

# HANSER



## Leseprobe

zu

## **Inventor 2019** Grundlagen und Methodik in zahlreichen Konstruktionsbeispielen

6., vollständig überarbeitete Auflage

von Patrick Klein  
Thorsten Tietjen, Günter Scheuermann

ISBN (Buch): 978-3-446-45513-9

ISBN (E-Book): 978-3-446-45713-3

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45513-9>

sowie im Buchhandel  
© Carl Hanser Verlag, München

# Inhalt

<b>TEIL I – Learning by Doing</b> .....	1
<b>1 Einführung</b> .....	3
1.1 Der Aufbau dieses Buches .....	4
1.2 Installation von Inventor .....	5
<b>2 Grundlagen der Programmbedienung</b> .....	7
2.1 Die Arbeitsumgebung für ein neues Bauteil .....	9
2.1.1 Strukturbaum (Objekt-Browser) .....	10
2.1.2 Die Statusleiste .....	11
2.1.3 Multi-Funktionsleiste (MFL) .....	12
2.2 Ansichten steuern und bearbeiten .....	12
2.2.1 Zoom und Pan .....	12
2.2.2 Der ViewCube .....	13
2.2.3 Funktionsleiste zum Steuern der Ansicht .....	13
2.2.3.1 Freier Orbit, freies Drehen einer Ansicht .....	14
2.2.3.2 Zoomen .....	14
2.3 Modellansichten aktualisieren .....	15
2.4 Elemente auswählen bzw. markieren .....	17
2.5 Das Kontextmenü (rechte Maustaste) .....	18
<b>3 Inventor-Probefahrt – ein Rollenständer</b> .....	19
3.1 Für wen und warum .....	19
3.2 Das Produkt »Rollenständer« .....	20
3.3 Ein Projekt erstellen .....	21
3.4 Die Baugruppe »Ständer« erstellen .....	22
3.5 Bauteil »Grundplatte« erstellen .....	23
3.5.1 Mit der Konstruktion eines Bauteils starten .....	23
3.5.2 Eine 2D-Skizze für die »Grundplatte« erstellen .....	24

3.5.2.1	Konzentrische Kreise erstellen .....	24
3.5.2.2	Linien in radialer Anordnung erzeugen .....	25
3.5.2.3	Linien bis zum Kreisrand stützen .....	27
3.5.2.4	Abhängigkeiten kontrollieren und neu vergeben .....	27
3.5.2.5	Bemaßen der aufgespannten Winkel .....	29
3.5.2.6	Segmente vervielfältigen und Muster verwenden .....	29
3.5.2.7	Skizze beenden .....	30
3.5.3	3D-Bauteil aus der Skizze durch Extrusion erzeugen .....	31
3.5.4	Abrunden und Anfasen der Bauteilkanten .....	31
3.5.5	Nut (Langloch) für die Rippen einbringen .....	33
3.5.6	Nuten vervielfältigen (Muster verwenden) .....	36
3.5.7	Auswahl eines Materials für die fertige Grundplatte .....	36
3.6	Die Baugruppe »Ständer« erstellen .....	39
3.7	Neue Baugruppenkomponenten im Kontext einer Baugruppe anlegen ..	41
3.8	Die Rippe in der Baugruppe erstellen .....	48
3.8.1	Die Extrusion der Rippe .....	51
3.8.2	Zapfen an den Enden der Rippe anbringen .....	51
3.8.3	Vervielfältigen der Rippe auf Komponentenebene .....	53
3.9	Ein Bauteil nachträglich weiterbearbeiten .....	53
3.10	Eine fotorealistische Ansicht erzeugen .....	57
3.11	Die Baugruppe »Schiebeteil« .....	58
3.12	Das Schieberohr konstruieren .....	58
3.13	Anlegen der Baugruppen-Datei (.iam) »Schiebeteil« .....	61
3.14	Konstruieren rotationssymmetrischer Teile .....	65
3.15	Bohrungen in die Traverse einbringen .....	69
3.16	Einfügen von Normteilen (Schrauben und Muttern) .....	72
3.17	Erstellen des Bauteils »Rolle« als Drehteil .....	76
3.18	Die Baugruppe »Schiebeteil« vervollständigen .....	79
3.19	Der »Rollenständer« wird zusammengebaut .....	80
3.20	Ableiten von Zeichnungen und Präsentationen .....	84
3.20.1	Die Einzelteilzeichnung .....	84
3.20.2	Eine Explosionsdarstellung erstellen .....	90
3.20.3	Die Zeichnung mit einer Stückliste ergänzen .....	92
3.21	Fazit .....	93
<b>TEIL II – Anwendungsbereiche und Funktionen .....</b>		<b>95</b>
<b>4</b>	<b>Skizzen und Arbeitselemente .....</b>	<b>97</b>
4.1	Arbeitselemente .....	97
4.1.1	Die Ursprungsgeometrie .....	98
4.1.2	Die Befehlsgruppe Arbeitselemente .....	99
4.1.3	Koordinatensysteme .....	102
4.2	Grundsätze einer Skizzenerstellung .....	103

4.3	<b>Skizzenumgebung öffnen</b>	105
4.4	<b>Einstellungen für das Arbeiten mit Skizzen</b>	106
4.5	<b>2D-Skizzen</b>	110
4.5.1	Profilskizzen	110
4.5.2	Pfadskizzen	111
4.6	<b>Die Geometrieelemente der Skizze</b>	111
4.6.1	Standardlinien	112
4.6.2	Konstruktionslinien	112
4.6.3	Mittellinien, Mittel- und Skizzierpunkte	113
4.6.4	Spline, Ellipse, Rechteck, Langloch und weitere Skizzenelemente	113
4.6.5	Text in Skizzen einfügen	116
4.6.6	Linien umformatieren	116
4.6.7	Geometrie projizieren – Referenzgeometrien	117
4.6.8	Muster – mehrfache Anordnung von Elementen	119
4.6.8.1	Rechteckige Anordnung	119
4.6.8.2	Runde Anordnung	120
4.6.8.3	Spiegeln	121
4.6.9	Blockgeometrie	121
4.7	<b>Genaueres Positionieren beim Zeichnen</b>	122
4.8	<b>Elemente in Skizzen bemaßen</b>	122
4.8.1	Ausgerichtete Bemaßung	123
4.8.2	Getriebene Bemaßung	123
4.8.3	Toleranzangaben	124
4.8.4	Bemaßungsanzeige	125
4.9	<b>2D-Abhängigkeiten in Skizzen erstellen</b>	126
4.9.1	Absolute Abhängigkeiten	126
4.9.2	Geometrische Abhängigkeiten	127
4.10	<b>Automatisch vergebene Abhängigkeiten</b>	127
4.11	<b>Abhängigkeiten ein- und ausblenden</b>	129
4.12	<b>Konturen in Skizzen ändern</b>	130
4.12.1	Verschieben, Kopieren und Drehen	131
4.12.2	Stutzen, Dehnen und Trennen	132
4.12.3	Skalieren, Gestreckt und Versatz	133
4.12.4	Rundung und Fasen	134
4.13	<b>Maße mit Formeln oder Wertetabellen verknüpfen</b>	134
4.13.1	Die Parametrik des Systems	134
4.13.2	Maße mit Formeln verknüpfen	135
4.13.3	Maße mit einer Wertetabelle verknüpfen	136
4.13.3.1	Erstellen und Verknüpfen der Wertetabelle	138
4.13.3.2	Steuern des CAD-Modells über die Tabelle	139
4.14	<b>Mehrfache Skizzenverwendung</b>	141
4.14.1	Verwendung in anderen Bauteil-Dateien	141
4.14.2	Mehrfachverwendung innerhalb eines Bauteils	141
4.14.3	Die Skizzen-Ableitung aus anderen Bauteilen	142

4.15	3D-Skizzen	143
4.15.1	Eine Stützkonstruktion erstellen	145
4.15.2	3D-Skizze erstellen	147
4.15.3	Querschnitt entlang einer 3D-Skizze aufziehen	148
4.15.4	Schnittkurven, Silhouettenkurven und Projektionen in 3D-Skizzen	150
4.16	3D-Punktwolke importieren	151
<b>5</b>	<b>Bauteile</b>	153
5.1	Bauteiltypen	153
5.1.1	Standard-Bauteile	153
5.1.2	Blechbauteile, Schweißbauteile und Formenbau (Mold Design)	155
5.1.3	Flächen und Hüllkörper	156
5.2	Grundkörper erstellen	157
5.3	Freiformkörper	158
5.3.1	Freiform erzeugen	158
5.3.2	Freiform ändern	159
5.4	Bauteile erstellen	162
5.4.1	Extrusion	162
5.4.2	Drehung	165
5.4.3	Erhebung	166
5.4.4	Sweeping	169
5.4.5	Rippe	171
5.4.6	Spirale	174
5.4.7	Prägen	175
5.4.8	Aufkleber	176
5.4.9	Abgeleitete Komponenten	177
5.5	Bauteile ändern	180
5.5.1	Bohrungen und Innengewinde	180
5.5.2	Rundung, Abrunden	183
5.5.3	Fasen	185
5.5.4	Wandung, Wandstärke	186
5.5.5	Flächenverjüngung	188
5.5.6	Außen- und Innengewinde	189
5.5.7	Kombinieren	190
5.5.8	Verdickung/Versatz	190
5.5.9	Teilen, Trennen	192
5.5.10	Direkt, Direktbearbeitung	193
5.5.11	Fläche löschen	196
5.5.12	Verschieben und Drehen (von Körpern)	197
5.5.13	Biegungsteil, Biegung	198
5.5.14	Objekt kopieren	199

<b>5.6</b>	<b>Flächenbefehle</b> .....	200
5.6.1	Fläche heften .....	200
5.6.2	Umgrenzungsfläche .....	201
5.6.3	Formen, Körper aus Flächen erstellen .....	202
5.6.4	Regelfläche .....	203
5.6.5	Stutzen .....	204
5.6.6	Dehnen .....	205
5.6.7	Fläche ersetzen .....	205
5.6.8	Körper reparieren .....	206
5.6.9	Netzfläche einpassen .....	206
<b>5.7</b>	<b>Muster</b> .....	207
5.7.1	Rechteckige Anordnung .....	207
5.7.2	Runde Anordnung .....	209
5.7.3	Element spiegeln .....	209
5.7.4	Skizzenbasiertes Muster .....	210
<b>5.8</b>	<b>Einem Bauteil ein Material zuweisen</b> .....	211
<b>5.9</b>	<b>Adaptive Bauteile</b> .....	213
5.9.1	Adaptive Bauteile durch unbestimmte Parameter .....	214
5.9.2	Adaptive Bauteile durch projizierte Geometrien .....	215
<b>6</b>	<b>Baugruppen</b> .....	217
<b>6.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	217
<b>6.2</b>	<b>Freiheitsgrade eines Bauteils</b> .....	218
<b>6.3</b>	<b>Abhängigkeit und Verbindungen</b> .....	220
<b>6.4</b>	<b>Freiheitsgrade durch Abhängigkeit eliminieren</b> .....	220
6.4.1	Abhängigkeit, Typ Passend .....	222
6.4.2	Abhängigkeit, Typ Winkel .....	224
6.4.3	Abhängigkeit, Typ Tangential .....	225
6.4.4	Abhängigkeit, Typ Einfügen .....	226
6.4.5	Abhängigkeit, Typ Symmetrie .....	227
6.4.6	Ergänzende Angabe, Versatz oder Winkel .....	227
6.4.7	Abhängigkeiten kombinieren .....	227
<b>6.5</b>	<b>Verbindung(en) erzeugen</b> .....	228
<b>6.6</b>	<b>Zusammenfügen</b> .....	231
<b>6.7</b>	<b>Abhängigkeiten: Sichtbarkeit und Bewegen</b> .....	232
6.7.1	Beziehungen ein- bzw. ausblenden .....	232
6.7.2	Bewegungen ausführen .....	233
<b>6.8</b>	<b>Bauteile in eine Baugruppe einfügen</b> .....	234
6.8.1	Platzieren ohne Optionen .....	235
6.8.2	Platzieren mit Lageveränderung .....	235
6.8.3	Platzieren als fixiertes Bauteil .....	236
6.8.4	Bauteile mit iMates einfügen .....	237

6.8.5	Bauteile fixieren .....	238
6.8.6	Mehrere identische Kopien eines Bauteils nach Mustern gleichzeitig einfügen .....	238
<b>6.9</b>	<b>Einzelne Bauteile in einer Baugruppe bewegen .....</b>	<b>239</b>
6.9.1	Freie Verschiebung .....	240
6.9.2	Freie Drehung .....	240
6.9.3	Rasterfang .....	240
<b>6.10</b>	<b>Bauteile im Kontext einer Baugruppe bearbeiten .....</b>	<b>242</b>
<b>6.11</b>	<b>Ein neues Bauteil in einer Baugruppe erstellen .....</b>	<b>246</b>
<b>6.12</b>	<b>Änderungen an adaptiven Elementen einer Baugruppe .....</b>	<b>250</b>
<b>6.13</b>	<b>Darstellungen, Ansichten, Position, Detailgenauigkeit .....</b>	<b>253</b>
6.13.1	Ansicht .....	254
6.13.2	Position .....	255
6.13.3	Detailgenauigkeit (LOD) .....	255
<b>6.14</b>	<b>Vereinfachung von Baugruppen .....</b>	<b>256</b>
6.14.1	Ersatz für Konturvereinfachung (Detailgenauigkeit) .....	260
6.14.2	Ansicht vereinfachen .....	261
6.14.3	Hüllen definieren .....	262
6.14.4	Vereinfachtes Bauteil erstellen .....	263
<b>6.15</b>	<b>Die Befehlsgruppe Produktivität .....</b>	<b>264</b>
<b>7</b>	<b>Zeichnungsableitung .....</b>	<b>267</b>
<b>7.1</b>	<b>Einzelteil- und Gesamtzeichnungen .....</b>	<b>267</b>
<b>7.2</b>	<b>Arbeiten mit Zeichnungsnormen .....</b>	<b>268</b>
7.2.1	Normenauswahl im Startfenster .....	268
7.2.2	Anpassen von Zeichnungsvorlagen .....	268
<b>7.3</b>	<b>Arbeitsblatt, Zeichnungsrahmen und Schriftfeld .....</b>	<b>270</b>
7.3.1	Blattformate .....	270
7.3.2	Zeichnungsrahmen .....	271
7.3.3	Schriftfeld .....	271
<b>7.4</b>	<b>Layer und Linienstil .....</b>	<b>274</b>
<b>7.5</b>	<b>Zeichnungsansichten .....</b>	<b>277</b>
7.5.1	Erstansicht .....	278
7.5.2	Parallele und isometrische Ansichten .....	280
7.5.3	Hilfsansicht .....	282
7.5.4	Schnittansicht .....	282
7.5.5	Detailansicht .....	284
7.5.6	Überlagerung .....	284
7.5.7	Nagelbrettansicht .....	284
7.5.8	Entwurfsansicht .....	284
<b>7.6</b>	<b>Ansicht ändern .....</b>	<b>285</b>
7.6.1	Lösen, Unterbrochene Ansicht .....	285

7.6.2	Ausschnitt – Ausbruch .....	285
7.6.3	Aufgeschnittene Ansicht .....	287
7.6.4	Zuschneiden .....	287
<b>7.7</b>	<b>Skizze erstellen .....</b>	<b>288</b>
<b>7.8</b>	<b>Neues Blatt, Ansichten auf mehreren Blättern .....</b>	<b>288</b>
<b>7.9</b>	<b>Zeichnung mit Anmerkung versehen .....</b>	<b>289</b>
7.9.1	Mittellinien .....	289
7.9.2	Zeichnungen bemaßen .....	291
7.9.3	Bemaßungen einfügen .....	292
7.9.3.1	Durchmesser-Bemaßungen .....	293
7.9.3.2	Bemaßung mit »gedachten« Schnittpunkten .....	294
7.9.3.3	Bemaßungsstil während der Bemaßung ändern .....	295
7.9.3.4	Genauigkeit und Toleranzen angeben und einstellen .....	295
7.9.4	Bemaßungen ändern .....	297
7.9.5	Bemaßungen verschieben .....	298
7.9.6	Tabellen, Revisionstabellen, Bohrungstabellen einfügen .....	298
7.9.7	Modellbemaßung .....	299
<b>7.10</b>	<b>Baugruppenzeichnungen .....</b>	<b>300</b>
7.10.1	Baugruppenzeichnung erzeugen .....	300
7.10.2	Schnittansichten in Baugruppenzeichnungen .....	300
7.10.3	Zeichnungsansichten um Positionsnummern ergänzen .....	301
7.10.3.1	Positionsnummernvergabe »von Hand« .....	301
7.10.3.2	Automatische Positionsnummernvergabe .....	301
7.10.3.3	Positionsnummern ändern .....	303
7.10.4	Teileliste, Stückliste erzeugen und einfügen .....	304
7.10.5	Stückliste bzw. Bauteilliste bearbeiten .....	305
<b>8</b>	<b>Modell-, Zeichnungs- und Präsentationsaufbereitung .....</b>	<b>307</b>
<b>8.1</b>	<b>Präsentation und Animation .....</b>	<b>307</b>
8.1.1	Eine Präsentation beginnen .....	308
8.1.2	Komponentenpositionen ändern .....	309
8.1.3	Kamera erfassen (Zoom und Sichtachse einstellen) .....	310
8.1.4	Aufzeichnungen als Videosequenz speichern .....	312
<b>8.2</b>	<b>Zeichnungsableitung aus der Präsentationsumgebung .....</b>	<b>314</b>
<b>8.3</b>	<b>Bauteile mit 3D-Anmerkungen versehen .....</b>	<b>318</b>
<b>8.4</b>	<b>Material- und Darstellungsbibliothek .....</b>	<b>324</b>
8.4.1	Der Materialien-Browser .....	325
8.4.2	Mit Materialien und Darstellungen arbeiten .....	327
8.4.3	Eigene Bibliothek(en) mit neuen Materialien erstellen .....	330
<b>8.5</b>	<b>Inventor Studio – Rendering .....</b>	<b>334</b>

<b>9</b>	<b>Datenaustausch</b> .....	343
9.1	Import von Bauteilen und Baugruppen .....	343
9.2	Import in und Export von Skizzen .....	347
9.3	Export .....	348
9.4	Import und Export von Parametern .....	350
<b>10</b>	<b>Konstruktionsassistenten</b> .....	351
10.1	Befestigung, Feder und Berechnung .....	351
10.1.1	Wellen-Generator .....	353
10.1.2	Lager-Generator .....	357
10.1.3	Riementrieb-Generator .....	359
10.1.4	Keilverbindung (Welle-Nabe-Verbindung) .....	362
10.1.5	Kurvenscheiben-Generator .....	364
10.1.6	Schraubverbindung .....	366
10.1.7	Weitere Konstruktionsassistenten .....	368
10.2	Gestell- und Rahmen-Generator .....	371
10.2.1	Konstruktiver Aufbau eines Gestells .....	372
10.2.2	Gestellanalyse .....	376
10.3	Material-Impact-Analyse/Eco Materials Adviser .....	380
<b>11</b>	<b>Konstruktionsautomatisierung</b> .....	385
11.1	Normteilibibliothek – Inhaltscenter .....	385
11.1.1	Eigene Bibliotheken anlegen .....	387
11.1.2	Eigene Bauteilfamilien in Bibliotheken anlegen .....	388
11.2	Vordefinierte Bauteilabhängigkeiten: iMates .....	389
11.2.1	Erstellen von iMates .....	390
11.2.2	Positionierung mit iMates .....	390
11.3	Teilefamilien: iParts .....	391
11.4	Baugruppenfamilien: iAssemblies .....	393
11.5	Nutzerdefinierte Features – iFeatures .....	396
11.6	Regeln und Formulare: iLogic .....	399
11.6.1	Formular erstellen .....	400
11.6.2	Regel erstellen .....	401
11.6.3	iLogic-Komponente verwenden .....	403
11.7	Intelligente Kopien – iCopies .....	404
11.7.1	Generieren von iCopy-Vorlagen .....	404
11.7.2	iCopy-Komponente verwenden .....	408
11.8	Programmerweiterung über VBA und APIs .....	411

<b>12</b>	<b>Prüf- und Analysewerkzeuge</b>	413
12.1	Messen	413
12.2	Oberflächenanalysen	417
12.3	Dynamische Schnittdarstellungen	419
12.4	Dynamische Simulation	421
12.5	Belastungsanalyse (FEM)	427
<b>TEIL III – Arbeitsbereiche und Übungen</b>		437
<b>13</b>	<b>Inventor-Arbeitsbereiche</b>	439
13.1	Schweißumgebung	439
13.2	Rohre und Leitungen	445
13.2.1	Erstellen einer zu verrohrenden Baugruppe	446
13.2.2	Rohre und Leitungen erstellen	448
13.3	Kabel und Kabelbäume	457
13.3.1	Bauteile einer Kabelbaugruppe	458
13.3.2	Verkabelung erstellen	460
13.3.3	Segment erstellen und Kabelverlauf festlegen	462
13.3.4	Routen – Kabel zu einem Kabelbaum zusammenfassen	464
13.3.5	Weitere Bearbeitungsfunktionen	464
13.4	Formenbau (Werkzeugbau)	465
13.4.1	Bauteil-Negativform über die Baugruppenumgebung erzeugen	465
13.4.2	Starten der Umgebung für den Formenbau	468
13.5	Blechmodul	476
13.5.1	Funktion Lasche	479
13.5.2	Löcher bohren bzw. stanzen	482
13.5.3	Blechabwicklung	482
13.6	Kunststoffteile	485
13.6.1	Aufbau von Kunststoffteilen auf Basis eines Mehrfachbauteils (Multipart)	485
13.6.2	Lüftungsöffnung (-gitter) erzeugen	487
13.6.3	Lippe (Montageränder, Dichtungslippen)	489
13.6.4	Schnappverschluss erzeugen	491
13.7	3D-Drucken	493
<b>14</b>	<b>Übung: Zahnstangenpresse</b>	497
14.1	Projekt »Zahnstangenpresse« anlegen	498
14.2	Konstruktion des Grundkörpers (Gestell)	498
14.2.1	Konstruktive Umsetzung der zu bearbeitenden Flächen am Ständer	502
14.2.2	Konstruktive Umsetzung der zu bearbeitenden Flächen am Pressentisch	505
14.2.3	Bearbeitung der Tischfläche	507
14.2.4	Mit Fasen und Abrundungen das Bauteil fertigstellen	509

14.3	Führungsplatte .....	511
14.4	Kopfteil .....	512
14.5	Zahnrad und Zahnstange .....	514
14.6	Welle .....	519
14.7	Knebel und Knebelknopf .....	521
14.8	Druckplatte .....	521
14.9	Abdeckblech .....	522
14.9.1	Grundkörper .....	522
14.9.2	Laschen anbringen .....	525
14.9.3	Befestigungslöcher einbringen .....	526
14.9.4	Blechabwicklung .....	527
14.10	Baugruppen der Zahnstangenpresse .....	528
14.10.1	Zahnstange mit Druckplatte .....	528
14.10.2	Welle mit Stirnrad und verschiedenen Normteilen .....	530
14.10.3	Knebelstange .....	531
14.10.4	Gestell mit den Führungselementen .....	532
14.11	Zusammenbau der Zahnstangenpresse .....	536
14.12	Bewegungsfunktion der Presse .....	540
<b>15</b>	<b>Übung: Bügelflasche .....</b>	<b>543</b>
15.1	Flaschenkörper .....	543
15.1.1	Prägung am unteren Flaschenrand anbringen .....	545
15.1.2	Vertiefungen für den Bügelverschluss .....	546
15.1.3	»Braunes Glas« erzeugen .....	547
15.2	Verschluss .....	549
15.3	Drahtbügel für den Verschluss .....	550
15.4	Drahtbügel für den Schließmechanismus .....	551
15.4.1	Erstes Teilstück: Halterung am Flaschenkörper .....	551
15.4.2	Zweites Teilstück: Spirale .....	552
15.4.3	Drittes Teilstück: Betätigungsbügel .....	553
15.5	Gummidichtung .....	555
15.6	Etikett .....	556
15.7	Zusammenbau .....	558
<b>16</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>561</b>
16.1	3D-CAD-Begriffe .....	561
16.1.1	3D-Kernel .....	561
16.1.2	3D-Datenmodelle .....	562
16.1.3	Geometrielemente .....	562
16.1.4	Kurvenübergänge, Stetigkeiten .....	563
16.2	Inventor-Module .....	563

<b>16.3</b>	<b>Tastaturkurzbefehle/Hotkeys (Auszug)</b> .....	564
16.3.1	Funktionstasten .....	564
16.3.2	Werkzeuge .....	564
16.3.3	Allgemein .....	565
16.3.4	Bauteilumgebung .....	565
16.3.5	Baugruppenumgebung .....	566
16.3.6	Zeichnungsumgebung .....	566
<b>Index</b>	.....	567

## ■ 1.1 Der Aufbau dieses Buches

Dieses Buch soll sich an alle Anwendergruppen gleichermaßen richten. Unabhängig von Ihren Vorkenntnissen können Sie mit diesem Buch den sicheren Umgang mit Autodesk Inventor erlernen. Mit den vorgestellten Übungen können Sie Ihre Kenntnisse vertiefen und als erfahrener Anwender gezielt Anwendungsbereiche und Funktionen nachschlagen.

Das Buch gliedert sich dementsprechend in drei Teile.

**Teil I – Learning by Doing:** In diesem Teil wird eine kurze Einführung mit den notwendigen Grundinformationen gegeben. Dann geht es Schritt für Schritt in das Erzeugen eines Produkts, das aus verschiedenen Bauteilen (Komponenten) besteht. Die hierfür benötigten Funktionen werden über die Multi-Funktionsleiste vorgestellt.

**Teil II – Anwendungsbereiche und Funktionen:** Dieser Teil des Buches stellt das typische Nachschlagewerk dar. Hier wird auf die grundlegenden und möglichen Arbeitsbereiche eingegangen, wobei angemerkt werden muss, dass es aufgrund der unzähligen Möglichkeiten eines 3D-CAD-Systems nahezu unmöglich ist, detailliert auf alle Punkte einzugehen.

**Teil III – Arbeitsbereiche und Übungen:** Für spezielle Konstruktionsaufgaben, wie beispielsweise die Gestaltung von Schweißkonstruktionen oder Gussformen, bietet Inventor eigene Arbeitsbereiche mit angepassten Funktionen. Anhand von Beispielaufgaben werden die unterschiedlichen Arbeitsbereiche vorgestellt. Darüber hinaus bietet dieser Teil Übungen mit durchgängigen Konstruktionsaufgaben.

In jedem Abschnitt werden Hinweise und Tipps mit entsprechenden Symbolen und in hinterlegten Bereichen hervorgehoben. Sie sollen den Umgang mit Inventor erleichtern. Für die vorgestellten Funktionen und Befehle sind die Icons, die in den Inventor-Menüleisten verwendet werden, in der Randspalte abgebildet.

### Farbschema des Buches und Zugang zu den Beispieldateien

Wer die gleichen Hintergrundfarben verwenden möchte wie sie für alle Abbildungen des Buches verwendet wurden, findet unter dem Befehl **DATEI** ganz unten die Schaltfläche **OPTIONEN**. Hierunter befinden sich verschiedene Einstellungen, mit denen Inventor konfiguriert werden kann. Wer hier die Registerkarte **FARBEN** öffnet, kann das Farbschema **Taubengrau** auswählen, bei Hintergrund **Hintergrundbild** angeben und als Hintergrundbild **Inventor\_Blue\_Hanser.png** laden.



Die Übungsdateien zum Buch finden Sie unter <http://downloads.hanser.de>.

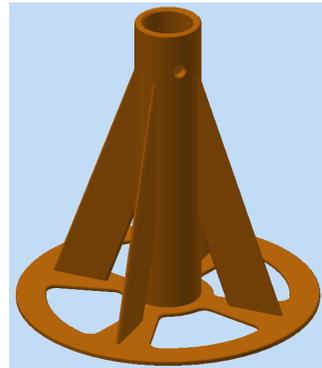
## ■ 3.2 Das Produkt »Rollenständer«



Die Konstruktion des abgebildeten Rollenständers ist Gegenstand dieser Probefahrt. Vorgestellt werden dabei u. a.

- die Programmbedienung,
- das Skizzieren,
- das Vergeben von 2D-Abhängigkeiten in Skizzen,
- das Erzeugen und Bearbeiten von Bauteilen,
- das Erzeugen von Baugruppen,
- das Erzeugen von Bauteilen im Kontext einer vorhandenen Baugruppe,
- das Erstellen des Zusammenbaus aus einzelnen Bauteilen und Baugruppen und
- das Vergeben von 3D-Abhängigkeiten.

Der Rollenständer besteht, wie man in der Abbildung des Strukturbaums erkennen kann, aus zwei Baugruppen – dem *Ständer* und dem *Schiebeteil*. Beide Baugruppen werden durch den Bolzen (**DIN EN 22341 ...**), der mit einem Splint (**DIN EN ISO 1234 ...**) gesichert ist, zusammengehalten.



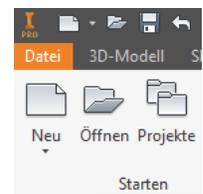
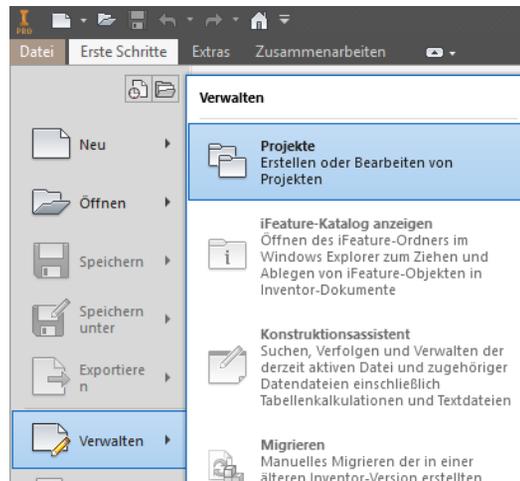
Die Erstellung der Unterbaugruppe *Ständer* wird im Folgenden detailliert erklärt und kann Schritt für Schritt nachvollzogen werden. Die Konstruktion der Unterbaugruppe *Schiebeteil* wird dagegen nur in groben Schritten beschrieben. Es sollte nach der ersten »Probefahrt« bereits möglich sein, diese Baugruppe weitgehend selbstständig zu erstellen.

## ■ 3.3 Ein Projekt erstellen

Jede etwas umfangreichere Arbeit mit Inventor sollte innerhalb einer Projektdefinition geschehen. Die Vorteile dieser Arbeitsweise sind:

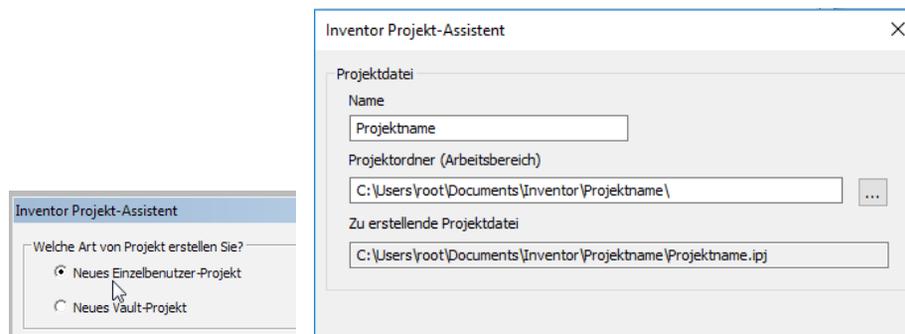
- Alle Dateien und Dokumente einer Konstruktion befinden sich in einem Arbeitsordner.
- In der Projektverwaltung behält man die Übersicht und kann schnell zwischen einzelnen Projekten wechseln.
- Zur Weitergabe der Konstruktionen ist die Zusammenfassung zu Projekten sinnvoll.
- In der Teamarbeit, vor allem beim Einsatz von PLM-Systemen oder der Dokumentverwaltung Vault, ist eine Arbeit ohne Projekte nicht denkbar.

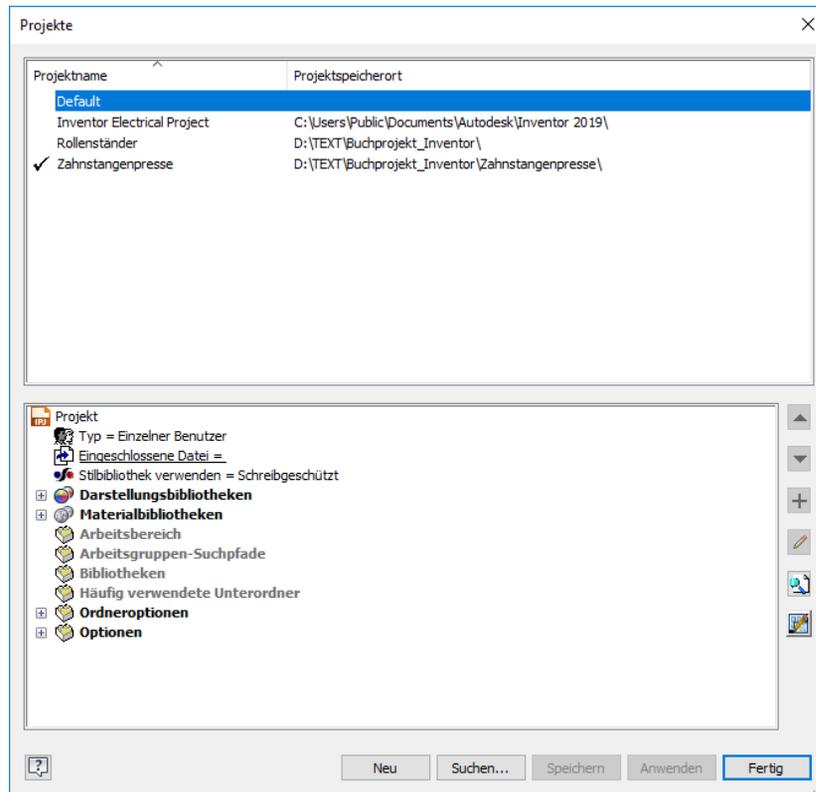
Das Anlegen eines Projekts erfolgt über das entsprechende Icon auf der Registerkarte **ERSTE SCHRITTE** in der Befehlsgruppe **Starten**. Alternativ kann die Funktion auch über **DATEI** → **VERWALTEN** → **PROJEKTE** aufgerufen werden.



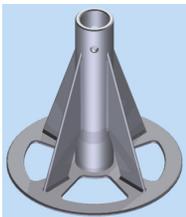
Im folgenden Dialogfenster ist auf **NEU** zu klicken, um ein **NEUES EINZELBENUTZER-PROJEKT** mit dem Namen *Rollenständer* zu erzeugen.

Als Projektordner ist der Ordner auszuwählen, in den die unter <http://downloads.hanser.de> heruntergeladenen Übungsdateien kopiert wurden.





### ■ 3.4 Die Baugruppe »Ständer« erstellen

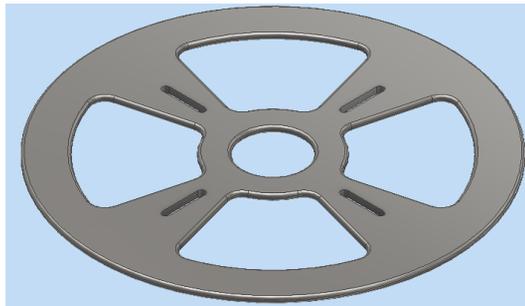


Der Ständer besteht aus drei zu konstruierenden Bauteilen, der Grundplatte, dem Ständerrohr und einer Rippe, die viermal eingefügt wird. Eine kleine Besonderheit bei dieser Konstruktion wird sein, dass nach der Erstellung der Grundplatte sofort in die Baugruppenumgebung gewechselt und alle anderen Teile adaptiv, d.h. voneinander abhängig, in der Baugruppe konstruiert werden. Näheres dazu wird an den entsprechenden Stellen beschrieben.

Vor dem Beginn einer Konstruktion sollte immer eine Planung darüber durchgeführt werden, wie ein Bauteil bzw. eine Baugruppe am einfachsten zu realisieren ist (»Konstruktionsprinzip«). Bei dieser Baugruppe bietet es sich an, mit der Grundplatte zu beginnen und dieses symmetrisch ausgerichtete Bauteil so im Konstruktionsraum auszurichten, dass der Mittelpunkt im Koordinatenursprung liegt.

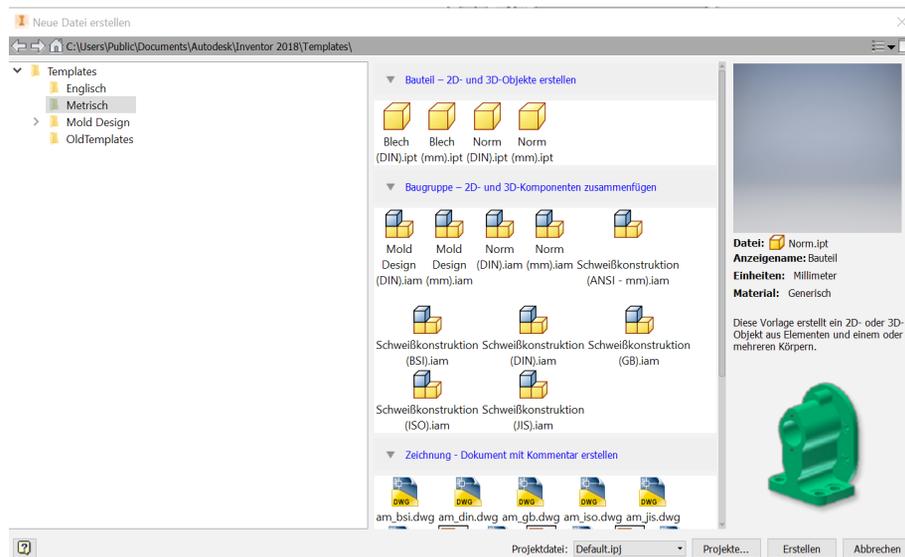
## ■ 3.5 Bauteil »Grundplatte« erstellen

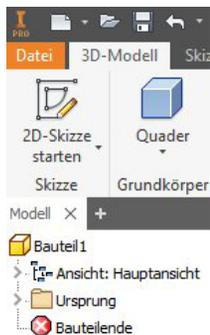
Die Grundplatte soll als erstes Teil konstruiert werden. Die fertige Skizze befindet sich im Projektordner unter dem Dateinamen *Grundplatte01\_Skizze1.ipt*. Diese Vorgabe soll aber nicht davon abhalten, die Skizze selbst zu erstellen. Deshalb werden diese Schritte nachfolgend auch detailliert erklärt.



### 3.5.1 Mit der Konstruktion eines Bauteils starten

Zunächst muss entweder über das Inventor-Hauptmenü und die Auswahl der Schaltfläche **NEU** oder direkt über die Schaltfläche **NEU** in der Befehlsgruppe **Starten** das Dialogfenster **Neue Datei** zur Auswahl der zu verwendenden Vorlage aufgerufen werden. Unter **Metrisch** im Baum befindet sich die Vorlage **NORM (MM).IPT**, mit der die Arbeit begonnen werden soll.





Nach einem Doppelklick auf das Vorlagensymbol im Dialogfenster bzw. der Betätigung der Schaltfläche **ERSTELLEN** öffnet Inventor die Vorlage für ein neues Bauteil. Die Arbeitsumgebung eines neuen Bauteils besteht dabei aus einer leeren Arbeitsfläche und einer sehr rudimentären Auflistung im Strukturbaum.

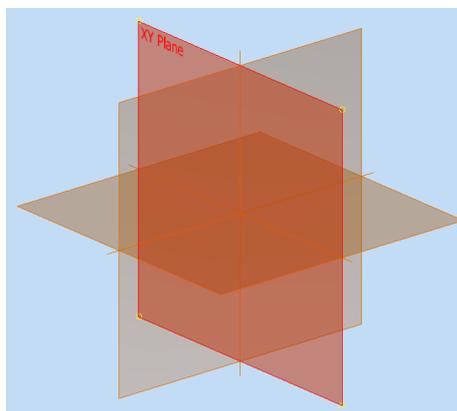
Um ein neues Bauteil zu erzeugen, wird in den meisten Fällen zuerst eine 2D-Skizze erstellt, aus der im nächsten Schritt durch Extrusion der Fläche oder Rotation der Fläche um eine vorgegebene Achse ein 3D-Körper erzeugt werden kann.

Zunächst muss also die 2D-Skizze der Grundplatte erstellt werden.

### 3.5.2 Eine 2D-Skizze für die »Grundplatte« erstellen



Mit der Schaltfläche **2D-SKIZZE STARTEN** öffnen wir die Skizzenansicht. Inventor blendet an dieser Stelle zunächst die drei Ursprungsebenen (X-Y, X-Z und Y-Z) ein und verlangt die Auswahl der Ebene, auf der eine neue Skizze erstellt werden soll. Für die erste Skizze dieses Bauteils ist die **X-Y-Ursprungsebene** auszuwählen. Wenn hierfür die Maus über die dargestellten Ebenen gezogen wird, erscheint jeweils ihr Name.



Nachdem die Ebene ausgewählt wurde, dreht sich die Ebene in die Bildschirmfläche. Es erscheint ein Fadenkreuz, dessen Mittelpunkt den Ursprung der 2D-Skizze markiert. Gleichzeitig ist im Modell-Browser die Skizze hervorgehoben und die anderen Elemente des Modells sind ausgegraut.



**HINWEIS:** Jede 2D-Skizze benötigt eine Ebene, auf der sie definiert werden kann. Ebenen können die Ursprungsebenen oder beliebige ebene Oberflächen von bereits existierenden Bauteilen sein, sie können aber auch als neue Arbeitsebenen frei im Koordinatensystem erzeugt werden.

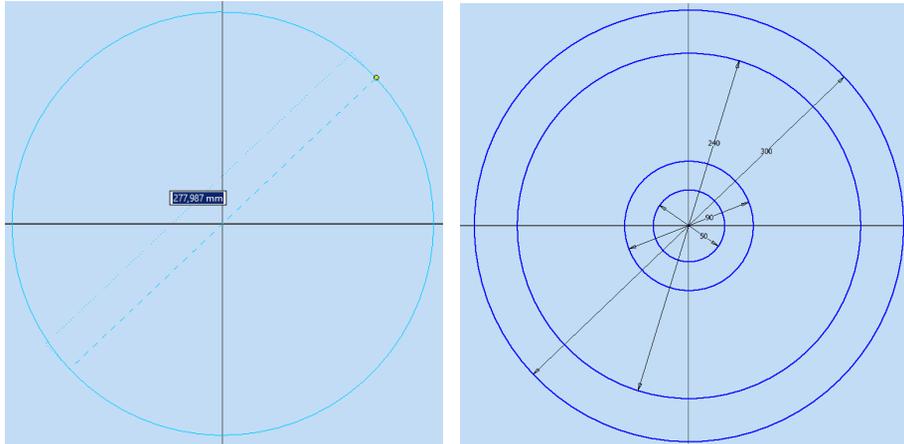
#### 3.5.2.1 Konzentrische Kreise erstellen

Um die Grundplatte erstellen zu können, werden zunächst einige Kreise benötigt, deren Mittelpunkte am besten im **Koordinatenursprung (0,0)** liegen. Insgesamt sind vier Kreise zu skizzieren, die direkt nacheinander erzeugt werden können. Die Durchmesser der Kreise sollen: **50, 90, 240** und **300 mm** betragen.

1. In der Befehlsgruppe **Erstellen** ist die Schaltfläche **KREIS** zu betätigen.
2. Den Kreismittelpunkt ist auf den **Koordinatenursprung (0,0)** zu setzen, indem man den Mittelpunkt vom Fadenkreuz anklickt. Befindet sich der Cursor genau über dem Fadenkreuz, verändert sich seine Farbe.

3. Der Cursor ist vom Mittelpunkt nach außen zu bewegen, sodass ein Kreis erscheint. Der Kreisdurchmesser kann direkt mit **300 mm** per Tastatur eingegeben werden, bevor mit der **ENTER**-Taste die Erstellung des Kreises bestätigt wird.
4. Alternativ kann zunächst ein Kreis mit nicht festgelegtem Durchmesser durch Bestätigen der **ENTER**-Taste erzeugt werden. Dann muss der Durchmesser mit der Schaltfläche Bemaßung nachträglich bemaßt werden (siehe Abschnitt 4.8).

Schritt 3 und 4 sind für die restlichen Kreise (**240, 90 und 50 mm**) zu wiederholen. Abschließend ist die Funktion **KREIS** mit der **ESC**-Taste zu beenden.

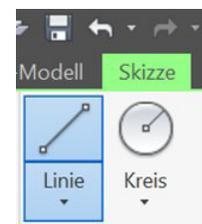
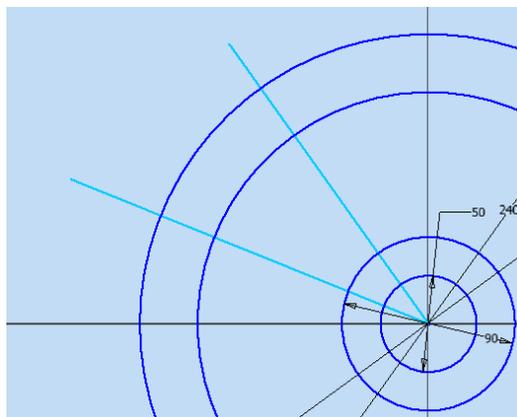


**TIPP:** Es ist bei der Skizzenerstellung häufig sinnvoll, mit dem größten Element, hier mit dem Kreis von 300 mm, zu beginnen und dieses Element in den Ansichtsbereich zu zoomen. Die Übersicht für die folgenden kleineren Skizzenelemente ist dann besser.

### 3.5.2.2 Linien in radialer Anordnung erzeugen

Im nächsten Schritt sind drei Linien zu erstellen, die ihren Anfangspunkt im Mittelpunkt der Kreise haben. Im Folgenden soll aus zwei der gezeichneten Kreisdurchmesser ein Ring-Segment entstehen. Hierzu fehlen als Begrenzung noch zwei Linien, die jeweils durch den Mittelpunkt der Kreise führen.

1. In der Befehlsgruppe **Erstellen** ist die Schaltfläche **LINIE** zu betätigen.



- Den Kreismittelpunkt ist auf den **Koordinatenursprung (0,0)** zu setzen, indem man den Mittelpunkt vom Fadenkreuz anklickt. Befindet sich der Cursor genau über dem Fadenkreuz, verändert sich seine Farbe.

Die beiden Linien werden nach links über den Kreisrand hinausgezogen. Auf die Länge der Linie kommt es jetzt noch nicht an. Auch der genaue Winkel zur Horizontalen kann später bestimmt werden. Der Linienzeichenmodus kann mit **ESC** verlassen werden.

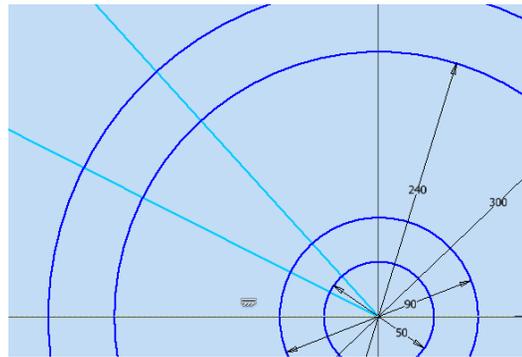
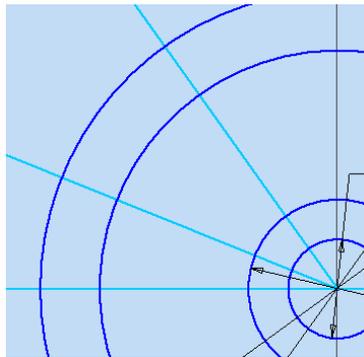


**TIPP:** Die Linienfunktion in Inventor geht grundsätzlich davon aus, dass man eine aus mehreren Elementen bestehende Kontur zeichnen möchte, weshalb der Linienzeichenmodus nach dem Setzen eines Endpunkts aktiv bleibt. Eine Ausnahme besteht, wenn der Endpunkt auf einen anderen markanten Punkt, anderen Endpunkt, Mittelpunkt usw. fällt.



Nach den beiden Linien zeichnen wir noch eine horizontale Hilfslinie, die uns später eine Winkelbemaßung ermöglicht. Die Hilfslinie soll Gegenstand der Bauteilkontur sein, weshalb diese Linie als **Konstruktionslinie** definiert werden soll. Auch ihre Länge ist unerheblich, sie soll lediglich über die Kreise hinausreichen.

Um ein gezeichnetes Element nachträglich als Konstruktionslinie zu definieren, ist es zunächst durch einen Mausklick zu markieren. In der Befehlsgruppe **Format** befindet sich der Button **KONSTRUKTION**, mit dem diese Umwidmung anschließend durchgeführt werden kann. Optisch wird diese Linie dann gestrichelt dargestellt. In der Abbildung ist das schwer erkennbar, da die Konstruktionslinie auf der Linie der Hauptachse liegt.

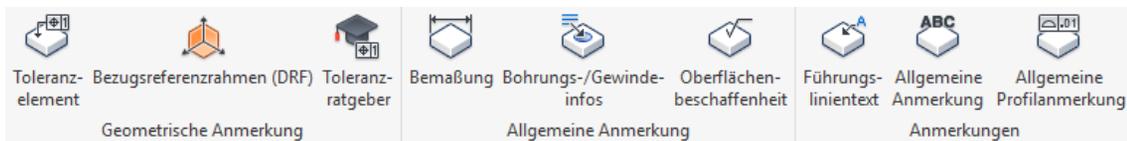


**TIPP:** Der Unterschied zwischen normal gezeichneten Elementen und Konstruktions- bzw. Mittellinien besteht darin, dass nur normal gezeichnete Elemente als Skizzenkonturen für Extrusionen usw. erkannt werden. Sie stellen keine Körperkanten dar.

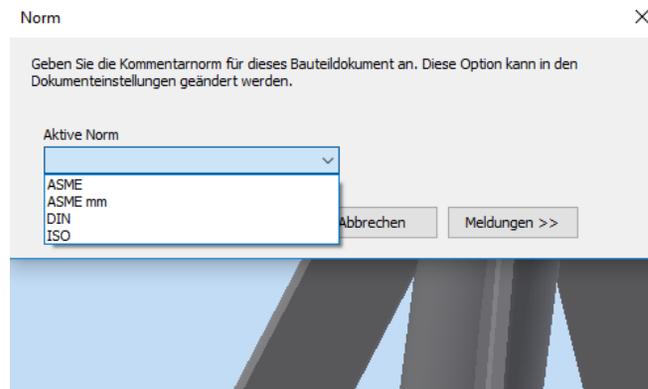
## ■ 8.3 Bauteile mit 3D-Anmerkungen versehen

Innerhalb von Unternehmen sind für viele Prozessschritte Zeichnungsableitungen nicht mehr zwingend notwendig, und immer häufiger ist es ausreichend, ein 3D-Modell ohne den Umweg über eine Technische Zeichnung direkt zu bemaßen und als annotiertes CAD-Modell weiterzugeben. Ein mit Anmerkungen versehenes 3D-Modell wird häufig direkt an die Fertigung übergeben und nur auf dieser Basis hergestellt.

Die Registerkarte **MIT ANMERKUNGEN VERSEHEN** enthält Befehle für 3D-Anmerkungen, die teilweise ähnlich zu den Anmerkungsfunktionen in der Zeichnungsumgebung aufgebaut sind (siehe Abschnitt 7.9). Sie ermöglichen technische Informationen, wie z. B. Bemaßungen oder Bohrungsinfos direkt am 3D-Modell anzugeben.



Mit der ersten zu setzenden 3D-Anmerkung in einer Datei wird über ein Dialogfeld die Kommentarnorm DIN, ISO oder ASME ausgewählt. Die Norm kann in den **DOKUMENTENEINSTELLUNGEN** unter der Registerkarte **EXTRAS** geändert werden. Im eingblendeten Dialogfenster kann im Register **NORM** die aktive Norm über das Auswahlmü geändert werden. Einstellungen im Register **EINHEITEN** des Dialogfensters wirken sich jedoch nicht auf 3D-Anmerkungen aus.



Nach dem ersten Aufruf einer **Anmerkung**-Funktion erweitert sich der Strukturbaum um den Ordner **Anmerkungen**, in dem für alle vorgenommenen Annotationen ein eigener Eintrag angelegt wird.

Eine 3D-Anmerkung für eine Bemaßung ist einfach zu setzen. Hierfür ist die Funktion **BEMASSUNG** aufzurufen. Anschließend ist ein Element (z. B. eine Kante) zu wählen. Bei einer Distanzbemaßung sind zwei Elemente (z. B. zwei gegenüberliegende Kanten) zu wählen. Der Anmerkungstext wird sofort angezeigt und mit der linken Maustaste in der aktuellen Position abgelegt. Anschließend erscheint ein kleines Dialogmenü mit verschiedenen Einstellmöglichkeiten, deren Einträge mit dem Button  bestätigt werden.

Ein Aufruf des Kontextmenüs (siehe Abbildung rechts) zeigt weitere Einstellmöglichkeiten für die gesetzte Anmerkung. Hier kann beispielsweise über die **GENAUIGKEIT** festgelegt werden, wie viele Nachkommastellen angezeigt werden sollen. Diesen Menüpunkt gibt es jedoch ausschließlich für die Funktion **BEMASSUNG**. Bei den nachfolgend beschriebenen Funktionen weichen die Einstellmöglichkeiten hiervon ab.



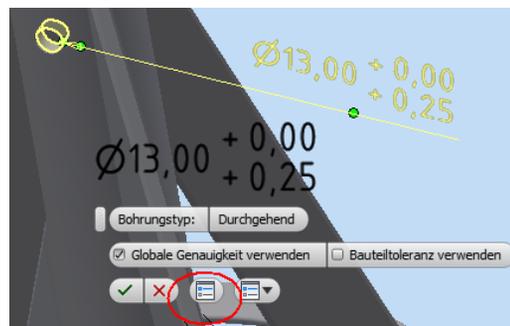
**HINWEIS: BEMASSUNG** kann sowohl für Linear- als auch Durchmesser- oder Radienbemaßungen verwendet werden. Der verwendete Bemaßungstyp wird im Strukturbaum ausgewiesen. Kegelflächen (z. B. Fasen) können nicht bemaßt werden.

Wird mit der Funktion **BOHRUNGS-/GEWINDEINFOS** gearbeitet, stehen nach dem Setzen einer Anmerkung andere Optionen zur Verfügung.

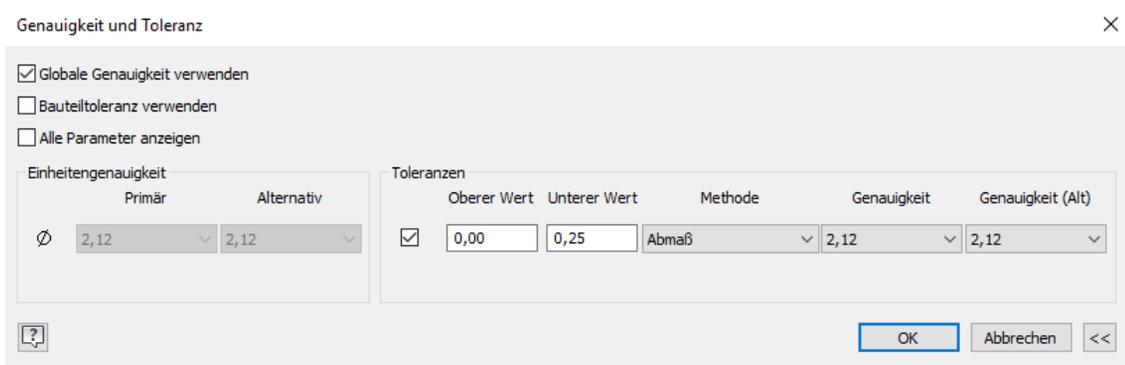
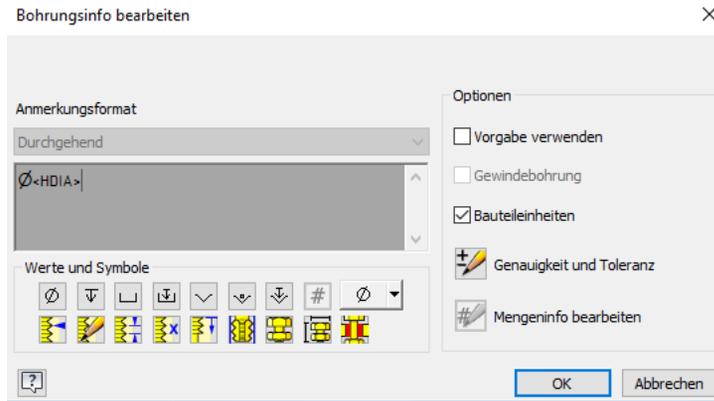
In der Abbildung ist die Schaltfläche **OBERFLÄCHENSYMBOL BEARBEITEN** markiert, deren Benennung leider etwas irritierend ist, da sie das Dialogfenster **Bohrungsinfo bearbeiten** öffnet. Falls der in der Abbildung dargestellte Mini-Werkzeugkasten nicht sichtbar ist, kann er über das Kontextmenü mit **BEARBEITEN** aufgerufen werden. Werden Anmerkungen an einem Außengewinde gesetzt, lassen sich keine Bohrungsinfos bearbeiten.



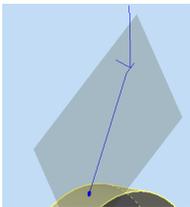
Das **Bohrungsinfo bearbeiten**-Dialogfenster erscheint mit dem Anmerkungstext, der an dieser Stelle geändert werden kann. Mit den Schaltflächen unterhalb der Texteingabe können der Anmerkung weitere automatisch erkannte Parameter hinzugefügt werden. Über den im Dialogfenster angebotenen Befehl **GENAUIGKEIT UND**



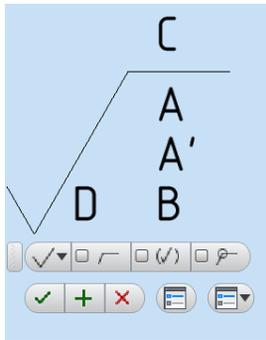
**TOLERANZ** ist es nun möglich, die gewünschten Nachkommastellen und die Toleranzvorgaben einzugeben. **MENGENINFO BEARBEITEN** enthält das Anmerkungsformat, um beispielsweise die Mustermenge für eine Bohrung anzeigen zu lassen. Mit dem Button **OK** oder der Funktion  aus dem Kontextmenü erfolgt die Bestätigung für die anzubringenden Anmerkungen.



Die Funktion **OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT** ermöglicht Angaben zur Beschaffenheit einer Oberfläche. Über die anfangs eingestellte Norm wird dabei die Darstellung der zu verwendenden Symbole festgelegt. In der Abbildung ist die Vorgabe nach dem Stil **DIN** zu sehen.



Nach dem Aufruf der Funktion **OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT** und der Selektion einer Oberfläche mit der linken Maustaste erscheint eine Führungslinie und das Grundsymbol, bestehend aus zwei Linien, die um 60° geneigt sind. Der Eintrag wird mit einem weiteren Klick mit der linken Maustaste abgelegt. Im sich anschließend öffnenden Dialog sind »Platzhalter« für die unterschiedlichen Angaben zugeordnet, die durch Eingabefelder mit realen Bezügen zu belegen sind. Hierfür ist jeweils der Platzhalter anzuklicken.



**A:** Angabe des Rauheitswerts

**A':** gibt eine zweite Angabe für einen Rauheitswert an

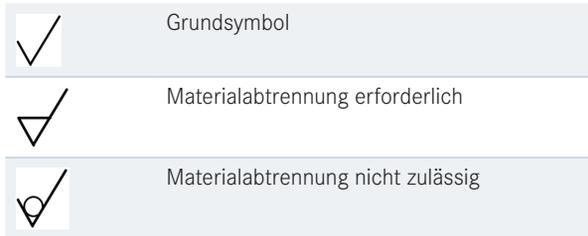
**B:** Angabe zur Oberflächenbeschaffenheit

**C:** Angabe zum Fertigungsverfahren oder zur Oberflächenbehandlung bzw. Beschichtung

**D:** Angabe zur Oberflächenbeschaffenheit (Rillen und Rillenrichtung)

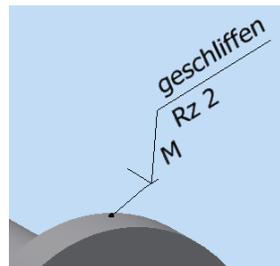
**E:** Angabe einer Bearbeitungszugabe

Über das Kontextmenü des Mini-Werkzeugkastens (Auswahl von **OBERFLÄCHENSCHAFFENHEIT**) ist auch die Gestaltung der Symbole anpassbar. Zur Auswahl stehen:



Eine vollständige Angabe für eine Oberflächenbeschaffenheit könnte damit wie folgt gestaltet werden, wobei das »M« nach DIN ISO 1302 für »Mehrfache Rillenrichtung« steht.

Die Anmerkung über die Funktion **FÜHRUNGSLINIEN-TEXT** verlangt vom Anwender die Auswahl eines Ankerpunkts auf einer beliebigen Fläche, Kante oder Ecke. Im Anschluss wird von diesem Punkt ausgehend eine Linie erzeugt, deren Ende zunächst am Mauszeiger hängt und mit der linken Maustaste festgelegt werden muss. Es erscheint das Dialogfenster, das bereits in Abschnitt 7.3.3 (Schriftfeld) vorgestellt wurde. Der graue Hintergrund darf nicht irritieren. Hier kann ein beliebiger Text verfasst und formatiert werden, der anschließend am Ende der Führungslinie dargestellt wird. Darüber hinaus lassen sich auch diverse Parameter einfügen, die mit dem Modell verknüpft sind (siehe Abschnitt 7.3.3).



# 10

## Konstruktionsassistenten

Unter der Registerkarte **KONSTRUKTION** bietet Inventor in der Baugruppenumgebung unterschiedliche Assistenten für die Konstruktion häufig verwendeter Maschinenelemente an. Neben der Unterstützung zur Konstruktion klassischer Maschinenelemente (siehe Abschnitt 10.1) wird auch ein sogenannter Gestell-Generator angeboten, der die schnelle Erstellung von Tragwerken erlaubt. Die hierfür angebotenen Funktionen werden in Abschnitt 10.2 gesondert vorgestellt.

Der in Abschnitt 10.3 vorgestellte Assistent richtet sich nicht an eine bestimmte Elementegruppe, sondern unterstützt ganz allgemein die umweltgerechte Konstruktion, indem über eine vergleichende Impact-Analyse die Auswirkungen der Material- und Fertigungsauswahl auf den Energie- und Ressourcenverbrauch analysiert werden können.

### ■ 10.1 Befestigung, Feder und Berechnung

In den Befehlsgruppen **Befestigung**, **Feder** und **Berechnung** ähneln sich die Konstruktionsassistenten in ihrem Aufbau, weshalb sie in diesem Abschnitt zusammengefasst werden. Der Aufbau soll im Folgenden exemplarisch am Beispiel des Konstruktionsassistenten für eine Druckfeder dargestellt werden.

Im zugehörigen Dialogfeld der Assistenten werden immer die beiden Reiter **KONSTRUKTION** und **BERECHNUNG** angeboten. Der Reiter **KONSTRUKTION** erlaubt die Auswahl und/oder die geometrische Dimensionierung der Komponente. Hierfür können, je nach Assistenten, die Bezugselemente Ebenen, Flächen u. Ä. abgefragt werden, anhand derer entweder Normteile gesucht oder Teile automatisch erstellt werden.



Druckfeder-Generator

Konstruktion  $f_{e3}$  Berechnung

Platzierung

Achse

Startebene

Installierte Länge

Min. Belastung

Min. Belastungslänge 30,000 mm

Wicklungssinn Rechts

Federdraht

Drahtdurchmesser  $d$  0,800 mm

Federanfang

Geschlossene Endwindungen  $n_{z1}$  1,5 oE

Übergangswindungen  $n_{t1}$  1 oE

Fixierte Windungen  $z_{o1}$  0,75 oE

Federende

Geschlossene Endwindungen  $n_{z2}$  1 oE

Übergangswindungen  $n_{t2}$  0,75 oE

Fixierte Windungen  $z_{o2}$  0,5 oE

Federlänge

Längeneingaben  $L_0, n \rightarrow t$

Länge der entspannten Feder  $L_0$  36,000 mm

Steigung  $t$  2,138 mm

Aktive Windungen  $n$  16,000 oE

Federdurchmesser

Durchmesser Außen

$D_1$  5,885 mm

Ergebnisse

$c$  6,357 oE

$D$  5,085 mm

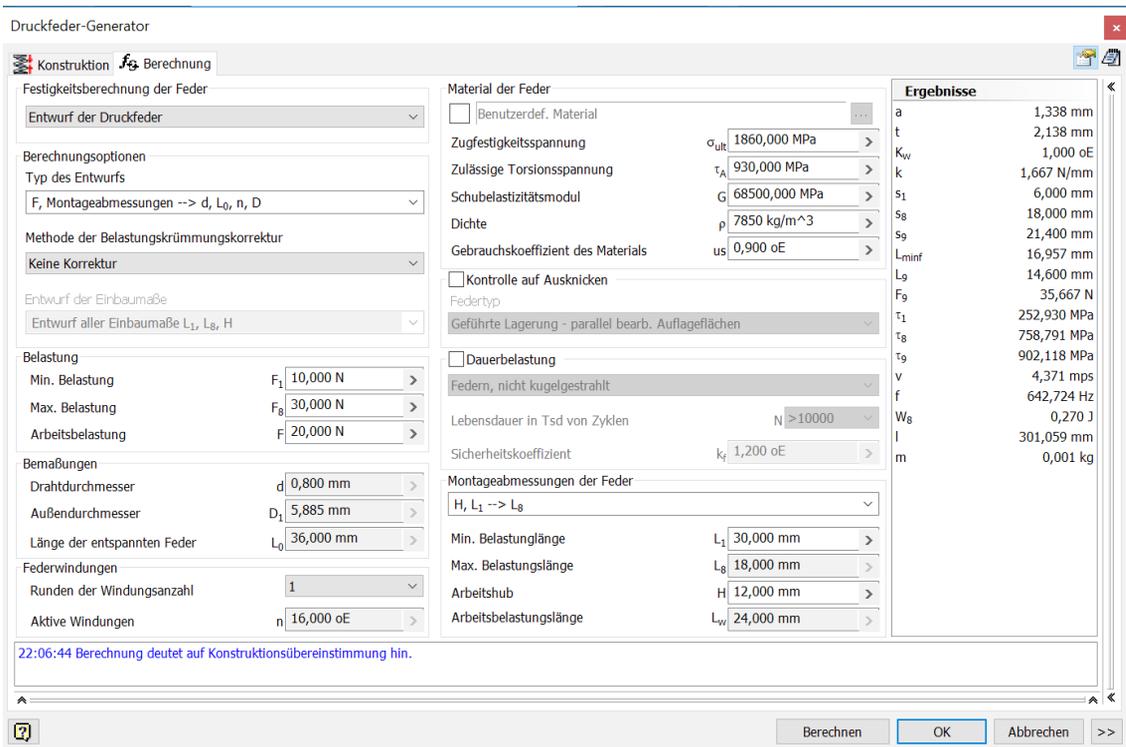
$D_2$  4,285 mm

22:06:44 Berechnung deutet auf Konstruktionsübereinstimmung hin.

Berechnen OK Abbrechen >>

Die Registerkarte **BERECHNUNG** erlaubt den rechnerischen Nachweis anhand vorgegebener Kennwerte, die über Eingabefelder abgefragt werden. Für einige Assistenten, z. B. für Federn, können anhand vorgegebener Kennwerte auch geometrische Kenngrößen (z. B. Drahtdurchmesser, Windungszahl usw.) vorgeschlagen werden.

In der Abbildung wurde für die Art der Berechnung im ersten Auswahlfeld **ENTWURF DER DRUCKFEDER** gewählt, sodass mit Arbeitshub und vorgegebenen Kräften eine Feder dimensioniert und vorgeschlagen werden kann. Die berechneten Dimensionen der Feder erscheinen im Anschluss unter der Registerkarte **KONSTRUKTION** und können ggf. weiter angepasst werden, bevor mit der Schaltfläche **OK** der Konstruktionsassistent geschlossen und das Bauteil (also die Feder) entsprechend der Konstruktionsdaten automatisch erzeugt wird.



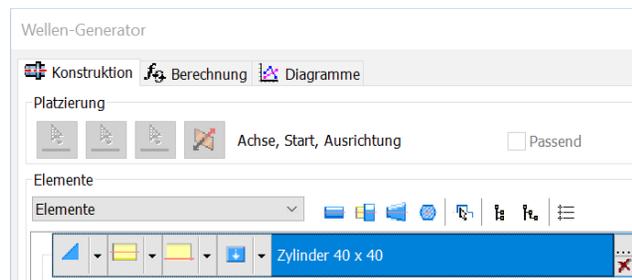
Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise soll im Folgenden eine kleine Baugruppe mit Hilfe von verschiedenen Assistenten erstellt werden.

### 10.1.1 Wellen-Generator

Der Wellen-Generator erzeugt eine **WELLE** (Befehlsgruppe **Berechnung**) auf Basis von Wellenabschnitten, d. h. Zylindern, Kegelstümpfen, u. Ä., und nicht durch Rotation eines Profils. Unter der Registerkarte **KONSTRUKTION**

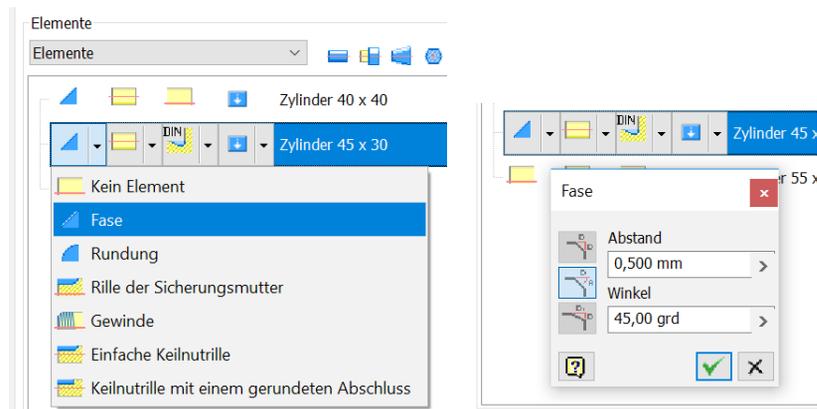
können die benötigten Wellenabschnitte definiert werden. Jeder Wellenabschnitt wird dabei in einer eigenen Zeile im Dialogfeld definiert.

Zusätzliche Wellenabschnitte können durch Auswahl eines der jeweiligen Symbole hinzugefügt werden. Für jeden Wellenabschnitt können über die Schaltfläche , die sich am

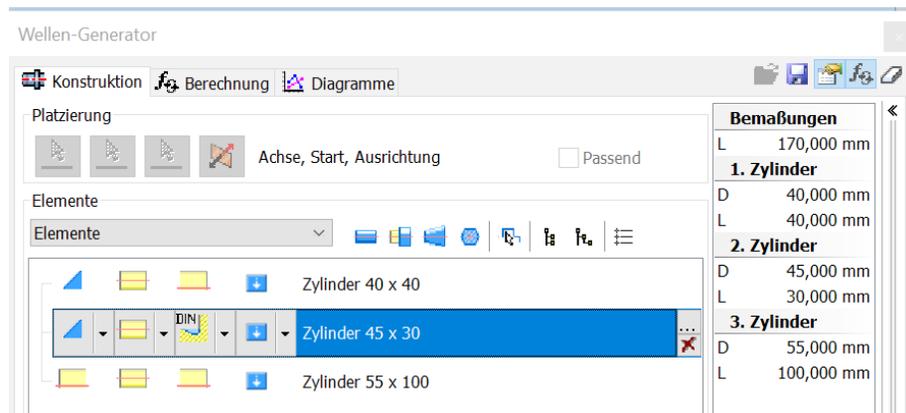


Ende jeder Wellenabschnittsdefinition befindet, in einem separaten Dialogfeld **Durchmesser** und **Länge** angegeben werden. Die Schaltfläche mit dem **ROTEN KREUZ** löscht den jeweiligen Wellenabschnitt.

Außerdem kann zeilenweise die Geometrie am Anfang und Ende des jeweiligen Wellenabschnitts definiert bzw. geändert werden, wie z.B. mit dem Anbringen von Fasen und Freistichen. Das Abrollmenü erlaubt hierfür die Auswahl eines Elements, wie z.B. Fase. Die Anwahl des zuvor gewählten Elements mit der linken Maustaste öffnet einen separaten Dialog zur Anpassung der Werte.



Im Beispiel werden drei Wellenabschnitte definiert, deren Maße im Infobereich rechts aufgelistet sind (siehe Abbildung). Am Absatz vom zweiten zum dritten Wellenabschnitt wurde über das Abrollmenü ein Freistich (**DIN A**) definiert. Alle geometrischen Angaben des Freistichs wurden von Inventor automatisch und passend für den Nenndurchmesser des Wellenabschnitts gewählt.



Unter der Registerkarte **BERECHNUNG** können die Materialkennwerte (ggf. einfach durch Auswahl eines vordefinierten Materials) und die äußeren Belastungen entlang der

Achse angegeben werden. Hierzu können die grünen Punkte in der **2D-Vorschau** angewählt werden, um zu markieren, welcher Wellenabschnitt **aktiv** gesetzt werden soll.

Im Bereich **Belastungen und Auflager** unter dem Abrollmenüpunkt **BELASTUNGEN** können Lasten, Kräfte und Momente definiert werden. Die Definition der Lagerpositionen findet sich im Abrollmenü unter **ABHÄNGIGKEITEN**. Neben einer direkten Positionseingabe können Kräfte und Lager in der **2D-Vorschau** auch verschoben werden.

Wellen-Generator

Konstruktion Berechnung Diagramme

Material

Stahl

Elastizitätsmodul E 206000 MPa

Schubelastizitätsmodul G 80000 MPa

Dichte  $\rho$  7860 kg/m<sup>3</sup>

Berechnungseigenschaften

Wellengewicht in Berechnung einbeziehen

Koeffizient für Schubverschiebung 1,188 oE

Anzahl Wellenteilungen 1000 oE

Modus der reduzierten Spannung HMM

Belastungen und Auflager

Belastungen

Radialkraft

Ergebnisse

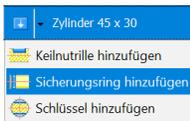
L	170,000 mm
Masse	2,638 kg
$\sigma_B$	0,194 MPa
$\tau_S$	0,081 MPa
$\tau$	0,000 MPa
$\sigma_T$	0,000 MPa
$\sigma_{red}$	0,240 MPa
$f_{max}$	0,044 $\mu$ m
$\phi$	0,00 grd
<b>1. Belastung</b>	
$f_Y$	0,000 $\mu$ m
$f_X$	0,000 $\mu$ m
<b>1. Auflager</b>	
$F_Z$	0,000 N
$F_Y$	0,000 N
$F_X$	0,000 N
$Y_Y$	0,000 $\mu$ m/N
$f_Y$	0,000 $\mu$ m
$f_X$	0,000 $\mu$ m
<b>2. Auflager</b>	
$F_Z$	0,000 N
$F_Y$	0,000 N
$F_X$	0,000 N
$Y_Y$	0,000 $\mu$ m/N
$f_Y$	0,000 $\mu$ m
$f_X$	0,000 $\mu$ m

2D-Vorschau

Mit der unten im Dialogfenster stehenden Schaltfläche **BERECHNEN** werden nach der Definition der äußeren Beanspruchungsgrößen die Spannungen, Biegemomente u.Ä. berechnet und in der Registerkarte **DIAGRAMME** grafisch aufbereitet ausgegeben. Die Erweiterung im unteren Bereich des Assistenten (kleiner Doppelpfeil neben **ABBRECHEN**) zeigt einen Fensterbereich für Warnhinweise und Anmerkungen an (z. B. Überbeanspruchungen). Warnungen werden immer in roter Schrift ausgegeben, normale Informationen in blauer Schrift.



Nach Auswahl des Lagers (siehe auch Abschnitt 10.1.2) kann der Wellen-Generator über das Kontextmenü im Strukturbaum erneut geöffnet werden (**MIT KONSTRUKTIONSSASSISTENT BEARBEITEN**).



Entsprechend der üblichen konstruktiven Festlegung von Lagerinnenringen kann passend zum Lagersitz eine Nut für einen Sicherungsring im zweiten Wellenabschnitt hinzugefügt werden. Im Dialogfeld zur Positionierung der Nut, das über die Schaltfläche ... zu öffnen ist, muss lediglich der Abstand zum Absatz entsprechend der Lagerbreite (hier **16 mm**) definiert werden. Im Abrollmenü unter **Position** ist nun noch die Bezugskante zur Positionierung der Nut zu wählen.



**HINWEIS:** Die Modifizierung der Welle kann natürlich auch nach dem Einbau eines Lagers (siehe Abschnitt 10.1.2) erfolgen. Damit ergibt sich direkt aus der Lagerbreite die Positionierung der Nut.

# Index

## Symbole

2D-Abhängigkeit 104, 116, 126, 129, 133, 366, 20, 365, 448  
2D-Skizze 24, 104, 110, 24, 466  
3D-Abhängigkeit 237, 528, 539, 20, 389, 41, 534, 390, 393, 395  
3D-Anmerkungen 307, 318, 323, 408  
3D-Druck 349, 493  
3D-Kernel 561  
3D-Modellierer 561  
3D-PDF 307, 348f.  
3D-Punkte importieren 151  
3D-Skizze 97, 117, 143, 208, 455  
\*.adsklib 330  
\*.dwg 267, 348  
\*.dxf 348  
\*.iam 39, 440, 528, 468  
\*.ide 397  
\*.idw 7, 267f., 278, 269, 316  
\*.ipn 7, 300, 305, 314, 90  
\*.ipt 7, 9f., 155, 215, 23, 251, 476  
.NET Framework 411

## A

Abgeleitete (Komponenten, Bauteile, Baugruppen) 143, 177ff.  
Abhängigkeit  
- animieren 542  
- Ansicht 280f.  
- Baugruppe. *Siehe* Abhängig machen  
- Fest (FEM) 433  
- Reibungslos (FEM) 433  
- Verankern (FEM) 433

Abhängig machen 220, 340, 528, 532, 41, 64, 218, 447  
- Skizze. *Siehe* 2D-Abhängigkeit  
Abhängig machen (Befehlsgruppe) 122, 126, 28, 455  
Ableiten  
- Adaptiv 250  
- Ansichten 277  
- iFeature 396  
- Stil 466, 468  
- Zeichnungen 124  
Ableiten (Funktion) 177, 466  
Abrunden 258, 506, 31, 547  
Absolute Abhängigkeit 126  
Absoluter Nullpunkt 103  
Abstand messen 140, 413, 415  
Abstand von Rasterlinien 108  
Abwicklung (Bleche) 527, 482  
Achse (Arbeitselement).  
  *Siehe* Arbeitsachse  
Achsenkreuz 107, 290f.  
ACIS-Kernel 343, 561  
Adaptiv (adaptive Bauteile) 242, 213, 22, 246, 249f.  
Adaptives Ändern 215, 249  
Aktualisieren (Modell) 15, 37, 450  
Allgemeine Eigenschaften 213  
Anflachung 181  
Angusskanal 475  
Angusspunkt 465, 475  
Animation 7, 265, 307, 218, 230, 312, 314, 84  
Animationsumgebung 307  
Anmerkung mit Führungslinie 321  
Anordnungen 119, 207  
Ansicht 280, 58  
- abgeleitete 281, 85  
- ändern, bearbeiten 282, 285  
- aufschneiden 287  
- einstellen 85  
- fotorealistische 57  
- Präsentations- 84  
- projizierte 281  
- verschieben 284  
- zuschneiden (Zeichnung) 287  
Anwendungsoptionen 8, 16, 106, 266, 502  
API (Schnittstelle) 411  
App Store 563  
Arbeitsachse 502, 224f., 82f., 552  
Arbeitsbereiche 12, 153, 327, 331, 439, 4  
Arbeitsblattformat 85  
Arbeitsebene 11, 98f., 158, 43, 54  
Arbeitselemente 97, 55  
Arbeitsordner 21  
Arbeitspunkt 98, 101, 462  
Arbeitsspeicher 5  
Assoziativ 109, 123, 256  
Auf Fläche projizieren 150  
Aufgeschnittene  
- Ansicht 287  
- Trennebene 161  
Aufkleber 150, 176, 340, 556  
Ausblenden 14, 292, 315  
Ausblenden (Abhängigkeit) 129  
Ausblenden (Beziehungen) 232  
Ausbruch erstellen 285f.  
Ausgangsansicht 13, 282, 564  
Ausgerichtete Ansicht 280f.  
Ausgerichtete Bemaßung 123  
Ausgewählte Objekte zoomen 14  
Aushebeschrägen 188, 487  
Aus Inhaltscenter platzieren 235, 532, 62, 72, 385  
Ausschneiden (Stanzen).  
  *Siehe* Stanzen (Ausschneiden)  
Ausschnitt 285f.  
Außengewinde 189, 319

AutoCAD 17, 331, 343  
 – Drawing 267  
 – Zeichnung 284, 347  
 AutoDrop 539, 534, 75  
 Automatische Bemaßung 108,  
 113, 122, 134  
 Automatische Mittellinie 283

## B

Baugruppe(n) 217  
 – bearbeiten 242  
 – erzeugen 264, 20  
 – mit adaptivem Bauteil 215f.  
 Baugruppenfamilien 140, 393  
 Baugruppenvariante 393ff.  
 Bauteil 153  
 – auswählen 239, 261  
 – bearbeiten 242, 20, 243  
 – bewegen 231, 61, 90  
 – einfügen 234, 62  
 – erzeugen 153, 167, 246  
 – fixieren 236, 39, 238  
 – mit iMates einfügen 237  
 Bauteilabhängigkeiten,  
 vordefinierte 389  
 Bauteilanimation 335  
 Bauteileigenschaften 211  
 Bauteilende 11  
 Bauteilnummer 212  
 Belastungsanalyse 376, 422,  
 427  
 Beleuchtungsstil 338, 335f., 57  
 Bemaßung 29, 121, 135  
 – ändern 297  
 – aus Modell übernehmen 299  
 – ausrichten. *Siehe* Ausgerichtete  
 Bemaßung  
 – automatisch erzeugen.  
*Siehe* Automatische Bemaßung  
 – erzeugen 104f., 122, 291f.  
 – getriebene. *Siehe* Getriebene  
 Bemaßung  
 – verschieben 298  
 – vollständig 11, 29  
 – Winkel. *Siehe* Winkelbemaßung  
 Bemaßung im 3D Modell 318f.  
 Bemaßung mit gedachten  
 Schnittpunkten 294  
 Bemaßungsabhängigkeiten 126,  
 27  
 Bemaßungsanzeige 109, 125  
 Bemaßungssichtbarkeit 167  
 Bemaßungsstil 275, 295f.  
 Bemaßungstext 297  
 Benutzerdefinierte iProperties  
 272, 306

Benutzerdefiniertes Koordinaten-  
 system. *Siehe* BKS  
 Benutzeroberfläche 18,  
 Berechnen (Schweißnaht) 444  
 Berechnungsverfahren. *Siehe*  
 Handbuch für Konstrukteure  
 Bereichseigenschaften 416  
 Bewegen (Bauteile oder Bau-  
 gruppen) 219, 231, 239, 61  
 Bewegungsgelenke 422  
 Bewegungssimulation 217, 541,  
 421  
 Beziehungen 127, 220, 232,  
 249, 399  
 Beziehungen (Befehlsgruppe)  
 238, 64, 558  
 Beziehungen einblenden/aus-  
 blenden 232  
 Bibliothek 235, 330, 57  
 – Darstellungs- 324  
 – eigene 334, 387  
 – Material- 212, 324, 326, 380,  
 47  
 – Normteil- 62  
 – Profil- 372  
 Biegebeanspruchung 428, 434  
 Biegen 198  
 Biegeposition (Bleche) 480  
 Biegereihenfolge (Bleche) 483  
 Bild als Textur 340  
 Bild auf Oberfläche einfügen  
 556  
 Bild in Skizze einfügen 340  
 Bildschirmdarstellung 9  
 BKS 102f.  
 Blattformat 270, 85  
 Blattgröße 270, 316, 85  
 Blechabwicklung 527, 482  
 Blechdicke 477  
 Blechmodul 155, 476  
 Blechstandards 522f., 477,  
 477f.  
 Blechteil 524, 428, 476, 478f.  
 Blechvorgaben 477f.  
 Blockgeometrie 121  
 Block platzieren 121  
 Bogen skizzieren 34, 144, 78,  
 554  
 Bohrung erzeugen 511, 53  
 Bohrungstabelle 298  
 Bohrungs- und Gewindeinfos  
 (3D-Anmerkungen) 319  
 Boolesche Operationen 190,  
 465, 468  
 B-Rep (Boundary Representation)  
 196, 562  
 Brückenkurve 114

## C

CAM 564  
 CATIA 343, 345, 347, 418  
 Constraints. *Siehe* Abhängigkeit  
 CSG (Constructive Solid Geo-  
 metry) 196, 562

## D

Darstellungs-Browser 326, 512,  
 547f.  
 Darstellungsmaßstab 104f.  
 Datelexport 307, 348, 422  
 Datei öffnen 308, 565  
 Dateityp 343  
 Dehnen 132, 204f., 373  
 Dehnen, Profil 173  
 Detailansicht 284  
 Detailgenauigkeit 253, 255, 260  
 Dichte (Material) 333, 37  
 Dichtungslippen 489  
 Differenz-Extrusion 503, 517  
 Digital Prototyping 3  
 Direktbearbeitung 193  
 Dokumenteinstellungen 108,  
 124, 251  
 Dokumenten- und Versions-  
 verwaltung 564  
 Drag and Drop 306, 333, 400,  
 403  
 Drahtkörper (Ansicht) 506  
 Draufsicht 281, 524  
 Drehachse 29, 166, 36, 552, 46  
 Drehen/Drehung 14, 131, 165,  
 557  
 Drehen von Bauteilen 312, 238  
 Dreiecke skizzieren 115  
 Druckfeder 145, 351f.  
 Durch alle (Bohrung) 181  
 Durchmesserbemaßung 113,  
 115, 293, 28, 293, 319  
 DXF 343  
 Dynamische Simulation 324, 3,  
 37, 421f.

## E

Ebene einfügen 99  
 Eckenausführung 185f.  
 Eco Materials Adviser 380  
 Eigenfrequenz 427  
 Einfügen (Abhängigkeit) 234,  
 238, 265, 533, 535  
 Einfügen (Bauteile) 234  
 Einfügen (Bauteile mehrfach)  
 238

Einfügen (Bauteile nach Muster) 238  
 Einzelteilzeichnung 7, 84  
 Elektroinstallation 457  
 Element(e) 122  
 - bearbeiten 120  
 - selektieren 120, 129, 131  
 - unterdrücken 128  
 Elementknotenname 60  
 Ellipse (Skizze) 113, 115, 167  
 Entgegengesetzt (Abhängigkeit) 222, 226, 535  
 Entwurfsanalyse 417  
 Entwurfsansicht 284  
 Erhebung 135, 152, 166  
 Erstansicht 272, 278, 85  
 Etikett erzeugen. *Siehe* Aufkleber erzeugen  
 Explosionsdarstellung 300, 314, 540, 90  
 Export 348, 350  
 Express laden 265  
 Extrusion 112, 97, 31, 35, 46

## F

Fangabstand 108  
 Fangmodus 108f.  
 Farbe(n) 4  
 - bearbeiten (Material) 548  
 - zuweisen 277  
 Farbschema im Buch 4  
 Fase erzeugen 31, 52  
 Feature 154, 396f.  
 Feature, benutzerdefiniert. *Siehe* iFeature  
 Federgelenk 426  
 FEM (Finite-Elemente-Methode) 413  
 Fensterbereiche 9, 11  
 Filter (Inhaltscenter) 62, 386, 389  
 Fitting(s) 446, 452, 457  
 - platzieren 450  
 - verbinden 450f., 453  
 Fixierte Bauteile 236, 240, 237, 40, 62  
 Fläche (Befehl in Blechumgebung) 478  
 Fläche(n) 156  
 - dehnen 205  
 - durch Versatz erstellen 190  
 - entfernen 161, 186f., 204  
 - ersetzen 205  
 - heften 200, 204  
 - löschen 196f.  
 - reparieren 346

- stutzen 204  
 - trennen 192, 204  
 - zusammenführen 202  
 Flächenanalyse 418f.  
 Flächenbefehle 200  
 Flächenschwerpunkt 416  
 Flächenträgheitsmoment 378, 416  
 Flächenverbund 190, 197, 200, 256, 346  
 Flächenverjüngung 188, 487  
 Fluchtend (Abhängigkeit) 265, 222f., 535, 65  
 Formeinsatzparameter 472  
 Formel  
 - hinterlegte 350  
 - verknüpfen mit ... 134, 43, 135  
 - verwenden 136  
 Formelzeichen 136  
 Formenbau 155f., 465, 468  
 Formteillüllungsanalyse 471  
 Formulare 399  
 Formulareditor 400f.  
 Formulare erstellen 400  
 Form- und Lagetoleranzen 323  
 Fortlaufende Kanten 184, 186  
 Fotorealistische Darstellung 325, 334f., 57  
 Freie Drehung 239f., 79  
 Freie Verschiebung 239f.  
 Freiformflächen 150, 192, 417  
 Freiformgeometrie 562  
 Freiformkörper 154, 158  
 Freiheitsgrade 109f., 218f., 360, 537, 537, 433, 65  
 - animieren 265  
 - anzeigen 219  
 Freistich 354  
 Freistichangabe 288  
 Führungslinien 297, 303  
 Führungslinientext 321, 566  
 Füllflächen erstellen 473

## G

Gelber Punkt 128, 50  
 Gelenke 421ff.  
 Gelenk platzieren 228  
 Genauigkeit 297, 414f., 496  
 Genauigkeit und Toleranz 124, 295  
 Geometrieelemente 16, 111, 113, 64  
 Geometrie projizieren 117, 244, 41, 49

Geometrische Abhängigkeiten 127, 525  
 Geometrische Stetigkeiten 563  
 Gesamtzeichnungen 267, 300  
 Gestell-Generator 351, 376, 378  
 Gestreckt (Skizze) 133  
 Getriebene Bemaßung 123f., 133  
 Gewindebohrung 180, 189, 511, 518  
 Gewinde erzeugen 175, 189  
 gif 348  
 Gitterstege (Lüftungsöffnung) 488  
 Glätten 561  
 Gleich-Bedingung (Skizze) 127  
 Gleichungskurve 144  
 Gleitverbindung 433  
 Globale Aktualisierung 15  
 Grafik aufschneiden 421  
 Gravieren 514  
 Grenzwert(e) 221, 231, 295  
 Grüner Punkt 128, 50  
 Gussform 505, 4, 471

## H

Halbschnitt 254, 282, 366, 419  
 Handbuch für Konstrukteure 445  
 Helix 143ff., 214  
 Hilfsansicht 282  
 Hilfslinien. *Siehe* Konstruktionslinien  
 Hintergrundbild 4  
 Hintergrundfarben 4  
 Hohlkörper 186, 446, 486  
 HSL 329  
 Hülle definieren (Express laden) 256, 262  
 Hüllkörper 156  
 Hybride Datenmodelle 562

## I

iam. *Siehe* \*.iam  
 iAssembly 140, 393, 396  
 IBL-Umgebung 57, 335  
 iCopy 404ff.  
 iCopy-Vorlagen 404  
 ide. *Siehe* \*.ide  
 idw. *Siehe* \*.idw  
 iFeature 154, 396f.  
 IGES 343, 348  
 iLogic 43, 399, 403  
 iMates 389f.

Import *345f.*, 350  
 Inhaltscenter 235, 62, 62, 72,  
 385, 387, 389f., 396, 446,  
 459, 520  
 Innengewinde 367, 180, 183,  
 68  
 Intelligente Baugruppen.  
*Siehe* iAssembly  
 Intelligente Bauteile. *Siehe* iParts  
 Inventor Studio 334, 57, 540,  
 335, 559  
 Invertierte Rundung 183  
 iParts 140, 154, 391, 397  
 ipn. *Siehe* \*.ipn  
 iProperties 16, 272, 327, 331,  
 37  
 ipt. *Siehe* \*.ipt  
 Isometrische Ansicht 280f.

## J

jpg 348

## K

Kabel 284, 457, 459f.  
 – erstellen 460f.  
 – Segmente 460ff.  
 – Verlauf festlegen 457, 460,  
 462  
 Kabelbaum 284, 457, 459f.  
 – Eigenschaften 463  
 – erstellen 460, 464  
 – Route. *Siehe* Routing  
 – verzweigen 464  
 Kameraeinstellung 335  
 Kegelräder 370  
 Kehlnaht 442  
 Keilwelle 369  
 Kerbzahnprofile 369  
 Kernel 561. *Siehe* 3D-Kernel  
 Kernstift platzieren 475  
 Kern und Kavität platzieren 465,  
 469  
 Kettentrieb 368  
 Kinematik 427  
 Knoten 376, 378  
 Koinzident (Skizze) 127, 129,  
 28, 34  
 Kollinear (Skizze) 127  
 Kompasskreis 14, 240  
 Komponente  
 – einschließen 393, 396  
 – erstellen 247, 48, 391  
 – platzieren 234, 528, 392, 532  
 Komponentenpositionen ändern  
 313, 90

Konische Senkung 243, 180, 69  
 Konstruktionsassistent 153,  
 264, 351, 497, 514f.  
 Konstruktionselemente bewahren  
 184  
 Konstruktionslinien 111ff., 49,  
 67  
 Konturvereinfachung 257  
 Konvertieren in Schweiß-  
 umgebung 156, 440  
 Konzentrisch (Skizze) 127, 131,  
 24  
 Koordinateneingabe 131  
 Koordinatensystem 10, 97f.,  
 189, 24, 236, 405, 451, 470  
 Kopieren 131, 452, 555  
 Körper  
 – reparieren 206  
 – verschieben 197, 467, 487  
 Kraft 422  
 Kraftangriff (FEM) 429f.  
 Krafterelemente 421  
 Kraftverbindungen (FEM) 424,  
 426  
 Krümmungsanalyse 418f.  
 Kugelgelenk 230  
 Kunststoff 331, 399, 493  
 Kunststoffbauteil. *Siehe* Kunst-  
 stoffteil  
 Kunststoffteil 161, 465f., 469  
 Kunststoffteil (Befehlsgruppe)  
 471, 489  
 Kurve auf Fläche 151  
 Kurvenscheibe 364, 366, 369  
 Kurzbefehle 564

## L

Lagerbelastung 434  
 Langloch skizzieren 115, 34,  
 115, 520, 121, 35  
 Laschen (biegen) 525, 479, 479  
 Lasten 355, 376  
 Lasten (Befehlsgruppe) 377,  
 434  
 Lasten (FEM) 427, 431  
 Layer 274f.  
 Leitungen erstellen 448  
 Leitungen (Kabel-) 461  
 Leitungen (Rohr-) 153, 445, 457  
 Leitungsverlauf (Route) 446,  
 448ff., 453, 455  
 Liniensart 111f., 116, 166  
 Linienstärke 274ff.  
 Liniensstil 274  
 Lippe 485, 489  
 Lockerungsmodus 109

Logische Regel(n). *Siehe* iLogic  
 Lokale Netzsteuerung 432  
 Löschen von Elementen 130,  
 196, 329, 565  
 Lotrecht (Skizze) 127, 129, 405  
 Lötverbindung 444  
 Lüftungsgitter 485, 489  
 Luminanz 329, 336

## M

Makro 401, 411  
 Markierungsmenü 18, 114, 162,  
 183f., 232, 234, 237, 247,  
 261, 279, 281, 301  
 Maschinenelemente 351  
 Maßeinheit 8, 347  
 Maßstab 277, 281, 284, 85, 87  
 Material  
 – im Dokument ablegen 332  
 – zuweisen 325, 327, 36f.  
 Material-Auswahlliste 327, 37,  
 331, 328  
 Materialbibliothek 212, 324,  
 326, 380, 47, 471, 547, 550  
 Materialdaten 38  
 Materialdatenbank 382  
 Materialeigenschaften  
 – anpassen 38  
 Materialien-Browser 325, 330  
 Material und Darstellung 325  
 Mathematische Kurven 114  
 Mechanismus 425  
 Mehrere Volumenkörper. *Siehe*  
 Volumenkörper, mehrere  
 Mehrfache Skizzenverwendung  
 141  
 Mehrfachkopieren 238, 53, 404  
 Messen 413  
 Metadaten. *Siehe* iProperties  
 Minimenü 18  
 Mini-Werkzeugkasten 18, 319,  
 321  
 Mit Anmerkung versehen 289  
 Mittellinie 111, 113, 127, 132,  
 243, 87  
 Mittelpunkt 112f., 22, 24, 26  
 Mittelpunktmarkierung 289f.,  
 86  
 MKS (Mehrkörpersimulation)  
 413, 421  
 Modalanalyse 427  
 Modellbaum 162, 324, 327, 47  
 Modellierkern. *Siehe* 3D-Kernel  
 Moldflow-Umgebung 465  
 Multifunktionsleiste 105, 460,  
 478

- Multipart 163, 192, 196, 485
- Muster
  - rechteckige Anordnung 119f., 207
  - runde Anordnung 209

## N

- Nachbarbauteile 242
- Nagelbrettansicht 284
- Navigationswerkzeug 13
- Negativform 465, 467
- Netzansicht (FEM) 432f.
- Netzeinstellungen (FEM) 431
- Netzfläche einpassen 206
- Neuer Volumenkörper 163, 190
- Neues Blatt 270, 288
- Neue Skizze 148, 498
- Nocken 364
  - linear 369
  - zylindrisch 369
- Normenauswahl 268
- Normteillbibliothek 532, 62, 385
- Normteil einfügen 253, 72, 80
- Normteil (Größe ändern) 534
- Nullen (nachfolgende ...) 293, 295f.
- Nullpunkt (Koordinatensystem) 98
- NURBS 562
- Nut (Passfeder) 242, 250, 286
- Nutzerdefinierte Features. *Siehe* iFeature

## O

- Oberfläche(n)
  - Befehlsgruppe 156, 200, 346
  - Beschaffenheit 320f.
  - fotorealistische 307
  - konkave 77
- Oberflächenanalyse 417
- Oberflächenkrümmung 418f.
- Oberflächenstatus 324
- Oberflächensymbol 319
- Objekt-Browser. *Siehe* Strukturbaum

## P

- Pack and Go 349
- Pan 12f.
- Paraboloid 151
- Parallele Ansicht 280, 280f., 87
- Parallel (Skizze) 127
- Parameter 134f., 137
  - benennen, umbenennen 392

- Parameterexport/-import 350
- Parameter mit Excel verknüpfen 134, 138
- Parameter umbenennen 135
- Parametrik 134
- Parametrische Bauteilsteuerung 136
- Passend (Abhängigkeit) 222
- Passfeder 242, 362, 433
- Passfedernut 242, 250, 286
- Passungsangabe 125, 295
- PDM 564
- Pfadextrusion 111, 550
- Pfadsegmente ausblenden (Präsentation) 315
- Pfadskizzen 110f., 169, 207, 405, 408, 410
- Pfeilspitze 46
- Pfeilspitze (Zeichnung) 297, 303
- Physikalische Eigenschaft (Material) 16, 212, 327
- Pin (Kabel) 459, 461
- Planare Fläche 99, 369
- Platzieren (Bauteile) 234
- png 341, 348
- Polar 29, 120, 36
- Polygon skizzieren 115, 118
- Positionsnummer 317, 301, 91, 91
  - automatisch erzeugen 301, 91
  - händisch erzeugen 301
- Positionsnummern ändern 303
- Prägen 175, 513
- Präsentation beginnen 308
- Produktdaten 267
- Produktivität (Befehlsgruppe) 264
- Profilanmerkung 323
- Profilkonstruktion 31
- Profilskizzen 110, 162, 166, 169
- Programmbedienung 7
- Programmbibliothek 561
- Programmeinstellungen 106
- Programmierschnittstelle 385
- Projekte 7, 212, 334, 387
- Projekt erstellen 21
- Projektverwaltung 21
- Projizierte Ansicht 281
- Prüfmaß 297
- Punkte hinzufügen (Spline) 114
- Punkte importieren 347

## Q

- Querformat 270
- Querschnittanalyse 418
- Querschnittsprofil 365

## R

- Rahmen (Zeichnungs-). *Siehe* Zeichnungsrahmen
- Raster 107, 119, 207
- Rasterfang 109, 239f.
- Rasterlinien 107
- Rechteckige Anordnung 119, 122, 518, 60
- Rechtwinklig (Skizze). *Siehe* Lotrecht (Skizze)
- Referenzgeometrie 117, 121, 241
- Regelfläche 203
- Regeln 385, 399, 477
- Renderer, Rendering 339, 334, 336, 57, 559
- Reparaturumgebung 199, 206, 346
- Ressourcenverbrauch 351, 380
- Revisionstabelle 298
- RGB 329, 548
- Riemenscheibe 359, 362
- Riementrieb 153, 359, 361
- Rippe erzeugen 171ff., 209, 488
- Rohr(e) 145, 445, 448
  - erstellen. *Siehe* Leitungen erstellen
  - Verlauf. *Siehe* Leitungsverlauf (Route)
- Rollen entlang scharfer Kanten 183f.
- Rotation 97, 112, 157
- Rotationskörper 165, 519, 77
- Route erstellen (Rohrverlauf) 446, 451, 453
- Route füllen 453, 455f.
- Routing 460f., 464
- Runde Anordnung 118, 120, 33, 121, 46

## S

- sat 561
- Sättigung 329
- Schalenkörperhülle 197
- Scharniergelenk 222
- Schnappverschluss erstellen 491, 493
- Schneckenrad 370

- Schnellstartleiste 9, 15  
 Schnittanalyse 418  
 Schnittansicht (Modell) 254, 518, 541  
 Schnittansicht (Zeichnung) 282  
 Schnittdarstellung 277, 283, 290  
 Schnittebene 254, 518, 469  
 Schnittkanten projizieren 117, 172  
 Schnittkurve 150  
 Schnittlinie 150, 282, 502, 282, 294, 86  
 Schnittmenge 163, 190, 562  
 Schraffurbereich 288  
 Schraffur formatieren 277  
 Schraubloch 172f.  
 Schriftfeld 270f.  
 Schriftfeld ausfüllen 272  
 Schweißnaht 155, 439, 441f.  
 Schweißsymbole 289  
 Schweißumgebung 156, 439  
 Schwerkraft 376, 378, 422, 434  
 Schwerpunkt. *Siehe* Flächen-schwerpunkt  
 Segment erstellen 460, 462  
 Segmentpunkte 462  
 Seitenansicht 281, 294  
 Selektieren, mehrfach 160  
 Senkungen 180f., 512  
 Shortcuts 564  
 Sichtbarkeit 232, 118, 276, 43, 46  
 Sichtbarkeit (Befehlsgruppe) 219  
 Sichtbarkeit (Bemaßungs-). *Siehe* Bemaßungssichtbarkeit  
 Silhouettenkurve 144, 150  
 Simulation erstellen 540, 423  
 Simulationseinstellungen (MKS) 423  
 Simulationswiedergabe (MKS) 423  
 Skalieren 110, 133, 193, 276  
 Skalierung 133, 170, 178, 279, 282, 336  
 Skelett-Konstruktion 371  
 Skelett-Modell 372, 374, 446  
 Skizze 97, 110, 143  
 – auf Oberfläche 176, 179, 198  
 – bearbeiten 88  
 – exportieren 347  
 – importieren 347  
 – mehrfach verwenden 141, 207  
 – starten 147, 143, 152, 24  
 Skizzenbemaßung. *Siehe* Bemaßung  
 Skizzenerstellung 103, 503, 104, 25  
 Skizzengeometrie 104, 104, 67  
 Skizzenumgebung 11, 105, 215, 272, 340, 348  
 Skizzierebene 102, 105, 103, 106, 41, 49  
 Skizzierpunkt 113, 180  
 Snapshot-Ansicht 315f., 90f.  
 Spiegeln 121, 144, 209, 501, 551  
 Spirale (spiralförmige Kurve) 143, 174  
 Spline 113  
 Spritzgussform 465, 475  
 Stanzen (Ausschneiden) 482  
 Stapelpublizierung 389  
 Statische Analyse 431  
 Statusleiste 11, 257, 546  
 STEP 343, 348  
 Stetigkeit 34f.  
 Stetig (Skizze) 127  
 Stil-Editor 268, 275, 293, 296, 337, 456  
 stl 206, 343, 348f., 494, 496  
 Stößel (Konstruktionsassistent) 365, 369  
 Strukturbaum 10, 141, 98, 146, 226, 162, 164, 238, 215, 318, 228, 345, 24, 53, 85, 435  
 Stückliste 303f., 272, 306, 90, 92  
 Studie erstellen 431  
 Stutzen 132, 27, 136, 28  
 – auf Gestell 373  
 Stützpunkte 144f., 167, 185, 515, 462  
 Sweeping 144, 148, 169, 399, 550f.  
 Symbol(e) 18, 7, 10, 230, 238, 246, 4, 28, 253f., 86, 390  
 Symbolleiste 13  
 Symmetrie (Abhängigkeit) 227  
 Symmetrieachse 491f.  
 Symmetrielinie 289f., 35, 87  
 Szene 309, 313  
 Szenenbild 336, 339  
 Szenenstil 335
- T**
- Tabellen in Zeichnungen 298  
 Tangential (Abhängigkeit) 225, 129, 55, 59  
 Tasche 97, 154, 258, 396  
 Technische Zeichnungen 267  
 Teilefamilie 387ff., 391  
 Teileliste 304  
 Teilen 192, 467  
 Tellerfeder 371  
 Template 10, 234, 296  
 Text 116  
 Textfeld 230, 272f.  
 Textur 181, 211, 325, 327ff., 339  
 tiff 348  
 Toleranzangaben 124  
 Torsionsfeder 371  
 Trägheitsmoment. *Siehe* Flächen-trägheitsmoment  
 Translation 218f., 222, 541  
 Trapezgewinde 189  
 Trennebene 161, 474, 495  
 Trennen 132, 144, 161, 164, 192, 204, 429f., 467, 495  
 Trennflächen (Formbau) 469, 473
- U**
- Überbestimmte Abhängigkeiten 130  
 Überlagerung 284, 432  
 Übersetzung 497, 515  
 Umgrenzungsfläche 201, 206, 469, 474  
 Unterbrochene Ansicht 285  
 Unterdrücken 540  
 Ursprungsgeometrie 98
- V**
- Variable 114, 135, 215  
 VBA 411  
 VBA-Editor 411  
 Verankern 450  
 Verbinden 152, 230, 49  
 Verbindungen (Baugruppe). *Siehe* Abhängig machen  
 Verdickung 190f., 347  
 Vereinfachtes Bauteil erstellen 263  
 Vereinfachung 259, 41, 256, 262  
 Vereinfachungsfunktionen 256  
 Vereinigung 163, 209, 562  
 Verformung 428, 435f.  
 Verjüngung 172f., 188, 417, 489  
 Verkabelung erstellen 460f.  
 Verknüpfungen festlegen 350, 27

- Versatz 189f.  
Versatz (Abhängigkeit) 221ff.  
Verschieben 131, 131, 135, 63f.  
Verschraubung 303, 367f., 451  
Video (Animation) 312, 314  
Vieleck skizzieren. *Siehe* Polygon skizzieren  
ViewCube 10, 13, 279, 316, 85, 279, 415  
Visualisierung 307, 217, 308, 3, 84, 422  
Vollnavigationsrad 13  
Volumenkörper  
- mehrere 11, 163, 467, 486, 495  
- stützen 192  
- teilen 192  
- trennen 161, 192  
Von-Mises-Spannung 435  
Vorlagendatei 522, 269, 468, 477
- W**
- Wandstärke 43, 59, 399, 401, 418, 476  
Wandung 161, 186, 339, 446, 486
- Welle 104, 217, 242, 285f., 353  
Welle-Nabe-Verbindung 362  
Wellen-Generator 104, 353, 356  
Werkzeugbau 156, 330, 465  
Wertetabelle 134, 137f., 392  
Windungssinn 174  
Winkel (Abhängigkeit) 224, 366, 535, 540  
Winkelbemaßung 26, 29  
Winkelgenauigkeit 414
- X**
- X-Achse 144, 149, 78  
XML 350, 494  
XY-Ebene 10, 105, 145, 159, 216, 465f., 494
- Y**
- Y-Achse 218  
YZ-Ebene 98, 501, 48, 551
- Z**
- Z-Achse 219, 224, 518, 54, 470, 55, 465  
Zahnräder 514, 516  
Zebrastreifenanalyse 417  
Zeichnungsansicht 270, 272, 277, 85, 87, 91, 480  
Zeichnungsnorm 8, 268  
Zeichnungsrahmen 268, 270f., 274, 278  
Zeichnungsskizze 282  
Zeichnungstyp. *Siehe* Zeichnungsrahmen  
Zeichnungsvorlagen 268  
Zeichnungsvorlagendatei 268  
Zeigegerät 12, 133, 281  
Zoom 12f.  
Zurückfalten (Bleche) 528, 483  
Zurück zur Baugruppe 449  
Zusammenbau 217, 527f., 20, 536, 54, 493, 496, 558  
Zusammenbauzeichnung 277, 286, 90  
Zusammenfügen 99, 218, 231, 53, 460  
Zusammenfügen (Befehlsgruppe) 41  
Zusatzmodule 5  
Zusatzprogramme 563  
Zuschneiden 287, 27  
Zylindrische Senkung 180f.