



BIBLIOTHEK DES TECHNISCHEN WISSENS

PAUL WYNDORPS

# **3D-KONSTRUKTION MIT PRO/ENGINEER - WILDFIRE 5**

5. AUFLAGE

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • NOURNEY, VOLLMER GMBH & CO. KG  
DÜSSELBERGER STR. 23 • 42781 HAAN-GRUITEN

**EUROPA-NR.: 89450**

**Autor:**

Prof. Dr.-Ing. Paul Theodor Wyndorps, 72793 Pfullingen

Prof. Dr. Wyndorps unterrichtet CAD/CAE-Techniken sowie Konstruktion an der Hochschule Reutlingen.

**Verlagslektorat:**

Dr. Astrid Grote-Wolff

Die in diesem Lehr- und Übungsbuch bzw. Nachschlagewerk genannten Software-, Hardware- und Handelsnamen sind in der Mehrzahl auch eingetragene Warenzeichen.

Die im Rahmen von diesem Buch verwendeten Konfigurations- und Normteildateien (Startup TOOLS) werden von INNEO-Solutions GmbH auf ihrer Internetseite für die Studentenversion von Pro/ENGINEER kostenlos zum Download bereitgestellt: [www.inneo.com/startuptools-studentenversion](http://www.inneo.com/startuptools-studentenversion)

Die Studentenversion der Design TOOLS-SE können kostenfrei bei der Hochschule Reutlingen heruntergeladen werden:

<http://www.dtools.fh-reutlingen.de/>

Die kostenlose, jeweils aktuelle Studentenversion von Pro/ENGINEER-Wildfire mit eingeschränktem Leistungsumfang ist erhältlich unter: <http://www.ptc.com/go/proeforschools/>

Das vorliegende Buch wurde auf der **Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibregeln** erstellt.

5. Auflage 2010

Druck 5 4 3 2 1

ISBN 978-3-8085-8949-6

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2010 Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Prof. Dr. Wyndorps

Druck: Konrad Triltsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

## Vorwort

Mit der Version Wildfire hat PTC ein völlig neues Bedienkonzept für sein bewährtes 3D-CAD-System Pro/ENGINEER herausgebracht. Die Bedienung der Version Wildfire 5.0 hat sich gegenüber den vorangegangenen Versionen noch einmal erheblich vereinfacht.

Die vorliegende **5. Auflage** des Buches richtet sich in erster Linie an alle, die sich erstmalig in das 3D-CAD-System Pro/ENGINEER-Wildfire einarbeiten wollen. Das Buch wurde als Handbuch für Pro/ENGINEER-Funktionen und als Lehrbuch im Hinblick auf die Version **Wildfire 5.0** weiterentwickelt. Gegenüber der 4. Auflage wurde das Buch vielfältig erweitert. Wesentliche Erweiterungen sind die Handhabung von Blechteilen und das Modellieren mit Flächen und Kurven.

Am weitgehend durchgängig verwendeten Beispiel eines Modellflugmotors werden in kleinen Arbeitsschritten die wichtigsten Verfahren der 3D-Konstruktion, einschließlich der Blechteilkonstruktion, bis hin zur abgeleiteten Fertigungszeichnung erlernt und trainiert. Neben den reinen Programm-Handhabungstechniken werden die verschiedenen Konstruktionsarbeitsweisen, wie „Top-Down“ und „Bottom-Up“, sowie die Arbeit aus dem Grobmodell erläutert. Ergänzend werden flexible Komponenten behandelt und eine weit reichende Konstruktionsbibliothek, unter anderem auch mit Zahnradmodellen, vorgestellt.

Da meist mehrere Vorgehensweisen zum gleichen Modellergebnis führen, werden möglichst viele der wichtigsten Verfahren und Lösungsansätze beschrieben. Neben der Volumenmodellierung werden Verfahren zur Organisation und Strukturierung von Baugruppen sowie zur Animation der Komponenten behandelt. Die beschriebenen Funktionen stellen dabei höchstens 20 % der gesamten Pro/ENGINEER-Umgebung dar.

Über die Inhalte klassischer Basis- oder Grundkurse hinausgehend soll das Buch den Konstrukteur in die Lage versetzen, übliche Konstruktions- und Detaillierungsaufgaben selbstständig, ohne fremde Hilfe zu lösen. Aufgrund des ausführlichen Inhalts- und Sachwortverzeichnisses ist das Buch zum Selbststudium und als Nachschlagewerk geeignet. Dem Buch beigelegt ist eine DVD mit Bildschirmfilmen der wesentlichen Modellierungs- und Verfahrensschritte.

Der im Rahmen des Buches verwendete Motor vom Typ „Graupner OS Max 61 FX“ wurde aus didaktischen Gründen teilweise erheblich verändert. So entsprechen beispielsweise die angegebenen Werkstoffe nicht den tatsächlich verwendeten Werkstoffen. Auch wurden verschiedene Maße geändert oder Geometrieelemente weggelassen. Der Schulungsmotor ist damit nicht flugfähig. Bei den Marken „Graupner“ und „OS“ handelt es sich um beim Deutschen Patentamt eingetragene Marken.

Unseren Lesern wünschen wir viel Freude und Erfolg bei der Erarbeitung der wesentlichen Verfahren der 3D-Konstruktion mit Pro/ENGINEER-Wildfire 5. Kritische Hinweise unserer Leser nehmen wir unter der Verlagsadresse oder per E-Mail ([lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)) gerne entgegen. Wir bitten Sie, auch in Zukunft die Weiterbearbeitung dieses Buches durch Ihre Verbesserungsvorschläge zu unterstützen.

Sommer 2010

Autor und Verlag

Unser besonderer Dank gilt:

**INNEO Solutions GmbH, Ellwangen,**  
für das Bereitstellen wichtiger Konfigurationsdateien,  
den Mitarbeitern für die kritische Durchsicht und vielfältige Beratung,

**insbesondere Herrn Dipl.-Ing. (TU) Steffen Nessler,**  
für die Mitentwicklung der Design TOOLS und seine vielfache Hilfe,

**Herrn Dipl.-Ing. (FH) Olaf Singe, Ingersoll Cutting Tools, Haiger,**  
für die vielfältige Hilfe bei der Erstellung der Design TOOLS-Modelle,

**Frau Manuela Kieslich-Habfast und Herrn Andreas Beck, Hochschule Reutlingen,**  
für die Kontrolle und Überarbeitung des Manuskriptes,

**Frau Sina-Verena Vogt, Hochschule Reutlingen,**  
für die Unterstützung bei der Erstellung der Bildschirmfilme,

**Frau Nina Mogck, Hamburg,**  
für die Anregungen und Unterstützung sowie Kontrolle der Blechmodellierung,

**Graupner Modellbau GmbH & Co. KG, Kirchheim/Teck,**  
für die Freigabe ihres Flugmotors OS Max 61 FX als Schulungsbeispiel und

**Trivit AG, Ravensburg,**  
für die Anregungen sowie die Freigabe von Bildern und Formulierungen.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>ANLEITUNG ZUR HANDHABUNG DES BUCHES</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN / BASICS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Pro/ENGINEER-Hauptfenster</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Menübedienung</b> .....	<b>16</b>
3.2.1	Befehle der Menüleiste.....	16
3.2.2	Menü „Datei / File“ .....	16
3.2.3	Dateinamen und Versionen.....	18
3.2.4	Objektmodus wählen.....	18
3.2.5	Menü „Ansichten / View“ .....	19
3.2.6	Systemleiste .....	20
3.2.7	Mausfunktionen zur Ansichtssteuerung.....	21
3.2.8	Funktionen der Maustasten bei der Auswahl.....	21
3.2.9	Systemeinstellungen .....	21
<b>4</b>	<b>SKIZZIERMODUS / SKETCH MODE</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Tools, Analyse- und Steuerelemente im Skizziermodus</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Funktionen der Maustasten im Skizziermodus</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3</b>	<b>Implizite Annahmen im Skizziermodus</b> .....	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Explizite Bedingungen im Skizzierer definieren</b> .....	<b>25</b>
4.4.1	Vorgehensweise beim Skizzieren .....	26
4.4.2	Tipps zum Arbeiten im Skizziermodus .....	26
4.4.3	Arbeiten im Skizziermodus.....	27
<b>5</b>	<b>MODELLERZEUGUNG / MODELLING</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>28</b>
5.1.1	Modellierungsschritte in Pro/ENGINEER.....	28
5.1.2	Darstellung von Bezügen .....	29
<b>5.2</b>	<b>Arbeitsverzeichnis einstellen</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3</b>	<b>Körper und Schnitte aus Skizzen erzeugen</b> .....	<b>30</b>
5.3.1	Verwendung von Standard-Schablonen mit Startbezügen .....	31
5.3.2	Erzeugen des ersten zylindrischen Körpers als extrudiertes Profil (Kurbelgehäuse).....	32
5.3.3	Anschlusskörper als extrudiertes Profil (Zylindergehäuse) .....	35
5.3.4	Kurbelwellengehäuse als Rotationskörper & Rotationsmaterialschnitt .....	35
5.3.4.1	Rotationskörper.....	36
5.3.4.2	Rotierter Materialschnitt .....	38
5.3.5	Modellierungsübungen .....	39
5.3.5.1	Grobmodellierung des Zylinderkopfs.....	39
5.3.5.2	Grobmodellierung der Laubuchse .....	40
5.3.5.3	Vormodellierung des Kolbens.....	40
5.3.5.4	Vormodellierung des Pleuels .....	41
<b>5.4</b>	<b>Konstruktionselement-Operationen (KE-Operationen)</b> .....	<b>43</b>
5.4.1	Kopieren & Einfügen von Konstruktionselementen / Copy & Paste.....	44
5.4.2	Spiegeln von Konstruktionselementen / Mirror .....	45
<b>5.5</b>	<b>Bezugselemente erzeugen / Create Datum</b> .....	<b>45</b>
5.5.1	Bezugsebene erzeugen .....	45
5.5.2	Bezugsachse erzeugen.....	47
5.5.3	Bezugsachse am Pleuel erzeugen .....	47
5.5.4	Bezugspunkte erzeugen.....	48
5.5.5	Bezugskurve erzeugen.....	49

<b>6</b>	<b>PLATZIERBARE GRUNDELEMENTE / PICK AND PLACE-ELEMENTE</b> .....	<b>50</b>
<b>6.1</b>	<b>Bohrungen / Holes</b> .....	<b>50</b>
6.1.1	Bohrungstypen .....	50
6.1.2	Standard-Bohrtabellen *.hol .....	52
6.1.3	Bohrungsplatzierung.....	53
6.1.4	Kolbenbohrung (gerade Bohrung, radiale Platzierung) .....	54
6.1.5	Zündkerzenbohrung (koaxial) .....	55
6.1.6	Bohrung am Pleuelauge (koaxial).....	56
6.1.7	Bohrung für Zylinderkopfverschraubung (Durchmesser).....	56
<b>6.2</b>	<b>Fasen / Chamfer</b> .....	<b>57</b>
6.2.1	Kantenfasen / Edge Chamfer .....	57
6.2.2	Eckenfasen / Corner Chamfer.....	58
6.2.3	Kantenfasen am Zylinderkopf .....	58
<b>6.3</b>	<b>Rundungen / Round</b> .....	<b>58</b>
6.3.1	Satzmodus / Set Mode .....	59
6.3.2	Übergangsmodus / Transition Mode.....	59
6.3.3	Automatisches Runden / Automatic Round .....	59
6.3.4	Kantenverrundung am Kolben .....	61
<b>6.4</b>	<b>Schalenfunktion / Shell Tool</b> .....	<b>61</b>
6.4.1	Schalenfunktion am Auspuff.....	62
<b>6.5</b>	<b>Schrägen (Ausformschrägen) / Draft</b> .....	<b>63</b>
6.5.1	Einfache Schräge .....	63
6.5.2	Ausformschrägen am Pleuel .....	63
<b>6.6</b>	<b>Rippenfunktion / Rib Tool</b> .....	<b>64</b>
6.6.1	Profilrippe / Profile Rib .....	65
6.6.2	Rippenleitkurve / Trajectory Rib .....	65
<b>6.7</b>	<b>Übung zum automatischen Verrunden</b> .....	<b>66</b>
<b>6.8</b>	<b>Übung zum Kopieren und Einfügen / Copy &amp; Paste von KEs</b> .....	<b>67</b>
<b>6.9</b>	<b>Übungen zu Pick and Place-Elementen (Pleuel)</b> .....	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>MODELLEIGENSCHAFTEN / MODEL-PROPERTIES</b> .....	<b>69</b>
<b>7.1</b>	<b>Materialzuweisung</b> .....	<b>69</b>
<b>7.2</b>	<b>Materialdefinition / Material Definition</b> .....	<b>70</b>
7.2.1	Material EN-GJL-250 anlegen.....	71
7.2.1.1	Standard- und Struktur-Daten.....	71
7.2.1.2	Benutzerdefinierte Materialparameter .....	71
<b>7.3</b>	<b>Parameter</b> .....	<b>72</b>
<b>7.4</b>	<b>Einheitensystem abfragen oder ändern</b> .....	<b>73</b>
<b>7.5</b>	<b>Toleranzen / Tolerances</b> .....	<b>73</b>
7.5.1	Bemaßungs- und Toleranzanzeige im Teilmodus .....	73
7.5.2	Einstellen der Allgemeintoleranzen / General Tolerance nach DIN ISO 2768.....	74
7.5.3	Toleranztabelle festlegen .....	74
7.5.3.1	Grundlagen .....	74
7.5.3.2	Toleranztabellen in Pro/ENGINEER.....	75
7.5.4	Maßtoleranz nach DIN ISO 286 zuweisen .....	75
7.5.5	Freie Toleranzen zuweisen .....	75
<b>7.6</b>	<b>Modellbaumanpassung / Model Tree</b> .....	<b>76</b>
<b>7.7</b>	<b>Stücklisten- und Zeichnungskopfinformationen</b> .....	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>MODELLIERUNGSÜBUNGEN / MODELLING EXAMPLES</b> .....	<b>78</b>
<b>8.1</b>	<b>Kurbelwelle</b> .....	<b>78</b>
<b>8.2</b>	<b>Gleitlager</b> .....	<b>82</b>
<b>8.3</b>	<b>Kolbenbolzen</b> .....	<b>82</b>

<b>9</b>	<b>BAUGRUPPEN / ASSEMBLIES</b> .....	<b>83</b>
<b>9.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>83</b>
9.1.1	Aufbau und Strukturierung von Baugruppen .....	83
9.1.2	Einbau in die Baugruppe .....	84
9.1.3	Platzierungsbedingungen .....	85
<b>9.2</b>	<b>Zusammenbau mit Bauteilbezügen</b> .....	<b>85</b>
9.2.1	Unterbaugruppe BG_Kolben .....	86
9.2.1.1	Einbau der ersten Komponente .....	86
9.2.1.2	Einbau weiterer Komponenten .....	87
9.2.2	Unterbaugruppe BG_Kurbelwelle .....	89
9.2.3	Änderung der Farbdarstellung von Komponenten in Baugruppen .....	89
9.2.4	Hinzufügen eines Standard- bzw. Normteils aus der Bibliothek .....	91
9.2.5	Unterbaugruppe BG_Gehaeuse .....	91
<b>9.3</b>	<b>Datensicherung (Speichern) von Baugruppen mit Normteilen</b> .....	<b>91</b>
<b>9.4</b>	<b>Skelett-Technik (AAX)</b> .....	<b>92</b>
9.4.1	Erzeugung eines Skelettmodells aus der Baugruppe .....	92
9.4.2	Zusammenbau mit Skelettbezügen .....	94
9.4.3	Digitaler Entwurf .....	97
<b>9.5</b>	<b>Folien zur Strukturierung</b> .....	<b>97</b>
<b>10</b>	<b>EDITIEREN VON TEILEN UND KONSTRUKTIONSELEMENTEN</b> .....	<b>98</b>
<b>10.1</b>	<b>Maßwerte ändern (einfache Bewegungsanalyse)</b> .....	<b>99</b>
<b>10.2</b>	<b>Ändern der Reihenfolge von Konstruktionselementen</b> .....	<b>100</b>
<b>10.3</b>	<b>Einfügemodus / Insert Here</b> .....	<b>100</b>
<b>10.4</b>	<b>Modellierungsübungen</b> .....	<b>100</b>
<b>11</b>	<b>MUSTERERZEUGUNG / PATTERN</b> .....	<b>103</b>
<b>11.1</b>	<b>Musterfunktion aufrufen</b> .....	<b>104</b>
<b>11.2</b>	<b>Bemaßung-Muster / Dimension-Pattern</b> .....	<b>104</b>
<b>11.3</b>	<b>Richtung-Muster / Direction-Pattern</b> .....	<b>104</b>
<b>11.4</b>	<b>Achse-Muster / Axis-Pattern (Rotationsmuster)</b> .....	<b>105</b>
<b>11.5</b>	<b>Füllen-Muster / Fill-Pattern</b> .....	<b>105</b>
<b>11.6</b>	<b>Tabelle-Muster / Table-Pattern</b> .....	<b>105</b>
<b>11.7</b>	<b>Referenz-Muster / Reference-Pattern</b> .....	<b>106</b>
<b>11.8</b>	<b>Kurve-Muster / Curve-Pattern</b> .....	<b>106</b>
<b>11.9</b>	<b>Punkt-Muster / Point-Pattern</b> .....	<b>106</b>
<b>11.10</b>	<b>Übungen und Anwendungen insbesondere zum Mustern</b> .....	<b>107</b>
11.10.1	Zylinderkopfbohrungen als Rotations-Maßmuster .....	107
11.10.2	Körper und Schnitte als Rotationsmuster .....	107
11.10.3	Rippen am Kurbelwellengehäuse als Achse-Muster .....	109
11.10.4	Kühlrippen am Motorgehäuse als Richtung-Muster .....	109
11.10.5	Kühlrippen am Zylinderkopf als Tabelle-Muster .....	110
<b>11.11</b>	<b>Rohteil- und Fertigteildefinitionen</b> .....	<b>111</b>
11.11.1	Fertigteil: Modellierung und Bearbeitungseinfärbung .....	113
11.11.1.1	Sacklochgewinde als Referenz-Muster .....	113
11.11.2	Anschraubbohrungen als Richtung-Muster in 2 Richtungen .....	114
11.11.3	Bemaßung-Muster spiegeln .....	115
11.11.4	Parametrische Abgussnummer als Erhebung .....	116

<b>12</b>	<b>FORTGESCHRITTENE MODELLIERUNG / ADVANCED MODELLING</b>	<b>119</b>
12.1	Ziehen an Leitkurve (Anschlusskragen am Auspuff)	119
12.2	Konstruktionsskizzenlinien (Anschlussböden am Auspuff)	121
12.3	Versatzkante im Skizziermodus (Dichtungssitz am Auspuff)	122
12.4	Verwenden / Use im Skizziermodus (Durchstoß am Auspuff)	122
12.5	Einfügemodus (Eingriff in die Konstruktionshistorie)	123
12.6	Fertigteil-Anpassung mit Modellhistorie	124
12.7	Ziehen an Kante	125
12.8	Außengewinde (Kosmetik) / Thread (Cosmetic)	125
12.9	<b>Notizen &amp; Anmerkungselemente / Note &amp; Annotation Features</b>	<b>126</b>
12.9.1	KE-gebundene Notiz erzeugen	126
12.9.2	Anmerkungsorientierung für 3D-Notizen / Annotation Orientation	127
12.9.3	Oberflächenangaben als 3D-Notizen (Anmerkungs-KE)	127
12.9.4	Oberflächengüte aus Symboldatei	128
12.9.5	Oberflächengüte aus Palette	128
12.9.6	Maße als 3D-Notizen	129
12.9.6.1	Steuernde Maße (Konstruktionsmaße) / Driven Dimensions	130
12.9.6.2	Texthöhen von Notizen, Anmerkungs-KE und Symbolen	131
12.9.6.3	Eigenschaftsänderung gesteuerter und steuernder Maße	131
12.9.6.4	Gesteuerte Maße / Driven Dimension	132
12.10	<b>Standard- und Normteile</b>	<b>133</b>
12.10.1	Schraube mit Gewinde als Kosmetik	133
12.10.2	Oberflächen-Gewinde als Textur / Decal	135
12.10.3	KE-Beziehung / Feature Relation	136
12.10.4	Bemaßungen (um-)benennen	136
12.10.5	Teil-Parameter für Normteilkennzeichnung	137
12.10.6	Werkstoffvarianten für Standardteile	138
12.10.7	Familientabelle anlegen (Schraubenvarianten) / Family Table	138
12.10.8	Komponentenschnittstelle definieren / Component Interface	140
12.11	<b>Spiralförmige Zugelemente-Feder / Helical Sweep-Spring</b>	<b>141</b>
12.12	<b>Körper aus verbundenen Querschnitten (Luftschraube)</b>	<b>143</b>
12.13	<b>Konstruktion mit Flächen &amp; Kurven / Quilts &amp; Curves</b>	<b>148</b>
12.13.1	Kurve durch Punkte / Curve Thru Points	148
12.13.2	Flügelauslauf als Berandungsverbund / Boundary Blend	149
12.13.3	Flächenverschmelzung / Merge	151
12.13.4	Verbundvolumen / Solidify	152
12.14	<b>Vervielfältigungsvarianten</b>	<b>152</b>
12.14.1	Einzelvervielfältigung: Kopieren & Einfügen	152
12.14.2	Vervielfältigung als Gruppen-Muster / Group Pattern	153
12.15	<b>Restmodellierung der Luftschraube</b>	<b>153</b>
<b>13</b>	<b>FORTGESCHRITTENE ARBEITSTECHNIKEN BEIM ZUSAMMENBAU</b>	<b>154</b>
13.1	<b>„Top-Down“-Konstruktion</b>	<b>154</b>
13.1.1	Entwurfsarbeit am übergeordneten Skelett (Hauptbaugruppe)	154
13.1.2	Aufbau der untergeordneten Baugruppen der Ebene 1	155
13.1.3	Zusammenbau durch Projektleiter	155
13.2	<b>Teilerzeugung aus der Baugruppe</b>	<b>156</b>
13.3	<b>Ersetzen mit Referenzbezügen / Replace by Referenz</b>	<b>159</b>
13.4	<b>Analysefunktionen (Messen in Modell oder Baugruppe)</b>	<b>160</b>
13.5	<b>Modellieren aus der Baugruppe</b>	<b>160</b>
13.6	<b>Referenzkontrolle</b>	<b>162</b>
13.7	<b>Flexible Komponenten / Flexible Components</b>	<b>162</b>

<b>14</b>	<b>BEZIEHUNGEN / RELATIONS</b>	<b>164</b>
14.1	Beziehungen einfügen	164
14.2	Beziehungen und Parameter verwalten	165
<b>15</b>	<b>WEITERE MODELLIERUNGS- UND EINBAUÜBUNGEN</b>	<b>166</b>
15.1	Erweiterung der Laufbuchse	166
15.2	Laufbuchse und Zylinderkopf im Einfügemodus einbauen	167
15.3	Kurbelwellengehäuse einbauen	169
15.4	Baugruppenmodellierung des Anschlussflansches	169
15.5	Auspuff einbauen	171
15.6	Standard-Komponenten (Schrauben) hinzufügen (RefMuster)	172
15.6.1	Einbau über Schnittstellendefinition	172
15.6.1.1	Manuelles Platzieren mit Schnittstellendefinition	173
15.6.1.2	Automatisches Platzieren mit Schnittstellendefinition	173
15.6.2	Schraube vervielfältigen (Referenzmuster)	173
15.7	Ersetzen durch Familientabelle / Replace by Family Table	174
15.8	Wiederholen von Komponenten / Repeat Component	175
15.9	Vergaseranschluss	175
15.10	Schweißen / Welding	177
15.10.1	Kehlnaht ohne Nahtvorbereitung / Fillet Weld without Edge Prepair	177
15.10.2	Schweißen mit Nahtvorbereitung / Edge Preparation	179
15.10.3	Mechanische Bearbeitung in der Schweißbaugruppe	180
15.10.4	Mechanische Bearbeitung am Schweißeinzelteil	181
15.10.4.1	Verschmelzen (Schweißnebeneile zu Schweißeinzelteil) / Merge	181
15.10.5	Aufbau und Anwendung von Schweißteilen	182
15.10.5.1	Schweißnebeneile	182
15.10.5.2	Schweißbaugruppe mit Einzelteilverschmelzung	182
15.11	Baugruppenschnitte	183
15.12	Explosionsdarstellung / Explode View	184
<b>16</b>	<b>UMGANG MIT GROßEN BAUGRUPPEN – ANSICHTSMANAGEMENT</b>	<b>186</b>
16.1	Ansichtsmanger / View Manager	186
16.1.1	Vereinfachte Darstellung / Simp Rep	187
16.1.1.1	Vereinfachte Darstellung (Masterdarstellung ohne Gehäuse) erzeugen	188
16.1.1.2	Vereinfachte Darstellung in Baugruppen über Regeln / Rules	188
16.1.2	Vereinfachte Darstellung im Teilmodus	190
16.1.3	Ansichtsstil (Stil) / Style	190
16.1.4	Explodieren-Ansicht / Explode View	191
16.1.5	Querschnitte / Cross Sections	191
16.1.6	Orientieren / Orientation	192
16.1.7	Folien / Layer	192
16.1.8	Alle Ansichten / All Views	193
16.2	Schrumpf-KE / Shrinkwrap	194
16.2.1	Internes Schrumpf-KE (Standardauswahl)	194
16.2.2	Internes Schrumpf-KE (Manuell definiert)	195
16.2.3	Externes, abhängiges Schrumpf-KE	196
16.2.4	Externes, unabhängiges Schumpf-KE (Ext. Kopie)	196
16.3	Such-Tool	197
16.3.1	Such-Ergebnisse auf Folie zusammenfassen	197
16.3.2	Such-Ergebnisse als vereinfachte Darstellung / Search and Simp. Rep.	198
16.4	Vergleich Such-Tool / Regel-Definition	199
16.5	Zonen	199
16.6	Organisieren großer Baugruppen	201

<b>17</b>	<b>LAYOUT-TECHNIK (AAX)</b> .....	<b>203</b>
<b>17.1</b>	<b>Layout erstellen</b> .....	<b>203</b>
17.1.1	Layout-Skizze erstellen .....	203
17.1.2	Layout-Tabelle erstellen .....	205
<b>17.2</b>	<b>Layout deklarieren</b> .....	<b>206</b>
<b>18</b>	<b>BLECHKONSTRUKTION / SHEETMETAL DESIGN</b> .....	<b>208</b>
<b>18.1</b>	<b>Blechteil in Baugruppe erzeugen</b> .....	<b>208</b>
<b>18.2</b>	<b>Erste Lasche als Zielkonstruktion aus Baugruppe / First Wall</b> .....	<b>209</b>
<b>18.3</b>	<b>Flache Lasche / Flat</b> .....	<b>210</b>
<b>18.4</b>	<b>Abwicklung / Unbend</b> .....	<b>210</b>
<b>18.5</b>	<b>Biegeentlastung / Relief</b> .....	<b>211</b>
<b>18.6</b>	<b>Blechausbruch / Sheetmetal Cut</b> .....	<b>211</b>
<b>18.7</b>	<b>Biegung / Bend</b> .....	<b>213</b>
<b>18.8</b>	<b>Rückbiegung / Bend Back</b> .....	<b>213</b>
<b>18.9</b>	<b>Blecbearbeitung mit Pick &amp; Place-Elementen</b> .....	<b>214</b>
<b>18.10</b>	<b>Sicken / Punch Form</b> .....	<b>215</b>
18.10.1	Prägestempel erzeugen .....	215
18.10.2	Sicke erzeugen / Define Punch Form .....	216
18.10.3	Stanzstempel / Punch Model .....	217
<b>18.11</b>	<b>Verlängern / Extend</b> .....	<b>217</b>
<b>18.12</b>	<b>Definition von Laschen</b> .....	<b>217</b>
18.12.1	Flansflasche / Flange .....	217
18.12.2	Verdrehte Lasche / Twisted Flange .....	218
18.12.3	Trapezlasche / Trapezoid Flange .....	219
18.12.4	Flansflasche an Berandungs-Tangentialkette / Tangent Chain .....	219
<b>18.13</b>	<b>Fertigteilbohrungen</b> .....	<b>220</b>
<b>18.14</b>	<b>Vorbereitung für 2D-Blechzeichnungen</b> .....	<b>221</b>
18.14.1	Sickenabflachung / Flatten Form .....	221
18.14.2	Manuelle Endabwicklung und Abwicklungsvariante .....	222
18.14.2.1	Endabwicklung / Flat Pattern .....	222
18.14.2.2	Modellzustand über Familientabelle verwalten .....	222
18.14.3	Automatischer Endabwicklungszustand .....	223
18.14.4	Generisches Modell durch 3D-Variante ersetzen .....	224
<b>19</b>	<b>ZEICHNUNGEN UND BERICHTE</b> .....	<b>225</b>
<b>19.1</b>	<b>Zeichnungsmodus aktivieren</b> .....	<b>225</b>
<b>19.2</b>	<b>Zeichnungsrahmen setzen</b> .....	<b>225</b>
<b>19.3</b>	<b>Bedienoberfläche im Zeichnungsmodus</b> .....	<b>226</b>
<b>19.4</b>	<b>Zeichnungsansichten</b> .....	<b>227</b>
19.4.1	Basisansicht erstellen (volle Ansicht, kein Schnitt) .....	227
19.4.2	Projektionsansicht erstellen (volle Ansicht, kein Schnitt) .....	228
19.4.3	Projektionsschnittansicht erstellen .....	229
19.4.4	Ansichten bewegen .....	230
19.4.5	Absichtserkennung über das Kontextmenü der rechten Maustaste .....	231
19.4.6	Zeichnungsmaßstab und Blattgröße .....	231
<b>19.5</b>	<b>Zeigen von Modellanmerkungen / Show Model Annotations</b> .....	<b>231</b>
19.5.1	Achsen zeigen .....	232
19.5.2	Bemaßung zeigen .....	233
19.5.3	Bemaßungen anpassen und ordnen .....	234
19.5.4	Notizen zeigen .....	236
















<b>19.6</b>	<b>Bemaßungen erzeugen und Zeichnungselemente ergänzen .....</b>	<b>237</b>
19.6.1	Bemaßungen erzeugen .....	237
19.6.1.1	Bemaßung – Neue Referenzen .....	237
19.6.1.2	Bemaßung – Gemeinsame Referenz .....	238
19.6.1.3	Ordinatenbemaßung .....	238
19.6.1.4	Automatische Ordinatenbemaßung .....	238
19.6.1.5	Verkürzte Radiusbemaßung .....	239
19.6.2	Maßhilfslinien anpassen .....	239
19.6.2.1	Maßhilfslinie unterbrechen .....	239
19.6.3	Zeichnungselemente ergänzen .....	239
<b>19.7</b>	<b>Symbole .....</b>	<b>240</b>
19.7.1	Form- und Lagetoleranzen (Geometrische Toleranzen) .....	240
19.7.2	Eigenes Symbol erzeugen (vereinfachter Oberflächeneintrag) .....	243
19.7.3	Symbol-Gruppierung .....	246
19.7.4	Allgemeiner Symboleintrag / Custom Symbol .....	247
19.7.5	Oberflächensymbol aus Palette / Symbol from Palette .....	248
19.7.6	INNEO-Oberflächensymbol .....	248
<b>19.8</b>	<b>Gesamtzeichnungen .....</b>	<b>249</b>
19.8.1	Zeichnungsansicht (Basisansicht) erstellen .....	250
19.8.2	Schnittansicht (Projektion) erstellen .....	250
19.8.3	Schraffur anpassen .....	251
19.8.4	Ansicht mit Ausbruch .....	252
19.8.5	Stücklisten .....	253
19.8.5.1	Stücklisten- und Zeichnungsschriftfeldparameter im ASM-Modus eingeben .....	253
19.8.5.2	Tabelle (Stückliste) einfügen .....	254
19.8.5.3	Positionsnummern (Stücklistenballons) setzen .....	255
19.8.5.4	Zeichnungsblatt ergänzen .....	255
19.8.5.5	Tabelle auf anderes Blatt verschieben .....	257
<b>20</b>	<b>BEWEGUNGSANALYSEN (KINEMATIK) – MECHANISMUS .....</b>	<b>258</b>
<b>20.1</b>	<b>Hilfe zu Mechanismus .....</b>	<b>258</b>
<b>20.2</b>	<b>Kinematischer Zusammenbau .....</b>	<b>258</b>
20.2.1	BG_Kurbelwelle mit Drehgelenkverbindung einbauen .....	260
20.2.2	Pleuel mit Drehgelenkverbindung einbauen .....	262
20.2.3	BG_Kolben mit Zylinderlagerverbindung einbauen .....	263
20.2.4	Komponente ziehen .....	264
<b>20.3</b>	<b>Applikation Mechanismus .....</b>	<b>265</b>
20.3.1	Motoren (Servomotoren) und Mechanismus-Baumstruktur .....	266
20.3.2	Analysen .....	266
20.3.3	Kinematische Analyse definieren .....	267
20.3.4	Kinematische Analyse wiedergeben .....	268
20.3.5	Analyse-Wiedergabe mit Durchdringungsprüfung .....	268
<b>21</b>	<b>WEITERE MODELLIERUNGSFUNKTIONEN .....</b>	<b>269</b>
<b>21.1</b>	<b>Regenerierungsabfragen mit Pro/Program (AAX) .....</b>	<b>269</b>
<b>21.2</b>	<b>Graph-KE .....</b>	<b>269</b>
21.2.1	Arbeiten mit Beziehungen .....	271
21.2.2	Graph-KE im Zug-KE referenzieren .....	272
21.2.3	Modellvariationen aus Pro/Program .....	274
<b>21.3</b>	<b>Verformungselemente .....</b>	<b>275</b>
21.3.1	Verformung / Local Push .....	275
21.3.2	Volumen-Freiform / Solid Free Form .....	275
21.3.3	Radiusdom / Radius Dome .....	276
21.3.4	Schnittdom / Section Dome .....	276
21.3.4.1	Ziehen-Schnittdom / Section Dome Sweep .....	277
21.3.4.2	Verbund-Schnittdom / Section Dome Blend .....	277
21.3.5	Abgewickelte Sammelfläche / Flatten Quilt .....	278
21.3.6	Krümmen / Warp .....	278
21.3.6.1	Ringbiegen / Toroidal Bend .....	279
21.3.7	Steuerkurvenbiegung / Spinal Bend .....	282

<b>22</b>	<b>UDF-TECHNIKEN: DESIGN TOOLS</b> .....	<b>283</b>
<b>22.1</b>	<b>Aktivieren der Design TOOLS</b> .....	<b>283</b>
<b>22.2</b>	<b>Spezielle UDF-Techniken</b> .....	<b>284</b>
22.2.1	Empfehlungen für eine flexible UDF-Definition (Design TOOLS).....	284
<b>22.3</b>	<b>User Defined Feature (UDF) erstellen</b> .....	<b>286</b>
22.3.1	Einfaches Geometrieelement mit variabler Bemaßung (Freistich R, t) .....	286
22.3.1.1	UDF-Ursprungs-Referenzteil erstellen .....	286
22.3.1.2	UDF-Definition erstellen.....	289
22.3.2	UDF-Integration in die Design TOOLS-Oberfläche.....	291
22.3.2.1	Eingabemaske des UDF definieren.....	291
22.3.2.2	Eingabemaske in die Gesamtoberfläche einbinden.....	292
<b>22.4</b>	<b>Modellieren mit Design TOOLS</b> .....	<b>294</b>
22.4.1	Wellenmodellierung .....	294
22.4.1.1	Grundmodellierung der Zahnwelle aus Zylinderelementen .....	295
22.4.1.2	Detailmodellierung der Zahnwelle .....	299
22.4.1.3	Restmodellierung mit Pro/ENGINEER-Standard-Funktionen .....	302
22.4.1.4	Vereinfachte Darstellungen für 2D und 3D.....	303
22.4.2	Ändern und Löschen von Design TOOLS-Modulen .....	304
22.4.2.1	Ändern in Design TOOLS-Modulen.....	304
22.4.2.2	Löschen von Design TOOLS-Modulen.....	304
22.4.3	Folienkonzept der Design TOOLS .....	305
22.4.4	2D/3D-Modellierung der Zwischenwelle: Grundkörper aus Rotation.....	305
22.4.5	2D/3D-Modellierung Antriebsritzel 1. Gang.....	309
22.4.5.1	2D-Zahnrad (Volumen) .....	309
22.4.5.2	Eingabedaten aus CSV_Datei.....	310
22.4.5.3	3D-Zahnrad (Volumen) .....	311
22.4.5.4	Weitere Modellierung .....	311
22.4.6	Modellierung Antriebsritzel 2. Gang mit Schalteingriff .....	313
22.4.7	Modellierung Schiebemuffe der Zahnwelle .....	316
<b>22.5</b>	<b>Design TOOLS in der Baugruppe</b> .....	<b>318</b>
22.5.1	Modul-Informationen für die Komponentenauswahl .....	318
22.5.2	Module editieren im Baugruppenmodus .....	320
22.5.2.1	Wellen-Passfedernut ändern .....	320
22.5.2.2	Einbaulage von Zahnrad-Modulen ändern.....	321
<b>22.6</b>	<b>Design TOOLS in der Zeichnung</b> .....	<b>322</b>
22.6.1	Zeichnungsableitung von 2D/3D-Elementen .....	322
22.6.2	Automatische Tabellen (Bsp.: Verzahnungstabelle).....	323
22.6.2.1	Allgemeine Zeichnungstabelle erstellen .....	323
22.6.2.2	Allgemeine Zeichnungstabelle speichern.....	324
22.6.2.3	Verzahnungstabelle anwenden .....	324
<b>22.7</b>	<b>Bedienfunktionen der Design TOOLS</b> .....	<b>325</b>
<b>ANHANG</b> .....		<b>326</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b> .....		<b>326</b>
<b>Literatur</b> .....		<b>328</b>

# 1 Anleitung zur Handhabung des Buches

Die Darstellung von Dialogboxen wird so weit wie möglich durch zumindest ausschnittsweises Abbilden der entsprechenden Bildschirmdarstellung erreicht. Im Skizziermodus werden in Pro/ENGINEER standardmäßig die Skizzenelemente in weißer Farbe auf einem hellblauem Hintergrund dargestellt. Für diese Anleitung wurde stattdessen das Farbschema „Schwarz auf Weiß“ verwendet.

Um die Erklärungen übersichtlicher zu gestalten, werden folgende Darstellungen und Abkürzungen verwendet:

Aufgabe	Darstellung
Aufforderung zur Ausführung	➔
Hinweis zum möglichen Vorgehen	➞
Funktionsaufruf mit der Maus aus der Menüleiste (z. B. „Datei“)	➔ ML  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Datei File</span>
Funktionsaufruf als Kette aus einem Untermenü der Menüleiste (z. B. Objektmodus „Skizze“ aus Funktion „Neu“ im „Dateimenü“)	➔ ML  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Datei File</span> ➞ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Neu New</span> ➞ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">☒</span> Skizze Sketch
Aufruf über Icon aus KE-Toolleiste (z. B. „Profil“ im Modus TEIL)	➔ KL 
Aufruf über Icon aus Systemleiste (z. B. „Öffnen“)	➔ SL 
Aufruf über Icon aus Skizziererleiste (z. B. „Bemaßen“ im SKIZZIERER)	➔ SkL 
Darstellung alternativer Funktionsaufrufe (z. B. Funktion „Öffnen“ im „Dateimenü“)	➔ ML  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Datei File</span> ➞ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Öffnen Open</span> oder SL 
Name eines Dialogfensters	{UMGEBUNG}
Rechte Maustaste	[  R]
Linke Maustaste	[  L]
Mittlere Maustaste	[  M]
Scroll-Rad der Maus	[  Sc]
Return bzw. Eingabetaste	[↵]
Strg-Taste	[Strg]
Umschalttaste Groß-/Kleinschreibung	[⇧]
Gleichzeitige Maus- und Tastatur-Kombination (z. B. Umschalttaste und linke Maustaste)	[⇧ +  L]
Befehlsschalter in Dialogfenstern	[OK] oder 
Warnungen, Hinweise und Tipps	  So kommen Sie schneller ans Ziel.
Eingabeaufrufe von Pro/ENGINEER	Name ?
Eingaben	[1.5]

Pro/ENGINEER benötigt als Dezimaltrennzeichen einen Punkt „.“. Werden daher im Verlauf dieses Buches direkte Eingaben angegeben, so werden diese in eckigen Klammern und mit Dezimalpunkt dargestellt. Häufig wird zur Verdeutlichung die Einheit mit ausgegeben, z. B. [1.5] mm. Maßangaben im Textverlauf werden in der üblichen Form mit Dezimalkomma dargestellt, z. B. Tiefe  $T = 1,5$  mm.

Begriffe	Bedeutung
Objekte	Bauteile, Komponenten, Zeichnungen, Haupt- und Unterbaugruppen
Elemente	Konstruktionselemente, Bezugselemente, Flächen usw.
Modelle	Teil- oder Baugruppenobjekte

## 2 Einleitung

Bei der klassischen zweidimensionalen Darstellung von Konstruktionen in Form technischer Zeichnungen leitet der Konstrukteur von einem dreidimensionalen, nur in seiner Vorstellung existierenden Modell verschiedene zweidimensionale Ansichten und Schnitte ab, die zusammengenommen und versehen mit Maßen eine vollständige Beschreibung des gewünschten dreidimensionalen Bauteils ergeben.

Moderne 3D-CAD-Systeme ermöglichen es dem Konstrukteur, seine dreidimensionale Vorstellung in ein ebenfalls dreidimensionales, virtuelles Modell umzusetzen, welches von allen Seiten und in beliebigen Körperschnitten betrachtet werden kann. Für das Ableiten der zur Dokumentation des Bauteils erforderlichen zweidimensionalen Ansichten und Schnitte in Form von Zeichnungen stehen in Pro/ENGINEER umfangreiche Hilfsmittel bereit, die einen hohen Automatisierungsgrad ermöglichen.

Der wesentliche Unterschied zur 2D-Konstruktion besteht darin, dass der Konstrukteur die Gestalt des Bauteils nicht mehr über das Bemaßen in den Zeichnungen, sondern über die Festlegung von Längen, Abständen, Durchmessern usw. bei der 3D-Modellerzeugung vornimmt. Die Maße in den abgeleiteten Zeichnungen sind das Ergebnis (Ausgabe) dieses Prozesses; sie dienen im Allgemeinen nicht der Eingabe. In Baugruppendateien werden Verweise auf die Bauteile und deren Verbindungen abgelegt.

Pro/ENGINEER unterscheidet daher zwischen:


- Bauteilmodelldaten, die in Dateien mit der Endung „prt“ (part) abgelegt werden,
- Baugruppenmodelldaten mit der Endung „asm“ (assembly),
- Zeichnungsdaten dieser Modelle, die in eigenen Dateien mit der Endung „drw“ (drawing) abgelegt werden. Zeichnungsdaten sind in diesem Zusammenhang nur die Informationen über die Art und Lage von Ansichten und Schnitten, Formatvorgaben, Anordnung von Bemaßungen, Oberflächen usw. sowie der Verweis auf die zugehörige Modelldatei. Die Maße und Abhängigkeiten der Konstruktionselemente sind hier nicht gemeint.

Aufgrund dieser Struktur werden alle das Modell beschreibenden Informationen (Maße, Definition von Schnitten und Schnittverläufen, Toleranzen, Werkstoffdaten usw.) im Modell abgespeichert.

Im Folgenden sind einige weitere Merkmale von Pro/ENGINEER zusammengefasst und kurz beschrieben:

- **Parametrik:** Die Modelle sind in Pro/ENGINEER parametrisch aufgebaut. Die Änderung eines Maßwertes führt zu einer Änderung des Modells und seiner Abhängigkeiten. Anstelle fester Maßwerte können mathematische Funktionen (*Beziehungen*) eingegeben werden, die eine variable Gestaltung der Modelle ermöglichen.
- **Bidirektionale Assoziativität:** Die Assoziativität der Modelldaten ist bei Pro/ENGINEER in beiden Richtungen gegeben. Werden beispielsweise Maßwerte des Modells geändert, werden automatisch die entsprechenden Zeichnungen auf die neuen Werte aktualisiert (*Richtung 1*). Werden umgekehrt Änderungen eines Maßwertes in einer abgeleiteten 2D-Zeichnung vorgenommen, wird das 3D-Modell mit allen seinen Abhängigkeiten aktualisiert (*Richtung 2*).


Bei Bauteilen, die Bestandteil von Baugruppen sind, kann die Änderung aus der abgeleiteten Zeichnung heraus aufgrund der dort nicht erkennbaren Abhängigkeiten zu anderen Bauteilen und Nachfolgeelementen zu unerwarteten Ergebnissen beim Regenerieren der Baugruppe führen.

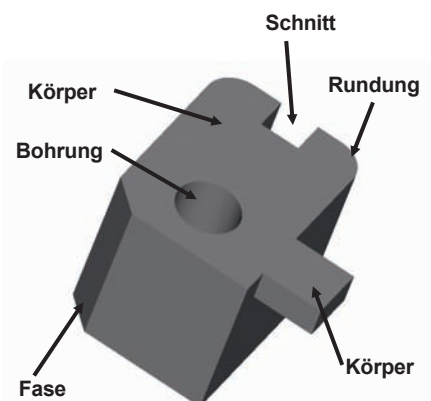
 Vermeiden Sie das Ändern von Bauteilen durch Maßänderungen in der abgeleiteten 2D-Zeichnung.

- **Elementbasiertes Modellieren:** Beim elementbasierten Modellieren wird das Modell aus mehreren Konstruktionselementen aufgebaut. Das sind in erster Linie gezogene oder rotierte Körper und Schnitte. Dazu kommen platzierbare Grundelemente (*Pick and Place-Elemente*) wie Bohrungen, Fasen, Rundungen usw.

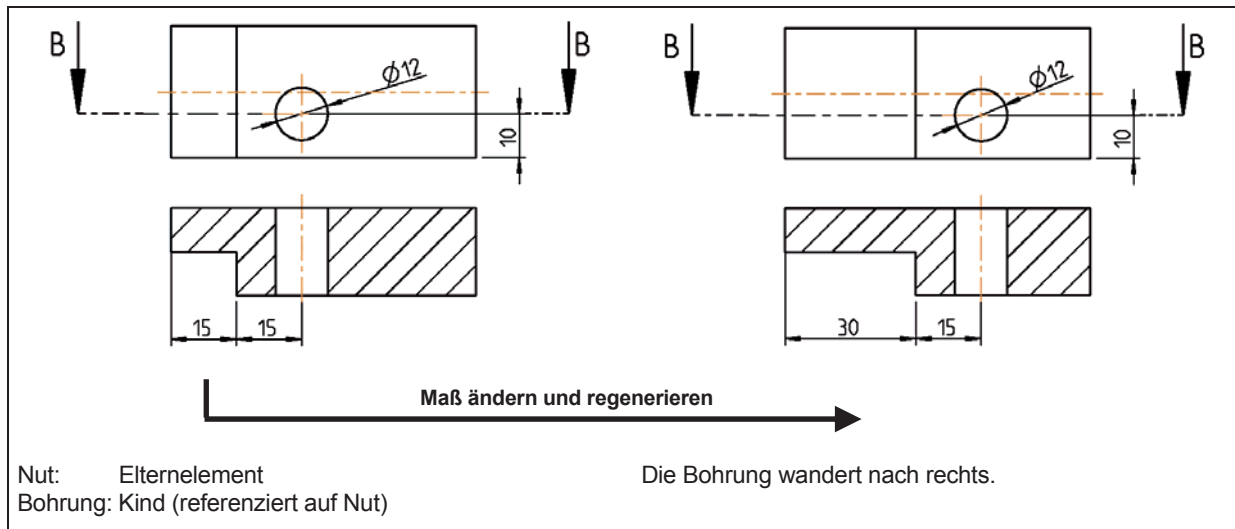
Daneben dienen Bezüge (Ebenen, Achsen, Punkte und Kurven) zur Lagefixierung der Konstruktionselemente (Referenzierung).

Dasselbe Modell kann auf unterschiedliche Arten erstellt werden. Beispielsweise können Fasen und Rundungen schon in der Skizze des Zug- oder Rotationskörpers definiert werden oder als eigenes Konstruktionselement dem Körper nachgeschaltet werden.

 Es gibt in Pro/ENGINEER keine Modellierungsvorschriften. Halten Sie die Skizzen so einfach wie möglich. Verwenden Sie nach Möglichkeit viele einfache Konstruktionselemente und platzierbare Grundelemente anstelle komplexer Konstruktionselemente.



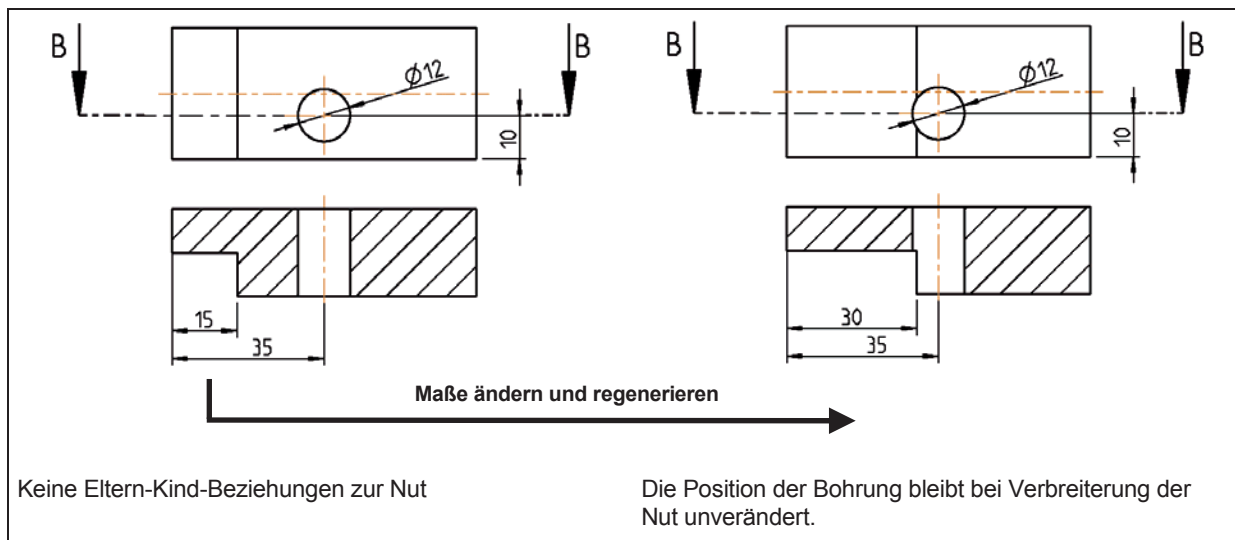
- **Eltern-Kind-Beziehungen:** Als Eltern-Kind-Beziehung wird der Zusammenhang zwischen Konstruktionselementen oder Baugruppenkomponenten bezeichnet. Nachfolgend ist eine Bohrung in Abhängigkeit zu einer geraden Nut platziert. Ändert sich die Breite der Nut, ändert sich auch die Lage der Bohrung. In dieser parametrischen Beziehung ist die Nut das sog. „Elternelement“ und die Bohrung das „Kind“ der Nut.



Das Beispiel soll verdeutlichen, wie wichtig es ist, beim Konstruieren darauf zu achten, welche Referenzen einem Konstruktionselement zugewiesen werden.

Die Eltern-Kind-Beziehungen haben ebenfalls Einfluss auf das Löschen von Elementen. Soll die Nut aus dem oberen Beispiel gelöscht werden, muss der Bohrung zuerst eine neue Referenz zugewiesen werden. Gleiches gilt auch für Eltern-Kind-Beziehungen innerhalb und zwischen Baugruppen. Im folgenden Beispiel bestehen keine Eltern-Kind-Beziehungen.

Es ist deshalb ratsam, die Einbaureferenzen von Baugruppenkomponenten im Voraus sorgfältig zu überdenken.



## 3 Grundlagen / Basics

### 3.1 Pro/ENGINEER-Hauptfenster

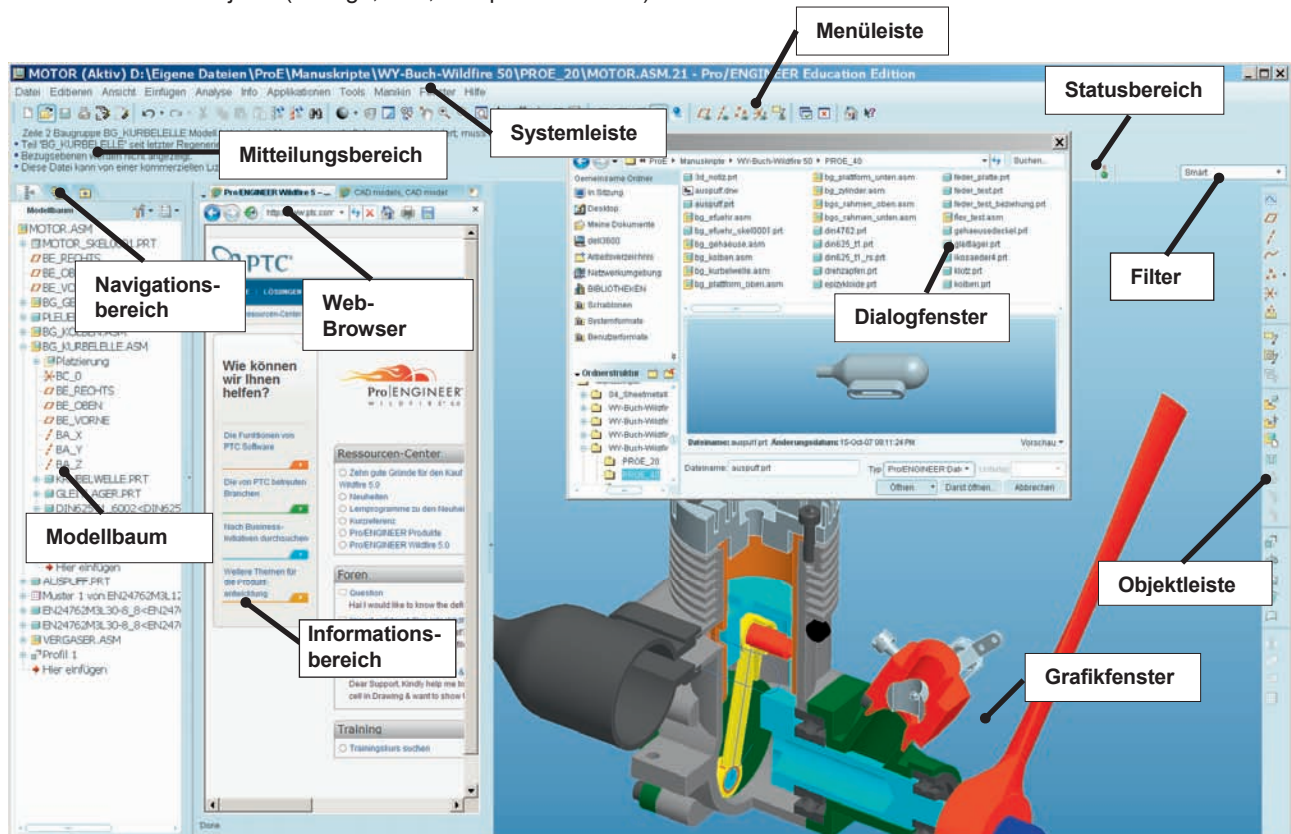
Die Pro/ENGINEER-Benutzeroberfläche besteht aus einem Navigationsbereich oder Modellbaum, einem eingebetteten Web-Browser, der Menüleiste, einer Systemleiste, der KE-Toolleiste mit diversen Tool-Leisten, Mitteilungsbereichen, Dialogfenstern und dem Grafikenfenster.

Das zu bearbeitende Modell steht im Hauptarbeitsfenster. Im Mitteilungsbereich werden Eingabeaufforderungen des Systems, Ihre Tastatureingaben sowie wichtige Pro/ENGINEER-Mitteilungen angezeigt.

In der Menüleiste findet man die wichtigsten Standardbefehle, von denen einige auch in der Systemleiste oder der KE-Toolleiste enthalten sind. Die Systemleiste gehört in der abgebildeten Form (INNEO) nicht zum Standard von Pro/ENGINEER. Sie enthält eine große Zahl von Befehlen der Menüleiste in komprimierter Form als so genannte Mapkeys, die ein beschleunigtes Arbeiten ermöglichen. Da nahezu alle industriellen Installationen vergleichbare Mapkeys verwenden, werden diese von INNEO hier exemplarisch verwendet.

Der Modellbaum stellt die Konstruktionshistorie des aktiven Modells bereit.


Verschiedene Dialogfenster erscheinen je nach Befehl zur Unterstützung der notwendigen Eingaben. Am oberen rechten Rand des Bildschirms kann der Filter des Fangmodus eingestellt werden. Dieser definiert die beim Überfahren mit der Maus zu selektierenden Objekte (Bezüge, KEs, Komponenten usw.).



Der **Navigationsbereich** enthält Registerkarten für den Modellbaum, die Folienstruktur, den Ordner-Browser, die Favoriten, den Verlauf und die Verbindungen.

Der **eingebettete Web-Browser** von Pro/ENGINEER befindet sich rechts neben dem Navigationsfenster. Dieser Standard-Browser bietet Zugriff auf interne oder externe Web-Sites sowie Infodaten, wie z. B. Bauteilinformationen.

Die **Menüleiste** enthält Optionen zum Erzeugen, Speichern und Ändern von Modellen. Hier findet man ebenfalls Menüs zur Konfiguration der Pro/ENGINEER-Umgebung und zum Einstellen der Konfigurationsoptionen. Die Menüleiste kann angepasst werden, indem Befehle hinzugefügt, entfernt, kopiert oder verschoben und Symbole zu Befehlen hinzugefügt oder von Befehlen entfernt werden.

 Menüoptionen, die für den aktuellen Zustand des Fensters oder für das darin dargestellte Objekt oder Element nicht relevant sind, sind nicht verfügbar.

In allen Pro/ENGINEER-Fenstern gibt es einen **Mitteilungs-** und einen **Statusbereich**, in dem Hilfsinformationen angezeigt werden. Außerdem werden Kurzbeschreibungen eingeblendet, wenn die Maus auf Menünamen, Menübefehle, Schaltflächen der Tool-Leiste oder bestimmte Elemente der Dialogfenster positioniert wird.

Im **Mitteilungsbereich** werden alle Mitteilungen angezeigt, die sich unmittelbar auf die im betreffenden Fenster durchgeführten Operationen beziehen. Das Mitteilungsfenster besitzt eine Trennlinie, die es vom grafischen Darstellungsbereich des Fensters abgrenzt. Wenn die Zahl der angezeigten Mitteilungszeilen erhöht oder verringert werden soll, wird der Fensterrahmen in die gewünschte Position gezogen, indem die Maus darauf positioniert und bei gedrückter linker Maustaste bewegt wird.

Weiter Informationen können der PTC-Hilfe entnommen werden.

## 3.2 Menübedienung

### 3.2.1 Befehle der Menüleiste

Die Menüleiste ist jederzeit anwählbar und ermöglicht den Zugriff auf die Hauptbetriebsarten von Pro/ENGINEER und auf andere systembezogene Funktionen:

Datei Editieren Ansicht Einfügen Analyse Info Applikationen Tools Manikin Fenster Hilfe

File Edit View Insert Analysis Info Applications Tools Manikin Window Help


Bei individueller Konfiguration oder der Installation von Zusatztools können zusätzliche Menüpunkte vorhanden sein, über die sich Zusatzfunktionen anwählen lassen.

- Datei / File:** Mit dieser Funktion werden Pro/ENGINEER-Dateien verwaltet. Der Befehl enthält die Standardbefehle zum Öffnen, Erstellen und Löschen von Dateien oder zum Wechseln des Arbeitsverzeichnis, außerdem Befehle zum Zugriff auf Schnittstellen (Drucker, Import, Export) und zum Beenden der Sitzung.
- Editieren / Edit:** In diesem Menü befinden sich Funktionen, die zur Modifizierung des Modells dienen, wie z. B. Löschen, Ändern von Maßwerten, Definitionen und Referenzen. Diese Unterpunkte sind anwählbar, sobald ein Objekt aufgerufen wurde. Außerdem befinden sich hier die Funktionen zur Vorauswahl-Einstellung.
- Ansicht / View:** Mit diesem Menüpunkt wird die Darstellung eines Objekts oder auch des gesamten Systems geändert.
- Einfügen / Insert:** In diesem Menü befinden sich die Funktionen zum Erzeugen der Konstruktionselemente, wie z. B. Körper und Schnitte, Schalen, Bohrungen, Fasen, Rundungen usw.
- Analyse / Analysis:** Hier sind alle Analysefunktionen, wie z. B. Messen, Modellanalyse usw. untergebracht.
- Info:** In diesem Menü erhält man allgemeine Modellinformationen zu den Konstruktionselementen, zur Bauelemente-Stückliste, zum Komponenten-Einbau, zur Modellgröße und zu Eltern-Kind-Beziehungen.
- Applikationen / Applications:** In diesem Menü kann zwischen dem Standardmodus und optionalen Modulen, wie Mechanica (FEM), Cabeling (Kabelmodul), Piping (Rohrmodul), Welding (Schweißmodul), Animation (Bewegungsmodul) usw. gewählt werden.
- Tools:** Hier werden Einstellungen zur Umgebung vorgenommen, die Datei *<config.pro>* wird editiert oder eigene Mapkeys werden erstellt. Des Weiteren hat man hier Zugriff auf die Beziehungen und Parameter der Modelle, Familientabellen können angelegt werden oder auf UDF (engl.: user defined features / benutzerdefinierte Elemente) kann zugegriffen werden.
- Manikin:** Dieser Menübereich enthält Funktionen zur Handhabung von beweglichen menschlichen Modellen. Diese Funktion steht in der Studentenversion nicht zur Verfügung.
- Fenster / Window:** Mit dieser Funktion werden aktuelle Fenster geschlossen, oder es wird zwischen verschiedenen Fenstern gewechselt. Auch neue Fenster können für ein Bauteil geöffnet werden.
- Hilfe / Help:** Dieser Menüpunkt ruft die Online-Hilfe auf.


### 3.2.2 Menü „Datei / File“

Bevor Sie mit dem Modellieren beginnen, sollten Sie sich mit den Speicherfunktionen von Pro/ENGINEER vertraut machen, da diese teilweise vom üblichen Windows-Standard abweichen:



- Pro/ENGINEER sucht alle Dateien im Arbeitsverzeichnis und über konfigurierte Suchpfade (Suchpfade siehe Kap. 3.2.9).
- Neu erzeugte Objekte werden im Arbeitsverzeichnis abgelegt.
- Aufgerufene Objekte werden im Herkunftsverzeichnis abgelegt.

 Wählen Sie zu Beginn der Arbeit zuerst das Arbeitsverzeichnis für das aktuelle Projekt aus oder erzeugen Sie ein neues Arbeitsverzeichnis.

- Abweichend von typischen Windows-Programmen bleibt nach dem Schließen eines Fensters das Objekt weiter im Arbeitsspeicher. Zum Entfernen aus dem Arbeitsspeicher dient der Befehl **Wegnehmen**.
- Der Befehl **Löschen** entfernt Modelle sowohl aus dem Arbeitsspeicher als auch von der Festplatte ohne Verwendung des Windows-Papierkorbes.


 Gelöschte Objekte sind unwiderruflich vernichtet.

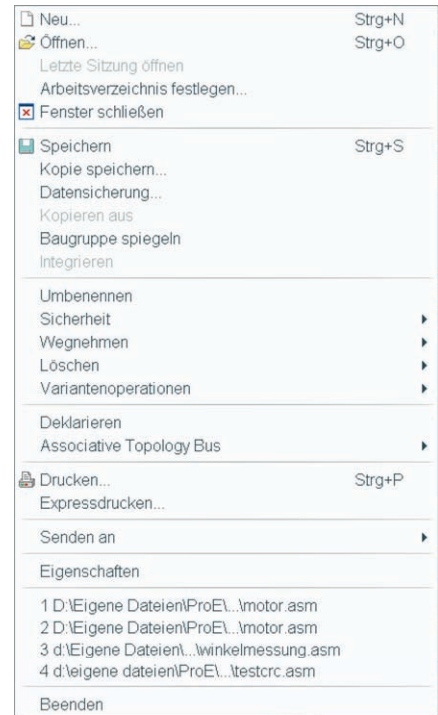
Das Datei-Menü bietet die folgenden Wahlmöglichkeiten:



- Neu / New** : Erstellt ein neues Objekt (Skizze, Teil, Baugruppe, Zeichnung).
- Öffnen / Open** : Öffnet ein vorhandenes Objekt aus dem aktuellen Arbeitsverzeichnis. Alle Objekte im Verzeichnis werden angezeigt. Zur Auswahl eines Objektes kann das Verzeichnis auch gewechselt werden.


Wenn in der Konfigurationsdatei <config.pro> der Schalter **open\_simplified\_rep\_by\_default** auf **yes** gesetzt ist (siehe Kap. 3.2.9), wird man beim Öffnen vorhandener Dateien aufgefordert, den Darstellungstyp zu wählen. Die Darstellungstypen und ihre Verwendung werden in Kap. 16.1 erklärt.




 Öffnen Sie zunächst alle Dateien im Modus „Master-Darstellung“.



- Arbeitsverzeichnis festlegen / Set Working Directory**: Wechselt das aktuelle Arbeitsverzeichnis.
- Fenster schließen / Close Window** : Schließt das aktuelle Fenster. Der Inhalt des Fensters verbleibt im Arbeitsspeicher.
- Speichern / Save** : Speichert ein Objekt auf die Festplatte. Wurde ein Objekt aus einem anderen Verzeichnis aufgerufen, wird es auch wieder dorthin gespeichert.
- Kopie speichern / Save a Copy**: Speichert eine Kopie des aktuellen Objekts unter einem neuen Namen. Das ursprüngliche Objekt bleibt dabei aktiv.
- Datensicherung / Backup**: Kopiert den aktuellen Zustand aller abhängigen Objekte einer Baugruppe in ein zu wählendes Verzeichnis.
- Spiegelteil, Baugruppe spiegeln / Mirror Part , Mirror Assembly**: Es wird ein neues gespiegeltes Teil bzw. eine neue gespiegelte Baugruppe erstellt. Zu allen Komponenten der Baugruppe werden neue gespiegelte Komponenten erstellt.
- Umbenennen / Rename**: Ändert den Dateinamen des aktuellen Objektes in einen neuen Dateinamen. Die Datei kann endgültig auf der Festplatte umbenannt werden oder nur für die Dauer der aktuellen Sitzung.
- Sicherheit / Security**: Das digitale Rechtemanagement (Digital Rights Management, DRM) unterstützt dabei, den Zugriff auf Modelle und Daten zu kontrollieren.
- Wegnehmen / Erase**:  
**Aktuell / Current** : Löscht das aktuelle Teil aus dem Arbeitsspeicher, sofern nicht in einem anderen Fenster verwendet.  
**Nicht dargestellte / Not Displayed** : Entfernt alle nicht dargestellten Teile / Baugruppen aus dem Arbeitsspeicher.
- Löschen / Delete**:  
**Alte Versionen / Old Versions**: Löscht **alle älteren** Versionen eines Objektes von der Festplatte.  
**Alle Versionen / All Versions**: Löscht **alle** Versionen eines Objektes von der Festplatte und aus dem Arbeitsspeicher.


 Den Befehl Löschen/Alle Versionen können Sie nicht rückgängig machen. Wenn Sie beim Löschen die Option „Alle Versionen“ gewählt haben, können Sie auch keinen früheren Stand mehr aufrufen.

- Variantenoperationen / Instance Operations**: Aktiviert ein Menü zur Steuerung von optimierten Variantenaufrufen.
- Deklarieren / Declare**: Erlaubt die Definition und Zuordnung von Steuerdateien (Layouts, Entwürfe).

- Associative Topology Bus:** Funktionen zur Behandlung von importierten Geometrien anderer CAD-Systeme.
- Drucken / Print** : Druckt die Datei auf dem eingerichteten Drucker.
- Expressdrucken / Quick Print:** Standard 3D-Ansichten können direkt gedruckt werden.
- Senden an / Send To:** Ermöglicht das Versenden von Dateien per E-Mail.
- Eigenschaften / Properties:** Ermöglicht den Zugriff auf die Modell- bzw. Baugruppeneigenschaften, wie Toleranzen, Genauigkeiten, Materialien, usw.
- Beenden / Exit:** Beendet die aktuelle Pro/ENGINEER-Sitzung.

### 3.2.3 Dateinamen und Versionen

Grundsätzlich wird von Pro/ENGINEER keine Datei überschrieben, sondern die aktuelle Version wird immer als neue Datei unter demselben Namen mit einer neuen Versionsnummer abgelegt.

 Teil- bzw. Baugruppennamen müssen im Arbeitsumfeld (unternehmensweit) absolut einmalig sein!


Die Regeln zur Namensgebung von Dateien, z. B. die Länge des Dateinamens, die Auswirkung von Groß- und Kleinschreibung usw. sind abhängig vom Betriebssystem. Beachten Sie diese Regeln, bevor Sie Objekte in Pro/ENGINEER speichern. Für gewöhnlich sollten alle Datei- und Verzeichnisnamen klein geschrieben werden. Es dürfen keine Umlaute (ü, ö, ä) oder der Buchstabe ß, keine Sonder-n oder Leerzeichen verwendet werden.

Für die Standarderweiterungen von Dateinamen gilt:

Einzelteildatei	xxxxx.prt.##	prt: part	Zeichnungsdatei	xxxxx.drw.##	drw: drawing
Baugruppendatei	xxxxx.asm.##	asm: assembly	Skizzen-datei	xxxxx.sec.##	sec: section

xxxxx: Dateibezeichner

##: laufende Versionsnummer

 Zeichnungen sollten den gleichen Namen wie die darin enthaltenen Modelle erhalten.

In diesem Buch werden Bauteile mit beschreibenden Dateinamen (Beispiel: *kurbelwelle.prt*) und Unterbaugruppen mit „BG\_“ plus beschreibendem Namen (Beispiel: *BG\_kurbelwelle.asm*) benannt. Die Hauptbaugruppe erhält zur Unterscheidung von Unterbaugruppen keine Vorsetzzeichen. Sie lautet hier: *motor.asm*.

### 3.2.4 Objektmodus wählen

Das Dialogfenster „Neu“, das automatisch bei der Erzeugung eines neuen Objektes aufgerufen wird, ermöglicht den Zugriff auf die Hauptobjektarten von Pro/ENGINEER. Nachfolgende Objektmodi werden in diesem Buch verwendet und erläutert:

#### **Skizze / Sketch**

Skizzen sind 2-dimensionale parametrische Profile, die zur Definition von Form und Größe sowie zur Lokalisierung von Konstruktionselementen verwendet werden.

#### **Teil / Part**

Im Teil-Modus werden Einzelteile modelliert.

#### **Baugruppe / Assembly**

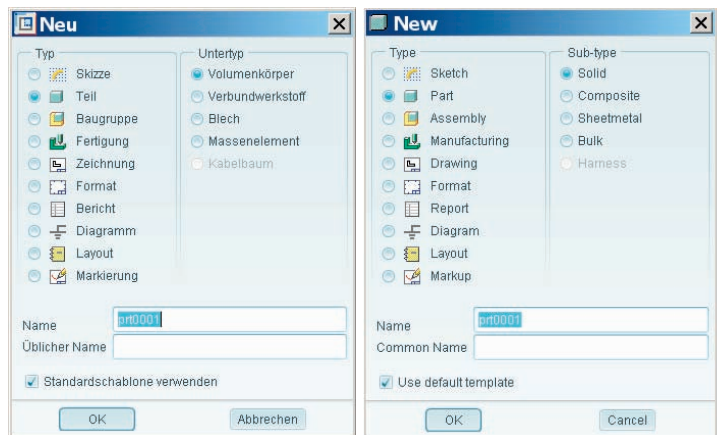
Der Baugruppe-Modus wird benutzt, um bestehende Teile und Unterbaugruppen zu Baugruppen zusammenzubauen.

#### **Zeichnung / Drawing**








Dieser Modus ermöglicht die Erstellung bemaßter 2D-Zeichnungen von Teilen und Baugruppen. In der Zeichnung wird das zuvor erzeugte 3D-Modell in bestimmten Ansichten und Schnitten dargestellt (Abbildung des 3D-Modells). Die Zeichnungsansichten und Maße sind assoziativ zum 3D-Modell; wird z. B. in einer Ansicht ein Maß geändert, werden nach dem Regenerieren alle Ansichten und das 3D-Modell auf den neuesten Stand gebracht. Das Gleiche gilt auch bei Änderungen im 3D-Modell. Beim Erzeugen einer Zeichnung müssen Zeichnungsname und Zeichnungsgröße angegeben werden. Das Format der Zeichnung kann jederzeit geändert werden.


#### **Bericht / Report**



Dieser Modus ermöglicht die Erstellung von assoziativen Berichten, insbesondere Stücklisten. Das Format des Berichtes kann jederzeit geändert werden.





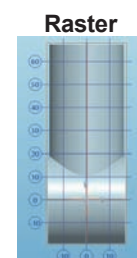
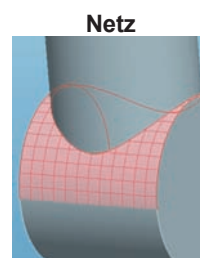
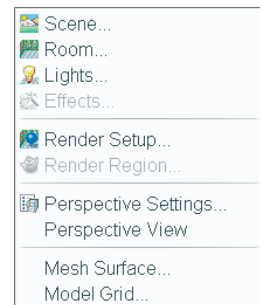
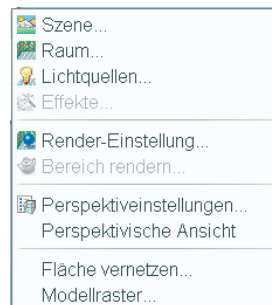
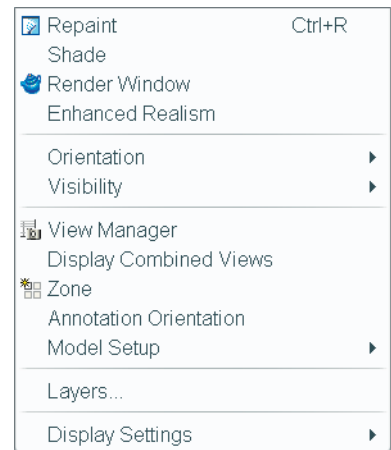
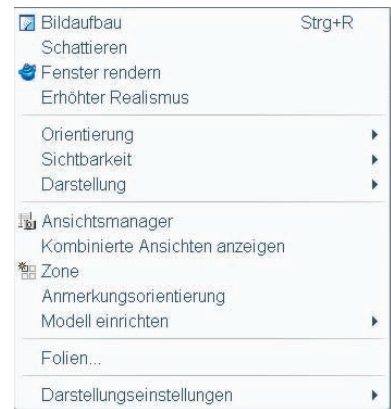
### 3.2.5 Menü „Ansichten / View“

- ❑ **Bildaufbau / Repaint** : Neuzeichnen des Bildschirminhaltes.
- ❑ **Schattieren / Shade** : Stellt das Teil schattiert dar.
- ❑ **Fenster rendern / Render Window** : Rendert den aktuellen Bildschirm entsprechend der vorgegebenen Rendereinstellungen. Jede Änderung des Bildschirms führt zum Löschen des Renderergebnisses.
- ❑ **Erhöhter Realismus / Enhanced Realism** : Aktiviert das Echtzeit-Rendering / Real-Time Rendering entsprechend der vorgegebenen Einstellungen (siehe Darstellungseinstellungen / Display Settings).
- ❑ **Orientierung / Orientation**
  - **Standardorientierung / Standard-Orientation**: Zeigt das Teil in der Standardansicht.
  - **Zurück / Previous** : Zeigt das Teil in der zuvor dargestellten Ansicht.
  - **Neu einpassen / Refit** : Passt das Teil so in den Bildschirm ein, dass alle Elemente sichtbar sind.
  - **Neu orientieren / Reorient** : Erlaubt eine Ausrichtung des Modells einerseits senkrecht zu bestimmten Referenzen (**Über Referenz orientieren**). Dabei wird das Modell durch Anklicken von zwei normal (also unter 90°) zueinander stehenden Flächen ausgerichtet (Beispiel: vorne-oben, unten-links, rechts-oben usw.). Darüber hinaus kann das Modell um eine Achse oder Körperkante oder dynamisch mit der Maus bewegt und gedreht werden (**Dynamisch orientieren**). Siehe hierzu auch Kap. 16.1.6.
- ❑ **Sichtbarkeit / Visibility**: Ermöglicht das Ein- bzw. Ausblenden (Hide / Unhide) einzelner Objekte.

 Hier besteht die Möglichkeit, alle ausgeblendeten Objekte in einem Schritt wieder einzublenden.

- ❑ **Explodieren / Explode** (nur im Modus „Baugruppe“): Einstellungen und Darstellungsformen für eine Explosionsdarstellung einer Baugruppe.
- ❑ **Ansichtsmanger / View Manager** : Öffnet den Ansichtsmanger (siehe Kap. 16.1).
- ❑ **Kombinierte Ansichten anzeigen / Display Combined Views**: Steuert die Darstellung von kombinierten Ansichten (siehe Kap. 16.1).
- ❑ **Zone** : Ermöglicht den Zugriff auf Zonen (siehe Kap. 16.5).

- ❑ **Anmerkungsorientierung / Annotation Orientation**: Definiert die Ausrichtung von 3D-Anmerkungen (siehe Kap. 12.9).
- ❑ **Modell einrichten / Model Setup**: Stellt Werkzeuge zur Render-Darstellung bereit.
  - **Szene / Scene**: Gestaltung der Renderszene
  - **Raum / Room**: Gestaltung des Umgebungsraumes
  - **Lichtquellen / Lights**: Einrichten von Lichtquellen
  - **Render-Einstellungen / Render Setup**: Einrichten der Render-Optionen
  - **Perspektiveinstellungen / Perspective Setting**: Einstellen von Perspektiven
  - **Perspektivische Ansicht / Perspective View** : Aktivieren einer perspektivischen Modellansicht
  - **Fläche vernetzen / Mesh Surface**: Darstellung ausgewählter Flächen als Flächennetz
  - **Modellraster / Model Grid**: Aktivieren eines Modellrasters
- ❑ **Folien / Layers** : Schaltet die Modellbaumdarstellung in die Foliendarstellung um (siehe Kap. 9.5).



### □ Darstellungseinstellungen / Display Settings:

- **Modelldarstellung:** Drahtmodell, verdeckte Kanten, sichtbare Kanten oder schattierte Objekte
- **Bezugsdarstellung:** Ebenen, Achsen, Punkte, Koordinatensysteme ein- bzw. ausblenden
- **Leistung:** Einzelbildrate beim Drehen
- **Sichtbarkeit:** Ermöglicht „Clipp“-Schnitte parallel zur Ansichtslage
- **Systemfarben:** Einstellen der Systemfarben

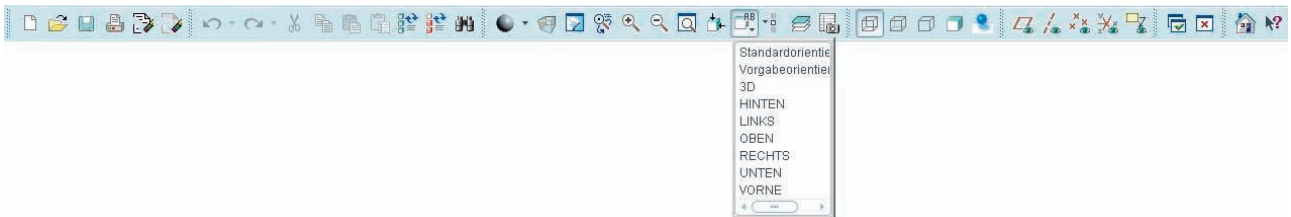
## 3.2.6 Systemleiste

Die Systemleiste ist jederzeit anwählbar und ermöglicht das Ausführen verschiedener Standardbefehle durch einen einzigen Mausklick. Wird der Mauszeiger auf ein Icon der Systemleiste bewegt, erscheint eine Erklärung zu der entsprechenden Funktion.

Wird die Systemleiste mit der rechten Maustaste angeklickt, erscheint ein Untermenü, in dem individuelle Anpassungen vorgenommen werden können. Der Inhalt der Tool-Leiste kann individuell angepasst werden. Es können auch eigene Befehle bzw. Befehlskombinationen (Mapkeys) definiert werden. Daher sind je nach Installation stark variierende Erscheinungsformen der Systemleiste möglich. Änderungen aller Tool-Leisten, insbesondere auch der Systemleiste, werden in der Datei `<config.win>` gespeichert.

Bei einigen Befehlen der Systemleiste können durch Anwählen des daneben liegenden, nach unten gerichteten Pfeils weitere Befehle aufgerufen werden. Standardmäßig enthält die Systemleiste die Befehle Datei, Ansicht, Modelldarstellung, Bezugsdarstellung, Hilfe und Fenster.

Die Menüs können beliebig zusammengestellt werden. Bei Verwendung der Datei `config.win` aus den INNEO Startup TOOLS (Studentenversion) für Wildfire 5.0 sieht die Systemleiste im Teil-Modus wie im Folgenden beschrieben aus. Ohne die Datei `config.win` sind in den Menüleisten einige Funktionen weniger enthalten.



### Beschreibung der Funktionen



#### Datei-Funktionen

(Neu, Öffnen, Speichern, Drucken, aktives Objekt wegnehmen, inaktive Objekte wegnehmen)



#### Bearbeiten-Funktionen

(Rückgängig, letzter Widerruf rückgängig, Ausschneiden, Kopieren, Einfügen, Spezial einfügen, Regenerieren, Suchfunktion)



#### Ansicht-Funktionen

(Farbeffekte, Perspektivische Ansicht, Bildneuaufbau, Orientierungsmodus An/Aus, Zoom +/-, Bildschirm einpassen, Ansichtorientierung, gespeicherte Ansichten, Modellbaumerweiterung, Folienmanager, Ansichtsmanager)



**Gespeicherte Ansichten:** Es stehen vordefinierte Standardansichten zur Verfügung.



#### Darstellungsfunktionen

(Drahtmodell, verdeckte Kanten, sichtbare Kanten, schattierte Objekte, erhöhter Realismus)



#### Bezugsdarstellung

(Ebenen, Achsen, Punkte, Koordinatensysteme, Anmerkungen ein- bzw. ausblenden)



#### Fenster-Funktionen (Fenster aktivieren, Fenster schließen)



**Sonstiges:** (Browser-Home, Kontext-Hilfe: Aufruf der Pro/E-Hilfe zum nächsten anzuwählenden Befehl)