-Software Creo Parametric

Computergestützte Methoden sind aus der heutigen Produktentwicklung nicht mehr wegzudenken. Verschiedenste CAx-Technologien (Computer-Aided x) unterstützen den Anwender mit leistungsstarken Softwarelösungen. CAD (Computer-Aided Design), also die rechnergestützte Konstruktion, nimmt eine Schlüsselrolle in der virtuellen Produktentwicklung ein, denn hier entstehen die zwei- oder dreidimensionalen digitalen Objekte.

Was ist CAD?

Creo ist ein sehr erfolgreiches 3D-CAD-Programm. Weltweit entwickeln damit viele Firmen ihre Produkte. Es wird z. B. sowohl bei führenden Automobilfirmen wie Audi oder BMW als auch bei Medizintechnikherstellern wie Philips oder Stryker eingesetzt. Creo zählt zu den drei führenden Programmen im Bereich der Konstruktionssoftware. Mit dazu beigetragen hat die stetige Weiterentwicklung seit den 1980er-Jahren durch den amerikanischen Hersteller, die Firma PTC (Parametric Technology Corporation). Es ist ein Quasi-Marktstandard geworden und aus der heutigen Entwicklungswelt nicht mehr wegzudenken. Dieses Programm zu erlernen ist kein Fehler!

Warum Creo?

Das komplette Programm besteht aus einer Vielzahl verschiedener CAx-Module, die sich um den geometrischen Modellierer gruppieren, um den es in diesem Buch geht. Man kann mit Creo weiterführend die Festigkeit der konstruierten Produkte berechnen, Simulationen durchführen, Werkzeuge entwickeln, NC-Programme erstellen und vieles mehr. Das Besondere an Creo ist, dass die einzelnen Module unter einer durchgängigen Benutzeroberfläche zusammengeführt sind, sodass Änderungen an der Geometrie unmittelbar an andere Module weitergegeben werden. Das ist sehr praktisch, da dadurch Schnittstellen zu anderen Programmen vermieden werden können und die Datenkonsistenz jederzeit gewährleistet ist.

Möglichkeiten für den Einsatz von Creo

Doch lassen Sie uns in diesem Buch mit dem Kern des Ganzen beginnen – dem 3D-CAD-Modell. Dieses Modell stellt die Grundlage für alle weiterführenden Betrachtungen dar. Es ist also sehr wichtig, dass man die Möglichkeiten der Erstellung von Bauteilen und Baugruppen kennt und auch anzuwenden weiß. Folgende grundsätzliche Ratschläge können hierzu gegeben werden:

Viele Wege führen nach Rom.

Übung macht den Meister.

Studenten- und Testversion zum Download

- Dem Konstrukteur stehen verschiedene Wege offen, die gewünschte geometrische Form zu erzeugen. Ein Zylinder lässt sich entweder als Rotationskörper eines Linienzuges oder als lang gezogene (extrudierte) Kreisfläche darstellen. Beides ist richtig. Das eröffnet dem Konstrukteur viel Freiraum und erlaubt kreative Lösungen. Die Voraussetzung ist jedoch, dass diese Lösungen technisch korrekt und funktionstüchtig sind.
- Konstruieren am Rechner bedeutet, das „Biest“ zu beherrschen. Die Komponenten in diesem Spiel sind die Hardware, das Betriebssystem, die Software Creo und vor allem Sie als der „Meister“, der alles im Griff haben sollte. Leistungsschwache Hardware, uralte Windows- oder Creo-Versionen und/oder beratungsresistente Anwender sind der sichere Weg zum Misserfolg. Von allein geht da gar nichts. Sie selbst sind verantwortlich für Ihren Erfolg, und dazu gehört eine Menge Zeit zum Einarbeiten in die Materie, Geduld und die Bereitschaft, immer wieder Neues zu erlernen. Unsauberes Arbeiten rächt sich beim Konstruieren. Am Ende müssen die Teile zusammenpassen, und wer schon überstürzt und unsauber beginnt, dem fällt spätestens bei der Montage der Teile alles auf die Füße.



PTC bietet Studierenden die Möglichkeit, eine kostenlose Version der Creo Parametric-Software herunterzuladen. Aktuell lautet der Link <https://www.ptc.com/de/products/education/free-software>. Für den kommerziellen Einsatz bietet PTC eine 30-Tage-Testversion an. Aktuell lautet der Link <https://www.ptc.com/de/products/cad/creo/trial>. Die jeweils angebotenen Versionen können sich im Laufe der Zeit ändern.

Die erste Auflage dieses Buches wurde auf Basis von Creo Parametric 6.0 erstellt, daher beziehen sich auch die beschriebenen Funktionen, Bilder und Beispiele auf diese Version. Jedoch wurden für die zweite Auflage alle Funktionen und Beispiele auch mit Creo Parametric 10.0 getestet und funktionieren ohne Weiteres mit dieser aktuelleren Version. Sollte sich die Benutzeroberfläche Ihrer Softwareversion zu den Bildern und Beschreibungen in diesem Buch unterscheiden, so finden Sie in der Dokumentation zu Creo Parametric die passende Hilfestellung, um die im Buch genannten Funktionen zu finden.

■ 1.2 Zum Aufbau dieses Buches

An wen richtet sich dieses Buch?

Dieses Buch gibt eine Einführung in die grundlegenden Funktionen und Möglichkeiten des CAD-Programms Creo Parametric, im Folgenden meist als Creo abgekürzt. Es richtet sich in erster Linie an Studierende und Konstrukteure, die die dreidimensionale Konstruktion mit Creo erlernen wollen. Erfahrungen mit anderen CAD-Systemen können von Vorteil sein, sind jedoch absolut nicht notwendig. Da wir bei den Basics der CAD-Konstruktion starten, ist dieses Buch für den Einstieg in die Welt der rechnergestützten Konstruktion geeignet, aber auch erfahrene Anwender finden sicherlich noch einige neue

Methoden und Vorgehensweisen, um ihr Wissen zu vertiefen, bisherige Schwierigkeiten zu umgehen und effizienter zu werden.

In diesem Buch werden allgemeine Basics der 3D-Konstruktion und verschiedene Grundlagen zur Benutzung von Creo erläutert. Weiterhin werden die in der Praxis gängigsten Module, die Bauteilerstellung, das Zusammenfügen zu Baugruppen und die Ableitung technischer Zeichnungen detailliert erklärt. In Kapitel 6 werden einige weiterführende Anwendungen vorgestellt, die hoffentlich „Lust auf mehr“ machen und Sie für das weitere Kennenlernen von Creo begeistern können.

Die Erläuterung der einzelnen Module erfolgt hauptsächlich durch Step-by-Step-Anweisungen. Diese werden durch Hintergrundinformationen sowie eingeschobene Kommentare und Anmerkungen ergänzt. Zudem enthält das Buch zahlreiche Beispiele, um das theoretisch erlernte Wissen auch angemessen anwenden zu können.

Wie ist das Buch aufgebaut?

Step by Step



Weitere Inhalte, Modelle und Übungen sowie ergänzende Lernvideos finden Sie auf der Website zum Buch (www.creobuch.de). Das Zugangspasswort lautet: WdLid[2019].



Website zum Buch

Das Erlernen eines CAD-Programms kann frustrierend sein, lassen Sie sich jedoch nicht entmutigen, und bleiben Sie am Ball. Um die Motivation hochzuhalten, ist die Definition eines realen und erreichbaren Ziels wichtig. Dabei wollen wir helfen, indem wir ein attraktives Konstruktionsbeispiel ausgewählt haben: Sie konstruieren Drohnen.

Am Ball bleiben lohnt sich.

Es werden zwei Varianten einer Drohne konstruiert, die in Bild 1.1 dargestellt sind. Anhand der links abgebildeten Einsteigerdrohne lernen Sie sämtliche Funktionen und Werkzeuge von Creo kennen. Sobald Sie alle Übungen, die in diesem Buch enthalten sind, nachkonstruiert haben, können Sie die Drohne zusammensetzen. Die rechts abgebildete Drohne, deren Einzelteile teilweise etwas komplizierter sind als beim Einsteigermodell, können Sie ebenfalls nachbauen und damit Ihre Kenntnisse vertiefen. Die Zeichnungen der entsprechenden Einzelteile und kurze Bauanweisungen finden Sie unter www.creobuch.de.

Lernen am konkreten Beispiel



Website zum Buch



Bild 1.1 Links die Drohne für Einsteiger, rechts das Modell für Fortgeschrittene



Website zum Buch

Von einfach bis komplex

Übungen zur Vertiefung



Website zum Buch

Am Ende dieses Buches, wenn alle Übungsbauteile erstellt wurden, haben Sie die Einzelteile der Einsteigervariante konstruiert, diese zu Baugruppen zusammengesetzt und von dem ein oder anderen Teil eine Zeichnung erstellt. Sie haben also einmal den grundlegenden Konstruktionsprozess eines Produkts mit Creo durchlaufen. Wenn Sie auch die Übungen auf www.creobuch.de absolviert haben, dann haben Sie den Prozess sogar inklusive Variantenentwicklung durchlaufen.

Anhand geeigneter Bauteile werden alle wichtigen Funktionen von Creo anschaulich Schritt für Schritt erklärt und vertieft. Durch diese Klickanleitungen lernen Sie das Programm kennen und erstellen gleichzeitig die ersten Teile Ihrer Drohne. Sie beginnen mit den einfachen Tools und arbeiten sich zu den komplexeren vor. Die grundlegenden Funktionen werden für verschiedene Teile benötigt. Neue Funktionen werden ausführlich erläutert, und im Laufe des Buches wird auf diese Passagen referenziert, falls eine Funktion erneut benötigt wird. So kann eine wiederholte Beschreibung der einzelnen Schritte entfallen, und die Klickanleitung bleibt schlank.

In Abschnitt 3.8 sind die Zeichnungen aller Bauteile zusammengefasst. Sobald Sie einen Abschnitt in Kapitel 3 abgeschlossen haben, wird auf bestimmte Bauteile verwiesen, die Sie mit dem bisher Erlernten konstruieren können. Springen Sie in Abschnitt 3.8, und vervollständigen Sie so Stück für Stück Ihre Drohne. Und wie bereits gesagt, wenn Sie die Drohne für Fortgeschrittene konstruieren wollen, dann finden Sie unter www.creobuch.de alle Zeichnungen der Einzelteile. Tabelle 1.1 zeigt Ihnen eine Übersicht über alle Einzelteile der Einsteigerdrohne und in welchem Kapitel Sie diese finden.

Tabelle 1.1 Bauteile (BT) und Baugruppen (BG) der Einsteigerdrohne DROHNE_V1

Benennung	Typ	Kapitel
DROHNE_V1	BG	Klickanleitung in Abschnitt 4.2
KÖRPER_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.6/Bild 3.145 in Abschnitt 3.8
DECKEL_V1	BT	Bild 3.148 in Abschnitt 3.8
ANTENNE_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.3.3/Bild 3.149 in Abschnitt 3.8
UNTERBAU_V1	BG	Klickanleitung in Abschnitt 4.2.3
BEIN_V1	BG	Klickanleitung in Abschnitt 4.2.1
AUFNAHME_FUSS_V1	BT	Bild 3.146 in Abschnitt 3.8
FUSS_V1	BT	Bild 3.145 in Abschnitt 3.8
FEDER_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.3.2/Bild 3.144 in Abschnitt 3.8
KAMERABAUGRUPPE_V1	BG	Klickanleitung in Abschnitt 4.2.2
KAMERAAUFNAHME_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.5.2/Bild 3.138 in Abschnitt 3.8
KAMERAARM_V1	BT	Bild 3.137 in Abschnitt 3.8
KAMERA_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.1 und Abschnitt 3.4.2/ Bild 3.137 in Abschnitt 3.8
AUSLEGERBAUGRUPPE_V1	BG	Klickanleitung in Abschnitt 4.2.1 und Abschnitt 4.2.2
ARM_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.3.1/Bild 3.140 in Abschnitt 3.8

Benennung	Typ	Kapitel
PROPELLERAUFNAHME_V1	BT	Bild 3.142 in Abschnitt 3.8
ROTORSCHUTZ_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.3.5/Bild 3.143 in Abschnitt 3.8
PROPELLER_V1	BT	Klickanleitung in Abschnitt 3.4.3.4 und Abschnitt 3.5.1 / Bild 3.141 in Abschnitt 3.8

1.3 Grundlagen der 3D-Konstruktion

In der 3D-Konstruktion müssen reale oder erdachte Objekte als eigenschaftsbehaftetes Modell dargestellt werden. Die virtuelle Objektbildung, das geometrische Modellieren, stützt sich hierbei auf einfache geometrische Grundelemente wie Punkte, Linien, Flächen oder Volumina, die mithilfe verschiedener mathematischer Disziplinen erstellt, verknüpft und manipuliert werden können. Zu nennen sind analytische Geometrie, Differentialgeometrie, projektive Geometrie, numerische Mathematik, Mengenlehre und Matrixalgebra.

Grundlagen

Eingabe und Manipulation der Modelldefinition erfolgt häufig über Operationen aus dem Bereich der Mengenlehre, sogenannte *boolesche Operatoren* (Konjunktion, Disjunktion und Negation, d.h. UND, ODER, NICHT, siehe Bild 1.2).

Boolesche Operatoren

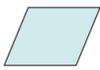
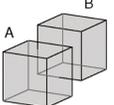
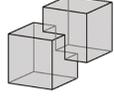
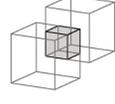
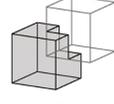
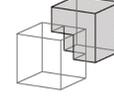
Oberfläche im Raum (Quadriken)				
Typ	Ebene	Zylinder	Kegel	Ellipsoid
Geometrie				
Mathematische Beschreibung	$ax+by+cz+d=0$	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1=0$	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} - 1=0$
Exakte mathematische Beschreibung: Implizit $f(x,y,z) = 0$ Explizit $y = f(x,y)$				
Boolesche Operatoren				
    				
<p>(a) (b) $A \cup B$ (c) $A \cap B$ (d) $A - B$ (e) $B - A$</p>				

Bild 1.2 Grundlagen der Modellierung

CSG-Modellierung

Die *CSG-Modellierung* (Constructive Solid Geometry) ist eines der traditionellen Volumen-Modellierungsverfahren, das schon bei den ersten 3D-CAD-Systemen in den 1980er Jahren eingesetzt wurde. Komplexe Strukturen liegen als Sequenz boolescher Operationen einfacher Grundkörper vor. Die Datenstruktur wird als Folge algebraischer Ausdrücke in Objektbäumen abgelegt. Die Grundkörper sind alle auch im Nachhinein modifizierbar. Die Modellhistorie ist über die Datenstruktur jederzeit nachvollziehbar. Das in Bild 1.3 dargestellte Beispiel zeigt die Entstehung einer gestuften Welle mit Passfedernut, Bohrung und Einstich aus den Grundkörpern Zylinder, Quader und Torus mit entsprechender logischer Verknüpfung.

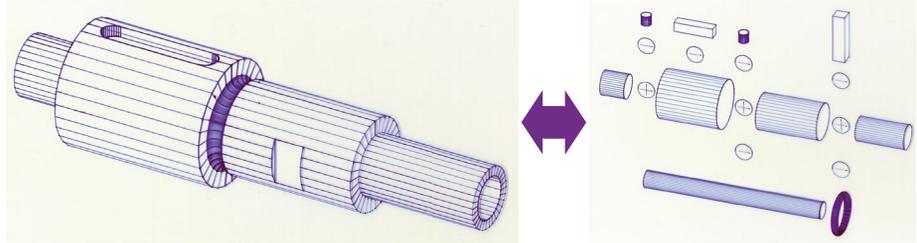


Bild 1.3 CSG-Modellierung

Parametrische Modellierung

Neben den vorangehend beschriebenen expliziten geometrischen Modellierungsverfahren kommt in der Praxis oft die *parametrische Modellierung* zum Einsatz. In parametrischen CAD-Systemen sind die Bemaßungen nicht nur als einfacher Text sichtbar, sondern assoziativ mit der Modellgeometrie verknüpft. Die als Parameter bezeichneten Maße haben hierbei einen Zahlenwert und einen Parameternamen (siehe Bild 1.4).

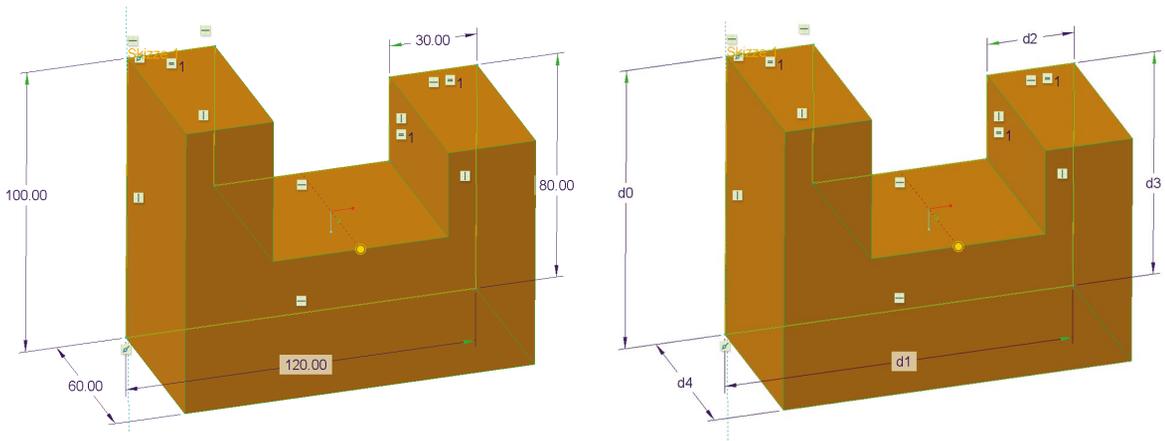


Bild 1.4 Parametrische Modellierung

Die Bemaßung stellt im CAD-Entwurf eine Randbedingung (engl. *constraint*) dar. Constraints sind Zwangsbedingungen bezüglich Form und Lage der modellierten Objekte. Bei der Änderung von Maßen wird die Geometrie neu berechnet und aktualisiert.

Die Anpassung an neue Erfordernisse, z. B. Kundenwünsche, stellt in der 3D-Konstruktion eine der häufigsten Aufgaben dar. Daneben werden besonders die Variantenkonstruktion sowie die Wiederverwendbarkeit bestehender Modelle durch die eingebaute Parametrik unterstützt. Weiterhin ist beim parametrischen Modellieren die Unterstützung der Baugruppenmodellierung aus einzelnen Bauteilen und/oder Unterbaugruppen gegeben, mit der Möglichkeit, diese an unterschiedlichsten Stellen zu platzieren.

Eine weitere Möglichkeit zur Gestaltung virtueller Modelle ist die *Feature-Modellierung*. Hierbei dienen Features als produktgestaltende Elemente, wobei nicht nur die Gestaltung als Feature oder Feature-Kombination möglich ist, sondern ebenfalls die relative Positionierung erfolgen kann, z. B. über ein sogenanntes Positionier-Feature.

Feature-Modellierung

Die Erzeugung einer Feder kann so z. B. in Creo mithilfe eines Konstruktions-Features zur Federnerzeugung geschehen. Mit diesem speziellen Werkzeug zur Erzeugung einer komplexen Geometrie kann die als Körper gezogene Spirale auf sechs unterschiedliche Arten automatisch erzeugt werden:

- konstante Steigung
- variable Steigung
- durch Achse
- senkrecht zur Leitkurve
- rechts
- links

Moderne CAD-Systeme wie Creo nutzen die *Feature-Modellierung* in Verbindung mit der Parametrisierung als Hybridmodellierer. So bestehen selbst äußerst komplex wirkende Bauteile stets aus einer Basisgeometrie, die durch schrittweises Anfügen weiterer einfacher Teilgeometrien ihre endgültige Form erhalten. In nahezu allen 3D-CAD-Systemen beginnt der Aufbau einer Geometrie mit einer zweidimensionalen Skizze. Wird diese in die dritte Dimension projiziert, beschreibt die Geometrie ein Volumen. Mehrere kombinierte Volumina, die durch verschiedene Features erzeugt werden, ergeben dann das Bauteil. Mehrere Bauteile wiederum können zu Unterbaugruppen oder Baugruppen kombiniert werden, und durch eine Zeichnungsableitung werden die Volumina wieder in die zweidimensionale Ebene projiziert.

Hybridmodellierer

Es gibt hier natürlich noch viel mehr zu wissen, wir wollen Sie an dieser Stelle jedoch nicht mit Informationen überfrachten, sondern Sie so schnell wie möglich zum eigenen Arbeiten mit Creo hinführen.

Einige wenige Grundregeln zur Arbeit mit Creo seien aus unserer jahrzehntelangen Erfahrung trotzdem erlaubt:

- Versuchen Sie nicht, die „eierlegende Wollmilchsau“ zu erfinden. Meist ist es zielführender, einfache, leicht zu durchschauende Module sinnvoll zusammensetzen.
- Nehmen Sie sich trotz aller Hektik die Zeit, sich **vorher** Gedanken über die Vorgehensweise Ihrer Modellierung zu machen. Klug gesetzte Koordinatensysteme oder die Nutzung von Symmetrieeigenschaften ersparen Ihnen im Nachhinein eine Menge Arbeit.
- Es gibt sehr viele Lösungswege in Creo. Wenn Sie nicht weiterwissen und etwas nicht klappt, scheuen Sie sich nicht, Foren wie CAD.de (<https://www3.cad.de>) aufzusuchen oder erfahrene Kollegen oder Kolleginnen um Hilfe zu bitten.

Keep it simple.

Erst denken, dann machen

Fragen Sie um Rat.

2

Einstieg in Creo Parametric

Dieses Kapitel gliedert sich in zwei Teile. Abschnitt 2.1 dient als Einstieg in Creo Parametric und vermittelt die Grundlagen zur allgemeinen Bedienung des Programms. Als Anfänger empfiehlt es sich, die ersten Schritte genau durchzulesen. Abschnitt 2.2 mit weiterführenden Grundlagen, z. B. zur Anpassung der Programmeinstellungen, zur Datenverwaltung in Creo und zu Modellanalysefunktionen, dient dazu, tiefer in die Logik des Programms einzusteigen.

Wenn Sie bereits Vorkenntnisse in der Konstruktion mit anderen CAD-Lösungen haben, werden Sie sich leichter in die Creo-Programmstrukturen einfinden können. Dennoch sollten auch erfahrene Anwender dieses Kapitel nicht einfach überspringen. Gerade bei den Basics liegt meist das größte Potenzial, Abläufe effizienter zu gestalten und Lösungsansätze für bisherige Schwierigkeiten zu entdecken.

■ 2.1 Erste Schritte

Die ersten Schritte innerhalb eines neuen Programms sind häufig ungewohnt. Daher beginnen wir hier mit den Grundlagen der Bedienung von Creo.

2.1.1 Programm aufrufen, Arbeitsverzeichnis festlegen und Modell laden

Starten Sie zunächst Creo Parametric. Es erscheint die in Bild 2.1 dargestellte Startoberfläche mit dem Menü *Datei* und der Registerkarte *Startseite*. Das Menü *Datei* enthält häufig verwendete Systembefehle. Auf der Registerkarte *Startseite* finden Sie grundlegende Befehle, die für die ersten Schritte in einer Creo-Sitzung nötig sind. Lassen Sie sich nicht von den Anzeigen im Arbeitsfenster irritieren. Hier bietet PTC abhängig von Ihrer Programmversion eine Führung durch das Programm an, informiert über die Neuerungen



Starten von Creo

der aktuellen Version usw. An dieser Stelle können Sie das Programm nun auf eigene Faust erkunden. Wir gehen im Laufe dieses Buches nicht näher darauf ein. Die Anzeigen können durch einen Klick auf die in Bild 2.1 markierte Schaltfläche geschlossen werden.

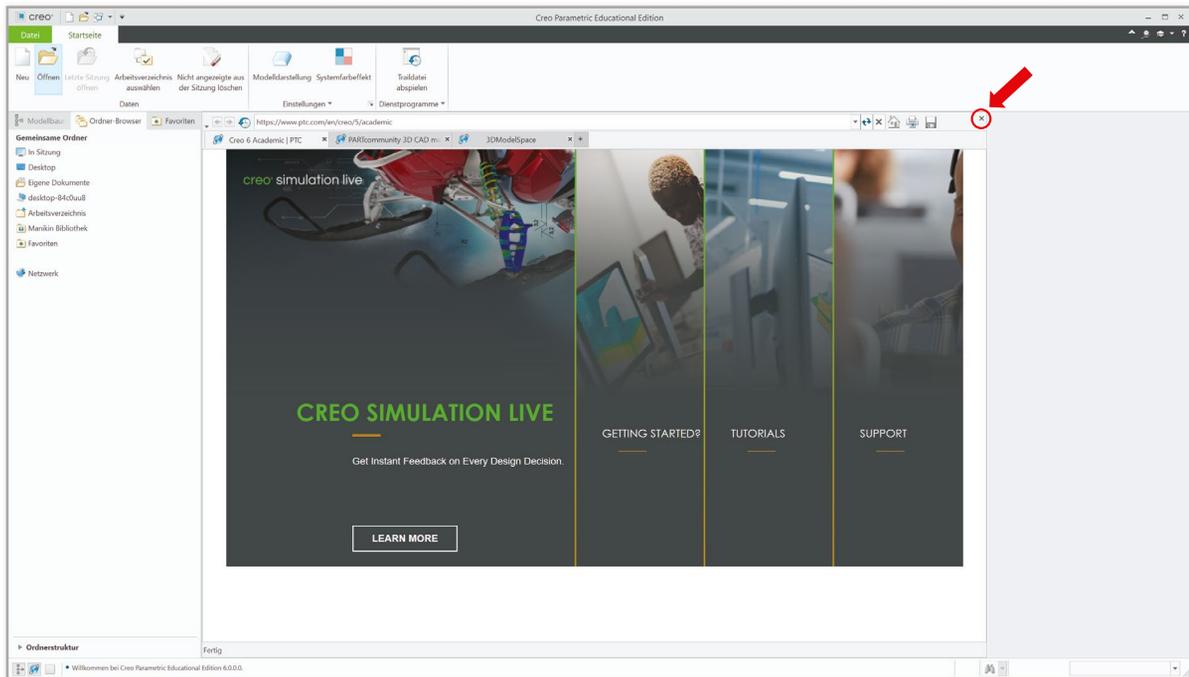


Bild 2.1 Startoberfläche Creo Parametric

 Arbeitsverzeichnis auswählen

Zu Beginn der Konstruktion mit Creo wird nun das *Arbeitsverzeichnis* festgelegt. Wählen Sie hierzu einen bereits bestehenden Ordner in Ihrem Dateisystem, oder legen Sie einen neuen an. Das Arbeitsverzeichnis dient nun als Standardspeicherort für alle in der aktuellen Sitzung erstellten Ausgabedateien. Das aktuell ausgewählte Arbeitsverzeichnis kann über den *Navigator* am linken Fensterrand eingesehen werden.



Website zum Buch

Um die Benutzeroberfläche genauer betrachten zu können, öffnen Sie nun ein bereits bestehendes Bauteil. Bauteile werden in Creo durch die Dateiergung *.PRT gekennzeichnet. Das Öffnen vorhandener Creo-Modelle erfolgt, wie Sie es aus anderen Windows-Applikationen kennen. Standardmäßig wird automatisch in das vorher definierte Arbeitsverzeichnis gesprungen, um Dateien aus diesem auswählen zu können. Sie können aber auch Dateien aus anderen Verzeichnissen öffnen. Beim Speichern wird dieses jedoch nicht mehr im Ursprungsordner abgelegt, sondern im definierten Arbeitsverzeichnis. Falls Ihnen kein geeignetes Modell zur Verfügung steht, können Sie eine der Dateien auf www.creobuch.de nutzen.

Index

A

Analyse 41
Ändern 63
Anmerkungen erstellen 45,
237, 251
Anpassen 33
Ansichten 40, 220
Ansichten verwalten 223
Ansichtsbewegung sperren 224
Ansichtsdarstellung 231
Ansichtstyp 224
Ansichtszustände 230
Arbeitsfenster 15
Arbeitsverzeichnis 10, 47, 79, 178
Aufdicken 70
Aufteilen 73, 117, 123
Ausrichtung 233

B

Basisansicht 221
Basislinie 75
Baugruppen 12, 177
Bauteil 12, 47
Bedingungen 58
Bemaßung 60, 61, 74, 238
Bemaßungstext 241
Benutzeroberfläche 13
Beziehungen 263
Bezüge 50, 54
Bezugsachse 50
Bezugsebene 52
Bezugspunkt 52
Blatt einrichten 219
Bogen 67
Bohrung 152
Boolesche Operatoren 5
Bruchansicht 226

C

CAD 1
CAx 1
Clipping 54
CSG-Modellierung 6

D

Darstellungsstil 41, 231
DataDoctor 41
Datei abrufen 66
Dateitypen 34
Datei verwalten 27, 35
Dateiverwaltung 34
Datenaustausch 33
Definition editieren 184
Detailansicht 222, 233
Detailoptionen 218
Drehen 79, 90
Drohne 3

E

Eckenfase 141, 143
Editieren 22, 63, 72, 127
Einbauen 178
Einstellungen 215
Ellipse 68
Erzeugen 208
Explosionsansicht 209, 261
Export 36
Extrudieren 81

F

Familientabelle 266
Farbeffekt 40, 161, 270
Fase 69, 141

Feature-Modellierung 7
Fehlerbehebung 42
Fertigung 12
Flächenmodellierung 276
Format 12, 220
Formen 79

G

Geometrieanalyse 41
Geometriemuster 133
Gespeicherte Orientierungen 40
Gitter 273
Grafiksymboleiste 15, 39
Gruppe 23, 24, 128, 158

H

Handle 20
Hervorhebungen 18
Hybridmodellierer 7

I

Import 36
Intelligent Fastener 198

K

Kantenfase 141
Katalogbauteil 198
Kombinierter Zustand 223
Komponentenplatzierung 179
Komponentenschnittstelle 201
Komponenten ziehen 193
Konfigurationsdatei 31, 218, 248
Konstruktion 137
Konstruktionsmodus 67, 98

Kontextmenü 16
 Kosmetische Gravur 161
 Kosmetisches Gewinde 159
 Kosmetische Skizze 161
 Kreis 57
 Kurven-KE 97

L

Layout 12
 Leitkurve 99
 Linienkette 55
 Löschen 23

M

Maßstab 227
 Material entfernen 87, 88
 Maussteuerung 17
 Messen 41
 Mittellinie 91
 Mittellinien 249
 Modellanalyse 41
 Modellanmerkungen 242, 249
 Modellbaum 24
 Modellieren 5
 Modelltyp 11
 Multifunktionsleiste 14, 49
 Muster 127, 203

N

Navigator 10, 16
 Neu 11, 48, 178, 214
 Neu einpassen 40
 Notizbuch 12

O

Öffnen 10
 Operationen 66
 Optionen 31
 Ordinatenbemaßung 243

P

Palette 70
 Parameter 263
 Parametrische Modellierung 6

Passungen 246, 247
 Platzierung 85, 88
 Profil 79, 81
 Profilrippe 150
 Programmbedienung 9
 Projektion 216
 Projektionsansicht 221
 Projizieren 70, 117
 Prüfen 76
 PTC 1

R

Rechteck 56
 Referenz 76
 Referenzen 54
 Regenerieren 209, 218
 Registerkarte 19
 Rendern 268
 Render Studio 269
 Rippe 150
 Rippenleitkurve 150
 Rotatorischer Verbund 120
 Rundung 144

S

Schablone 215
 Schale 148
 Schließen 27
 Schnellzugriff 14
 Schnitt 41, 228
 Schnittstelle 37
 Schraffur 234
 Schräge 138
 Segment löschen 64
 Setup 65
 Sichtbarer Bereich 225
 Simulation 275
 Sitzung verwalten 35
 Skizze 12, 53, 55, 67, 262
 Skizzenansicht 54, 82
 Speichern 27, 87, 96, 102
 Spiegeln 73, 134, 203
 Spiralförmiges Zug-KE 105
 Spline 68
 Standardbauteil 198
 Standardschablone 49
 Startseite 9

Statusleiste 16
 Stückliste 253, 255
 Stücklistenballons 260
 Systemfarbeffekt 32

T

Tabelle 253
 Tastenkombination 17
 Technische Zeichnung 213
 Text 70
 Tiefenrichtung 88
 Toleranz 216, 246

U

Umbenennen 35
 Umfang 74
 Umordnen 26
 Unterbaugruppe 194
 Unterbrechen 90
 Unterdrücken 23
 Ursprung 232

V

Verbund 80, 115
 Verrundung 69
 Versatz 70
 Volumenkörper 79

W

Wiederaufnahme 90
 Wiederherstellen 35
 Wiederholbereich 255

Z

Zeichnung 12, 213
 Zeichnungsableitung 213
 Zeichnungsansicht 223
 Zeichnungsansichten 220
 Zeichnungseigenschaften 216
 Zeichnungsmodelle 221
 Ziehen 79
 Zug-KE 79, 97
 Zug-Verbund 79, 112