

**Günter Scheuermann**

# **Inventor 2012**

**Grundlagen und Methodik  
in zahlreichen Konstruktionsbeispielen**

3., vollständig überarbeitete Auflage



**HANSER**

<b>BI</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Die Inventor-Story.....	1
1.2	3D-CAD-Begriffe.....	2
1.2.1	3D-Kernel.....	2
1.2.2	3D-Modellverwaltung.....	3
1.2.3	Geometrieelemente.....	4
1.2.4	Kurvenübergänge, Stetigkeiten.....	4
1.3	Einsatzgebiete und Funktionsbereiche.....	5
1.3.1	Einsatzgebiete im Überblick.....	5
1.3.2	Inventor-Module.....	5
1.3.3	Inventor-Versionen und Product Suites.....	6
1.3.4	Inventor-Schnittstellen.....	7
1.3.5	Inventar für Schulen, Schüler und Studenten.....	9
1.3.6	Inventar kostenlos?.....	10
1.4	Hinweise zur Installation.....	10
1.5	Systemvoraussetzungen.....	10
1.5.1	Hardware.....	10
1.5.2	Betriebssysteme.....	11
1.5.3	Sonstige Anforderungen.....	11
1.6	Die DVD zum Buch.....	11
1.7	Resümee.....	12
 <b>B</b>	 <b>Was ist neu?.....</b>	 <b>13</b>
2.1	Bedienung und Effektivität.....	13
2.1.1	Markierungsmenüs.....	13
2.1.2	Mausgesten.....	14
,	2.1.3 Benutzerdefinierte Einstellungen.....	15
	2.1.4 Erweiterte Mini-Werkzeugkästen.....	15
	2.1.5 Dialogfenster.....	16

2.1.6	Auswahlmodus „Andere Auswahl“.....	16
2.1.7	Zeichnungsansichten ausrichten.....	17
2.1.8	Drehung von Zeichnungsansichten mit Skizzen.....	18
2.1.9	Kopieren von iLogic Designs.....	18
<b>2.2</b>	<b>Verbesserte Modellierung.....</b>	<b>19</b>
2.2.1	2D-Skizzen automatisch ausrichten.....	19
2.2.2	Erweiterte Elementnamen.....	20
2.2.3	Variable Abrundungen und Abrundungen spiegeln.....	21
2.2.4	3D-Skizzen durch Projektion erstellen.....	22
2.2.5	Sweeping (Pfad-Extrusion) entlang einer Kante.....	23
2.2.6	Schnittebenen verschieben.....	23
2.2.7	Reparaturwerkzeug für Bauteile.....	24
<b>2.3</b>	<b>Nachhaltigkeit in der Konstruktion.....</b>	<b>25</b>
2.3.1	Werkstoffauswahl.....	25
<b>2.4</b>	<b>Dynamische Simulation.....</b>	<b>27</b>
2.4.1	Markierungsmenüs.....	27
2.4.2	Gelenke beibehalten.....	28
2.4.3	Streckenlasten in der Gestell- oder Rahmensimulation.....	28
<b>2.5</b>	<b>Moldflow, Spritzgussformen, Kunststoffteile.....</b>	<b>29</b>
2.5.1	Übergang vom Bauteil zum „Mold“-Teil.....	29
2.5.2	Formeneinsatz nach Referenzen festlegen.....	30
2.5.3	Export zu Moldflow Insight.....	31
2.5.4	Weitere Moldflow-Neuerungen.....	31
<b>2.6</b>	<b>Das Hilfesystem.....</b>	<b>32</b>
<b>ES</b>	<b>Inventor-Arbeitsbereiche.....</b>	<b>33</b>
3.1	<b>Volumenmodellierer.....</b>	<b>33</b>
3.2	<b>Flächenerstellung.....</b>	<b>34</b>
3.3	<b>Baugruppen.....</b>	<b>34</b>
3.4	<b>Zeichnungsableitung.....</b>	<b>34</b>
3.5	<b>Blechmodul.....</b>	<b>35</b>
3.6	<b>Schweißumgebung.....</b>	<b>35</b>
3.7	<b>Rohre und Kabel.....</b>	<b>36</b>
3.8	<b>Kunststoffteile.....</b>	<b>36</b>
3.9	<b>Werkzeugbau, Moldflow.....</b>	<b>37</b>
3.10	<b>Das Inhaltscenter, Normteilbibliotheken.....</b>	<b>37</b>
3.11	<b>iFeatures und Katalog.....</b>	<b>38</b>
3.12	<b>iMates.....</b>	<b>39</b>
3.13	<b>iParts.....</b>	<b>39</b>
3.14	<b>iLogic.....</b>	<b>39</b>
3.15	<b>iAssemblies.....</b>	<b>40</b>
3.16	<b>iCopy.....</b>	<b>40</b>

3.17	Der Konstruktionsassistent.....	41
3.18	Der Gestell- oder Rahmengenerator.....	41
3.19	Belastungsanalyse.....	42
3.20	Dynamische Simulationen.....	43
3.21	Oberflächenanalysen.....	44
3.22	Messen.....	44
3.23	Präsentation und Animation.....	45
3.24	Inventar Studio.....	46
3.25	Makroprogrammierung.....	46
<b>um</b>	<b>Inventor-Probefahrt - ein Rollenständer.....</b>	<b>47</b>
4.1	Für wen und warum.....	47
4.2	Die Inventor-Probefahrt beginnt.....	47
4.3	Der Rollenständer.....	48
4.4	Das Projekt: Rollenständer.....	49
4.5	Die Baugruppe Ständer.....	50
4.6	Das erste Bauteil, die Grundplatte.....	50
4.6.1	Ein neues Bauteil beginnen.....	50
4.6.2	Skizze erstellen.....	51
4.6.3	Bauteil aus Skizze erzeugen.....	57
4.6.4	Abrunden und anfasen.....	57
4.6.5	Die fertige Grundplatte.....	58
4.7	Die Baugruppe Ständer entsteht.....	59
4.7.1	Eine neue Baugruppe erstellen.....	59
4.8	Das Ständerrohr als neue Baugruppenkomponente erstellen.....	61
4.8.1	Das Rohr entsteht.....	63
4.8.2	Fase und Radius anbringen.....	63
4.8.3	Bearbeitung des Rohres beenden.....	64
4.9	Rippe in der Baugruppe erstellen.....	64
4.9.1	Skizze der Rippe erzeugen.....	65
4.9.2	Die Extrusion der Rippe.....	67
4.9.3	Kanten brechen.....	67
4.9.4	Aus eins mach vier.....	67
4.10	Bauteile verschweißen.....	68
4.10.1	Die Schweißkonstruktion.....	68
4.10.2	Schweißnähte erzeugen.....	69
4.11	Arretierbohrung im Ständerrohr.....	71
4.12	Ständerrohr und Ständer sind fertig.....	74
4.12.1	Fotorealistische Ansicht mit Inventar Studio erstellen.....	75
4.12.2	Fotorealistische Ansicht mit Raytracing erstellen.....	75
4.13	Die Baugruppe Schiebeteil.....	76

<b>4.14</b>	<b>Das Bauteil Schieberohr.....</b>	.76
4.14.1	Arretierbohrungen herstellen.....	.77
<b>4.15</b>	<b>Die Baugruppe Schiebeteil wird erstellt.....</b>	.79
4.15.1	Traverse aus dem Inhaltscenter einfügen.....	.80
4.15.2	Traverse bohren.....	.81
4.15.3	Die Traverse genau platzieren.....	.82
4.15.4	Traverse und Rohr verschweißen.....	.83
4.15.5	Schraube und Muttern einfügen und platzieren.....	.83
<b>4.16</b>	<b>Das Bauteil Rolle.....</b>	.86
<b>4.17</b>	<b>Rolle in die Baugruppe einfügen.....</b>	.88
<b>4.18</b>	<b>Die Baugruppe Rollenständer entsteht.....</b>	.89
<b>4.19</b>	<b>Präsentation und Explosion.....</b>	.92
4.19.1	Eine Präsentation beginnen.....	.92
4.19.2	Komponentenposition ändern.....	.93
4.19.3	Den Splint herausziehen.....	.93
4.19.4	Den Bolzen verschieben.....	.95
4.19.5	Das Schiebeteil nach oben ziehen.....	.96
4.19.6	Animation des Rollenständers.....	.96
<b>4.20</b>	<b>Ende einer Probefahrt.....</b>	.98
<b>18</b>	<b>Programmbedienung.....</b>	99
<b>5.1</b>	<b>Der Programmstart.....</b>	.99
5.1.1	Wichtige Fensterbereiche.....	.100
5.1.2	Die Statusleiste.....	.100
<b>5.2</b>	<b>Ein neues Dokument beginnen.....</b>	.101
5.2.1	Icons und Dateitypen.....	.102
<b>5.3</b>	<b>Die Arbeitsumgebung für ein neues Bauteil.....</b>	.102
5.3.1	Der Fensteraufbau.....	.103
<b>5.4</b>	<b>Programmeinstellungen.....</b>	.106
<b>5.5</b>	<b>Der Objektbrowser.....</b>	.107
5.5.1	Das Bauteilende.....	.107
<b>5.6</b>	<b>Eine bestehende Skizze ändern.....</b>	.107
<b>5.7</b>	<b>Ein Element (Feature) ändern.....</b>	.109
<b>5.8</b>	<b>Bauteileigenschaften, iProperties.....</b>	.110
<b>5.9</b>	<b>Der Befehlsbereich, die Multifunktionsleiste (MFL) und die Markierungsmenüs.....</b>	.114
5.9.1	Darstellungsarten.....	.114
5.9.2	Tooltipps.....	.115
5.9.3	Markierungsmenüs.....	.115
<b>5.10</b>	<b>Ansichten steuern und bearbeiten.....</b>	.117
5.10.1	Zoom und Pan.....	.117
5.10.2	Symbole zum Steuern der Ansicht.....	.118

5.10.3	Freier Orbit, freies Drehen einer Ansicht.....	118
5.10.4	Ausrichten einer Ansicht.....	119
5.10.5	Ausgewählte Objekte zoomen.....	119
5.10.6	Alles zoomen.....	120
5.10.7	Fenster zoomen.....	120
5.10.8	Die Funktionen Nächste und Vorher.....	120
5.10.9	Ansicht verschieben.....	120
5.10.10	DerViewCube.....	120
5.10.11	Das Vollnavigationsrad.....	121
5.10.12	2Schnittdarstellungen.....	121
<b>5.11</b>	<b>Querschnittsanalyse.....</b>	<b>123</b>
5.11.1	Die einfache Darstellung.....	123
5.11.2	Die erweiterte Analysefunktion.....	124
<b>5.12</b>	<b>Ansicht aktualisieren.....</b>	<b>125</b>
<b>5.13</b>	<b>Elemente selektieren.....</b>	<b>126</b>
5.13.1	Mehrere Elemente durch Einzelauswahl selektieren.....	126
5.13.2	Elemente mit Fenster oder Kreuzen selektieren.....	126
<b>5.14</b>	<b>Inventor-Tastaturkürzel.....</b>	<b>127</b>

<b>EI</b>	<b>Die Skizzenerstellung.....</b>	<b>131</b>
6.1	Skizzenarten.....	131
6.1.1	Profilskizzen.....	132
6.1.2	Pfadskizzen.....	132
6.1.3	3D-Skizzen.....	133
6.1.4	Grundsätze der Skizzenerstellung.....	134
<b>6.2</b>	<b>Die Skizzengeometrie.....</b>	<b>135</b>
6.2.1	Standardgeometrie.....	135
6.2.2	Konstruktionsgeometrie.....	135
6.2.3	Mittelliniengeometrie, Mittel- und Skizzierpunkte.....	136
6.2.4	Referenzgeometrie.....	137
6.2.5	Blockgeometrie.....	137
<b>6.3</b>	<b>Die 2D-Abhängigkeiten.....</b>	<b>138</b>
6.3.1	Absolute Abhängigkeiten.....	138
6.3.2	Geometrische Abhängigkeiten.....	139
<b>6.4</b>	<b>Bemaßungsabhängigkeiten.....</b>	<b>140</b>
6.4.1	Die Parametrik des Systems.....	140
6.4.2	Die Bemaßungsfunktion.....	141
6.4.3	Getriebene Bemaßung.....	142
6.4.4	Ausgerichtete Bemaßung.....	142
6.4.5	Toleranzangaben.....	143
6.4.6	Bemaßungsanzeige.....	144

6.5	Maße mit Excel-Tabelle verknüpfen.....	144
6.5.1	Die Excel-Tabelle.....	145
6.5.2	Das Bauteil.....	146
6.5.3	Die Verknüpfung mit der Excel-Tabelle.....	147
6.5.4	Das Ergebnis.....	147
6.5.5	Fazit.....	148
6.6	Automatisch vergebene Abhängigkeiten.....	149
6.7	Abhängigkeiten ein- und ausblenden.....	150
6.7.1	Überbestimmte Abhängigkeiten.....	1 51
6.8	Genaues Positionieren beim Zeichnen.....	152
6.9	Das mehrfache Verwenden einer Skizze.....	152
6.9.1	Innerhalb eines Bauteils.....	152
6.9.2	In anderen Bauteilen/Dokumenten.....	154
6.10	Skizzen importieren.....	154
6.10.1	Die Ableitung.....	154
6.10.2	Von AutoCAD nach Inventar.....	155
6.10.3	Der Weg von 2D-nach 3D-CAD.....	155
6.10.4	Eine DWG-Zeichnung importieren.....	1 56
6.11	Skizzen analysieren.....	157
6.12	3D-Skizze.....	158
6.12.1	Die Stützkonstruktion.....	1 59
6.12.2	Die 3D-Skizze.....	1 60
6.12.3	Das Rohr sweepen.....	162
6.13	3D-Punkte importieren.....	163
6.13.1	Ein Paraboloid.....	163
6.13.2	Oberflächendaten.....	165
6.14	Arbeitselemente.....	166
6.14.1	Der Ursprung.....	1 67
6.14.2	Die Befehlgruppe Arbeitselemente.....	1 67
6.14.3	Die Arbeitsebene.....	167
6.14.4	Die Arbeitsachse.....	168
6.14.5	Ein Arbeitspunkt.....	168
6.14.6	Benutzerdefinierte Koordinatensysteme.....	168
6.15	Tipps zum leichteren Skizzieren.....	170
6.15.1	Befehlwiederholung, Leertaste.....	1 70
6.15.2	Im Skizziermodus die automatischen Abhängigkeiten abschalten.....	1 70
6.15.3	Linienanfang tangential an einem Kreis oder Boden beginnen.....	1 71
6.15.4	Linienanfang lotrecht zu einer anderen Linie.....	1 71
6.15.5	Gedachten Schnittpunkt in einer Skizze verwenden.....	1 71
6.15.6	Die Größe und die Anordnung von Arbeitsebenen ändern.....	172
6.15.7	Die Größe und die Anordnung von Ursprungsebenen ändern.....	1 72
6.15.8	Die Definition von Arbeitsebenen ändern.....	1 72
6.15.9	Skizze voll bestimmen.....	1 73

<i>tm</i>	Bauteile.....	175
7.1	Übersicht.....	175
7.1.1	Bauteile erstellen.....	175
7.1.2	Bauteile bearbeiten.....	177
7.1.3	Hilfsbefehle.....	178
7.2	Extrusion.....	179
7.3	Drehung.....	182
7.4	Biegung, Biegungsteil.....	183
7.5	Erhebung.....	184
7.6	Sweeping.....	187
7.7	Spirale.....	189
7.8	Bohrungen und Innengewinde.....	191
7.9	Außen- und Innengewinde.....	192
7.10	Wandstärke.....	193
7.11	Rippe.....	195
7.12	Abrunden.....	197
7.13	Fasen.....	200
7.14	Flächenbefehle.....	201
7.15	Formen, Körper aus Flächen erstellen.....	202
7.16	Fläche verschieben.....	203
7.17	Flächenverjüngung.....	204
7.18	Teilen, Trennen.....	206
7.19	Fläche löschen.....	207
7.20	Umgrenzungsfläche.....	208
7.21	Fläche heften.....	208
7.22	Fläche ersetzen.....	209
7.23	Verdickung/Versatz.....	210
7.24	Prägen.....	211
7.25	Aufkleber.....	212
7.26	Rechteckige Anordnung.....	213
7.27	Runde Anordnung.....	215
7.28	Element spiegeln.....	216
7.29	iFeatures einfügen.....	217
7.30	Katalog für iFeatures.....	219
7.31	Mit iMates arbeiten.....	220
7.32	Abgeleitete Komponenten.....	221
7.33	iLogic, parametrische Bauteilsteuierung.....	224
<i>yJl</i>	Übung: Bauteile für eine Abziehvorrichtung.....	231
8.1	Das Projekt: Abziehvorrichtung.....	232
8.2	Der Bügel.....	232

8.2.1	Erste Skizze und Extrusion der Führungsschiene.....	232
8.2.2	Zweite Skizze und Extrusion des Zylinders.....	234
8.2.3	Dritte Skizze und Extrusion der Versteifungsrippen.....	236
8.2.4	Abrunden.....	237
8.2.5	Gewindeschneiden.....	238
8.2.6	Fasen.....	239
<b>8.3</b>	<b>Ein Abzieharm.....</b>	<b>239</b>
8.3.1	Acht Skizzen und viele Arbeitsebenen.....	240
8.3.2	Erhebung.....	245
8.3.3	Einspannflächen abflachen.....	246
8.3.4	Bohren.....	246
8.3.5	Konturen abrunden.....	247
8.3.6	Greiffläche abflachen.....	248
<b>8.4</b>	<b>Ein Klemmerteil.....</b>	<b>249</b>
<b>8.5</b>	<b>Die Schraube.....</b>	<b>251</b>
<b>EU</b>	<b>Übung: Mehrteiliges Kunststoffgehäuse.....</b>	<b>253</b>
<b>9.1</b>	<b>Der Ausgangskörper.....</b>	<b>253</b>
<b>9.2</b>	<b>Einen Hohlkörper erzeugen.....</b>	<b>254</b>
<b>9.3</b>	<b>Gehäuse öffnen.....</b>	<b>255</b>
<b>9.4</b>	<b>Gehäuseteile verschieben.....</b>	<b>256</b>
<b>9.5</b>	<b>Vorderteil bearbeiten.....</b>	<b>256</b>
<b>9.6</b>	<b>Lüftungsgitter erzeugen.....</b>	<b>257</b>
<b>9.7</b>	<b>Montageränder als Dichtungslippen anfügen.....</b>	<b>259</b>
<b>9.8</b>	<b>Verschraubungsnoppen erstellen lassen.....</b>	<b>260</b>
<b>9.9</b>	<b>Aus eins mach vier.....</b>	<b>262</b>
<b>9.10</b>	<b>Glasscheibe herstellen und einfügen.....</b>	<b>263</b>
<b>9.11</b>	<b>Scheibe fertigstellen.....</b>	<b>264</b>
<b>9.12</b>	<b>Das fertige Gehäuse.....</b>	<b>265</b>
<b>9.13</b>	<b>Einzelteile separieren.....</b>	<b>265</b>
<b>UÜ</b>	<b>Baugruppen.....</b>	<b>267</b>
<b>10.1</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>267</b>
<b>10.2</b>	<b>Die Freiheitsgrade.....</b>	<b>268</b>
<b>10.3</b>	<b>3D-Abhängigkeiten.....</b>	<b>269</b>
10.3.1	Abhängig machen.....	270
10.3.2	Zusammenfügen.....	277
<b>10.4</b>	<b>Bauteile in eine Baugruppe einfügen.....</b>	<b>278</b>
10.4.1	Mit iMates einfügen.....	278
10.4.2	Fixierte Bauteile.....	279
<b>10.5</b>	<b>Einzelne Bauteile in der Baugruppe bewegen.....</b>	<b>279</b>

10.5.1 Rasterfang.....	280
10.5.2 Verschieben.....	281
10.5.3 Drehen.....	281
<b>10.6 Ein Bauteil in der Baugruppe bearbeiten.....</b>	<b>281</b>
<b>10.7 Ein neues Bauteil in einer Baugruppe erstellen.....</b>	<b>285</b>
<b>10.8 Adaptive Elemente in einer Baugruppe.....</b>	<b>288</b>
10.8.1 Die Welle.....	289
10.8.2 Die Passfeder.....	289
10.8.3 Baugruppe mit adaptivem Bauteil.....	289
10.8.4 Adaptives Ändern.....	290
<b>10.9 iAssemblies, variable Baugruppen.....</b>	<b>290</b>
10.9.1 Bauteile erstellen.....	291
10.9.2 Neue Baugruppe öffnen.....	291
10.9.3 iAssembly erstellen.....	291
10.9.4 iAssemblies anwenden.....	293
10.9.5 Mit Excel bearbeiten.....	294
<b>10.10 iCopy.....</b>	<b>294</b>
10.10.1 Beispiel einer iCopy-Baugruppe.....	295
10.10.2 Rahmenbauteil.....	295
10.10.3 Rahmenbaugruppe.....	295
10.10.4 Rampenbauteil.....	296
10.10.5 Rampenbaugruppe mit iCopy-Elementen.....	297
10.10.6 Gestell erzeugen.....	299
10.10.7 Seitenteile.....	300
<b>10.11 Konturvereinfachung.....</b>	<b>301</b>
<b>III Übung: Die Baugruppe Abziehvorrichtung.....</b>	<b>305</b>
<b>11.1 Die Unterbaugruppe: Abzieharm.....</b>	<b>306</b>
11.1.1 Bauteile anordnen.....	306
11.1.2 Bauteile mit Abhängigkeiten fügen.....	307
11.1.3 Schrauben und Muttern aus dem Inhaltscenter.....	309
<b>11.2 Die Hauptbaugruppe.....</b>	<b>311</b>
<b>ES Übung: Zahnstangenpresse.....</b>	<b>313</b>
<b>12.1 Ein neues Projekt einrichten.....</b>	<b>314</b>
<b>12.2 Das Gestell, der Grundkörper.....</b>	<b>315</b>
12.2.1 Voraussetzung für diese Übung.....	315
12.2.2 Inventor-Funktionen, die bei diesem Bauteil geübt werden.....	315
12.2.3 Die erste Skizze.....	315
12.2.4 Extrusion des Ständers.....	317
12.2.5 Extrusion des Tisches und der Mittelbohrung.....	317

1.2.2.6	Extrusion der beiden Befestigungslaschen (18 mm).....	318
12.2.7	Schwalbenschwanzführung.....	319
12.2.8	Langloch.....	320
12.2.9	Abrundungen.....	321
12.2.10	OT-Nuten.....	321
12.2.11	Tischfläche bearbeiten.....	323
12.2.12	Fasen und Abrundung.....	324
12.2.13	3Aufkleber.....	324
12.3	Die Führungsplatte.....	326
12.4	Das Kopfteil.....	327
12.5	Das Zahnrad.....	329
12.5.1	Die Zahnradberechnung.....	330
12.5.2	Skizze eines Evolventenzahnes.....	331
12.5.3	Die Zahnxtrusion.....	332
12.5.4	Alle Zähne erzeugen.....	332
12.6	Die Zahnstange.....	334
12.6.1	Das Zahnstangenprofil.....	334
12.6.2	Der Grundkörper.....	334
12.6.3	Gewindebohrung und Nase.....	335
12.6.4	Die Verzahnung.....	335
12.7	Die Welle.....	336
12.8	Knebel und Knebelknopf.....	338
12.9	Die Druckplatte.....	339
12.10	Die Abdeckung als Blechteil.....	339
12.10.1	Der Blech-Grundkörper.....	340
12.10.2	Laschen biegen.....	342
12.10.3	Befestigungslöcher bohren.....	343
12.10.4	Die Blechabwicklung.....	344
12.11	Der Zusammenbau der Zahnstangenpresse.....	346
12.11.1	Führung mit Verschraubung.....	347
12.11.2	Kopfteil mit Schrauben und Zylinderstiften.....	349
12.11.3	Zahnstange mit Druckstück.....	349
12.11.4	Welle mit Stirnrad und Distanzbuchse.....	351
12.11.5	Die Übersetzungsfunktion.....	352
12.11.6	Die letzten Schritte des Zusammenbaus.....	353
12.11.7	Bewegung, Kontaktsatz, Kontaktlöser.....	354
12.11.8	Die Bewegungsfunktion der Presse definieren.....	356
<b>Ba</b>	<b>Elektroinstalation im Maschinenbau, die Kabelverlegung.....</b>	<b>359</b>
13.1	Die Bauteile der Kabelbaugruppe.....	359
13.1.1	Die Grundplatte.....	360

13.1.2	Ein Kabelstützpunkt.....	360
13.1.3	Kabelschellen für die Kabelführung.....	361
13.2	Die Kabelbaugruppe.....	361
13.2.1	Kabelklemmen aus dem Inhaltscenter.....	362
13.2.2	Eine Sub-D9-Buchse aus dem Inhaltscenter.....	362
13.3	Die Verkabelung erstellen.....	363
13.3.1	Die Befehle der Kabelumgebung.....	363
13.3.2	Die grundsätzliche Arbeitsweise in der Kabelumgebung.....	364
13.3.3	Kabel erstellen und Pins verbinden.....	364
13.3.4	Segment erstellen und Kabelverlauf festlegen.....	365
13.3.5	Den Kabelbaum erstellen, das Routing.....	367
13.4	Kabelbaum auftrennen und zweites Kabel einziehen.....	368
13.4.1	Kabelbaum verzweigen.....	368
13.4.2	Neues Segment erstellen.....	369
13.4.3	Ein Spleiß als Lötstützpunkt.....	369
13.4.4	Einzelne Drähte definieren.....	370
	13.4.5 Routing von Hand durchführen.....	371
<b>HII</b>	<b>Übung: Bügeiflasche.....</b>	<b>373</b>
14.1	Der Flaschenkörper.....	374
14.1.1	Prägung am unteren Flaschenrand.....	375
14.1.2	Vertiefungen für den Bügelverschluss.....	375
14.1.3	Braunes Glas erzeugen.....	377
14.2	Der Verschluss.....	378
14.3	Der Drahtbügel.....	379
14.4	Der Bügel.....	381
14.4.1	Erstes Teilstück.....	381
14.4.2	Zweites Teilstück: eine Spirale.....	381
14.4.3	Drittes Teilstück: der Bügel.....	382
14.5	Die Gummidichtung.....	383
14.6	Die Etiketten als eigene Bauteile.....	384
14.7	Die Baugruppe.....	386
<b>Eu</b>	<b>Belastungsanalyse mit FEM.....</b>	<b>387</b>
15.1	Beispiel einer FE-Analyse.....	388
15.1.1	Das Bauteil.....	388
15.1.2	Material zuweisen.....	388
15.1.3	Einspann- und Belastungsbereiche festlegen.....	389
15.2	Die Simulation vorbereiten.....	391
15.2.1	Neue Simulation erstellen.....	391
15.2.2	Die Netzanalyse.....	393

15.2.3	Lokale Netzsteuerung.....	394
15.2.4	Das Bauteil einspannen.....	395
15.2.5	Die Belastung.....	397
15.3	<b>Die erste Simulation mit einer Zugkraft.....</b>	398
15.3.1	Von-Mises-Spannung, Hauptspannungen.....	398
15.3.2	Verschiebung, Verformung.....	399
15.3.3	Sicherheitsfaktor und Materialzuweisung.....	399
15.4	<b>Die zweite Simulation mit einer Biegebeanspruchung.....</b>	401
15.4.1	Maxima und Minima ermitteln.....	401
15.4.2	Werteverlauf prüfen.....	402
15.5	<b>Eine Torsionsbeanspruchung durch ein Drehmoment.....</b>	402
15.6	<b>Bericht einer Analyse.....</b>	403
15.7	<b>Vertrauen ist gut, Nachdenken ist besser!</b> .....	404
15.7.1	Beulen und Knicken.....	405
15.7.2	Temperatureinflüsse.....	405
15.7.3	Grenzen der GEH.....	406
15.7.4	FEM-Genauigkeit.....	406
<i>TM</i>	<b>Index.....</b>	407