

Inventor 2019

Grundlagen und Methodik in zahlreichen Konstruktionsbeispielen

Bearbeitet von

Von: Patrick Klein, Thorsten Tietjen, und Günter Scheuermann

6., vollständig überarbeitete Auflage 2018. Buch inkl. Online-Nutzung. 470 S. Inkl. eBook inside. Hardcover
ISBN 978 3 446 45513 9

[Weitere Fachgebiete > Technik > Technik Allgemein > Konstruktionslehre und -technik](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beack-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

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

TEIL I – Learning by Doing	1
1 Einführung	3
1.1 Der Aufbau dieses Buches	4
1.2 Installation von Inventor	5
2 Grundlagen der Programmbedienung	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
3 Inventor-Probefahrt – ein Rollenständer	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
TEIL II – Anwendungsbereiche und Funktionen		95
4	Skizzen und Arbeitselemente	97
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	Skizzenumgebung öffnen	105
4.4	Einstellungen für das Arbeiten mit Skizzen	106
4.5	2D-Skizzen	110
4.5.1	Profilskizzen	110
4.5.2	Pfadskizzen	111
4.6	Die Geometrieelemente der Skizze	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	Genaues Positionieren beim Zeichnen	122
4.8	Elemente in Skizzen bemaßen	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	2D-Abhängigkeiten in Skizzen erstellen	126
4.9.1	Absolute Abhängigkeiten	126
4.9.2	Geometrische Abhängigkeiten	127
4.10	Automatisch vergebene Abhängigkeiten	127
4.11	Abhängigkeiten ein- und ausblenden	129
4.12	Konturen in Skizzen ändern	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	Maße mit Formeln oder Wertetabellen verknüpfen	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	Mehrfache Skizzenverwendung	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
5	Bauteile	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

5.6	Flächenbefehle	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
5.7	Muster	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
5.8	Einem Bauteil ein Material zuweisen	211
5.9	Adaptive Bauteile	213
5.9.1	Adaptive Bauteile durch unbestimmte Parameter	214
5.9.2	Adaptive Bauteile durch projizierte Geometrien	215
6	Baugruppen	217
6.1	Grundlagen	217
6.2	Freiheitsgrade eines Bauteils	218
6.3	Abhängigkeit und Verbindungen	220
6.4	Freiheitsgrade durch Abhängigkeit eliminieren	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
6.5	Verbindung(en) erzeugen	228
6.6	Zusammenfügen	231
6.7	Abhängigkeiten: Sichtbarkeit und Bewegen	232
6.7.1	Beziehungen ein- bzw. ausblenden	232
6.7.2	Bewegungen ausführen	233
6.8	Bauteile in eine Baugruppe einfügen	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
6.9	Einzelne Bauteile in einer Baugruppe bewegen	239
6.9.1	Freie Verschiebung	240
6.9.2	Freie Drehung	240
6.9.3	Rasterfang	240
6.10	Bauteile im Kontext einer Baugruppe bearbeiten	242
6.11	Ein neues Bauteil in einer Baugruppe erstellen	246
6.12	Änderungen an adaptiven Elementen einer Baugruppe	250
6.13	Darstellungen, Ansichten, Position, Detailgenauigkeit	253
6.13.1	Ansicht	254
6.13.2	Position	255
6.13.3	Detailgenauigkeit (LOD)	255
6.14	Vereinfachung von Baugruppen	256
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
6.15	Die Befehlsgruppe Produktivität	264
7	Zeichnungsableitung	267
7.1	Einzelteil- und Gesamtzeichnungen	267
7.2	Arbeiten mit Zeichnungsnormen	268
7.2.1	Normenauswahl im Startfenster	268
7.2.2	Anpassen von Zeichnungsvorlagen	268
7.3	Arbeitsblatt, Zeichnungsrahmen und Schriftfeld	270
7.3.1	Blattformate	270
7.3.2	Zeichnungsrahmen	271
7.3.3	Schriftfeld	271
7.4	Layer und Linienstil	274
7.5	Zeichnungsansichten	277
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
7.6	Ansicht ändern	285
7.6.1	Lösen, Unterbrochene Ansicht	285

7.6.2	Ausschnitt – Ausbruch	285
7.6.3	Aufgeschnittene Ansicht	287
7.6.4	Zuschneiden	287
7.7	Skizze erstellen	288
7.8	Neues Blatt, Ansichten auf mehreren Blättern	288
7.9	Zeichnung mit Anmerkung versehen	289
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
7.10	Baugruppenzeichnungen	300
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
8	Modell-, Zeichnungs- und Präsentationsaufbereitung	307
8.1	Präsentation und Animation	307
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
8.2	Zeichnungsableitung aus der Präsentationsumgebung	314
8.3	Bauteile mit 3D-Anmerkungen versehen	318
8.4	Material- und Darstellungsbibliothek	324
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
8.5	Inventor Studio – Rendering	334

9	Datenaustausch	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
10	Konstruktionsassistenten	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
11	Konstruktionsautomatisierung	385
11.1	Normteibibliothek – 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

12	Prüf- und Analysewerkzeuge	413
12.1	Messen	413
12.2	Oberflächenanalysen	417
12.3	Dynamische Schnittdarstellungen	419
12.4	Dynamische Simulation	421
12.5	Belastungsanalyse (FEM)	427
TEIL III – Arbeitsbereiche und Übungen		437
13	Inventor-Arbeitsbereiche	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
14	Übung: Zahnstangenpresse	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
15	Übung: Bügelflasche	543
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
16	Anhang	561
16.1	3D-CAD-Begriffe	561
16.1.1	3D-Kernel	561
16.1.2	3D-Datenmodelle	562
16.1.3	Geometrieelemente	562
16.1.4	Kurvenübergänge, Stetigkeiten	563
16.2	Inventor-Module	563

16.3	Tastaturkurzbefehle/Hotkeys (Auszug)	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
Index		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.

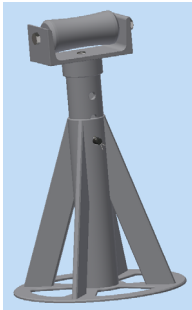
Farbschema des Buches und Zugang zu den Beispieldateien

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>.

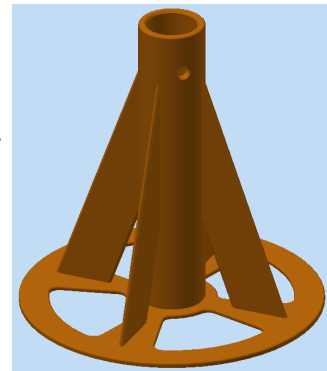
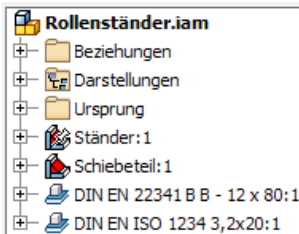
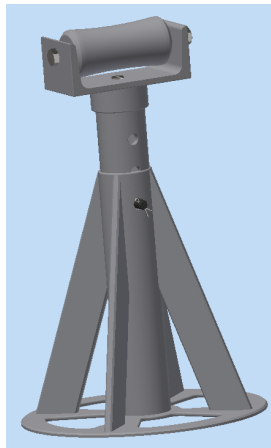
■ 3.2 Das Produkt »Rollenständer«



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.



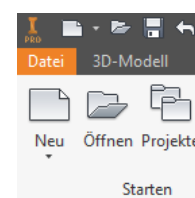
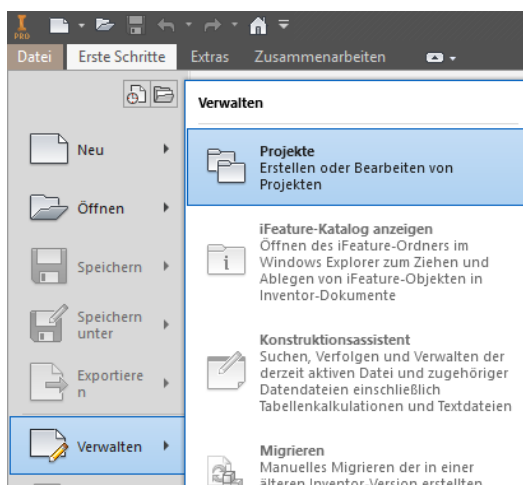
Die Erstellung der Unterbaugruppe *Ständer* wird im Folgenden detailliert erklärt und kann Schritt für Schritt nachvollzogen werden. Die Konstruktion der Unterbaugruppe *Schiebeteil* wird dagegen nur in groben Schritten beschrieben. Es sollte nach der ersten »Probefahrt« bereits möglich sein, diese Baugruppe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

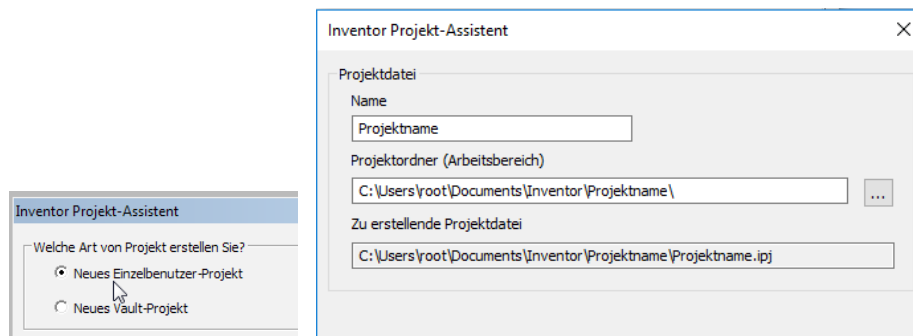
- Alle Dateien und Dokumente einer Konstruktion befinden sich in einem Arbeitsordner.
- In der Projektverwaltung behält man die Übersicht und kann schnell zwischen einzelnen Projekten wechseln.
- Zur Weitergabe der Konstruktionen ist die Zusammenfassung zu Projekten sinnvoll.
- In der Teamarbeit, vor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

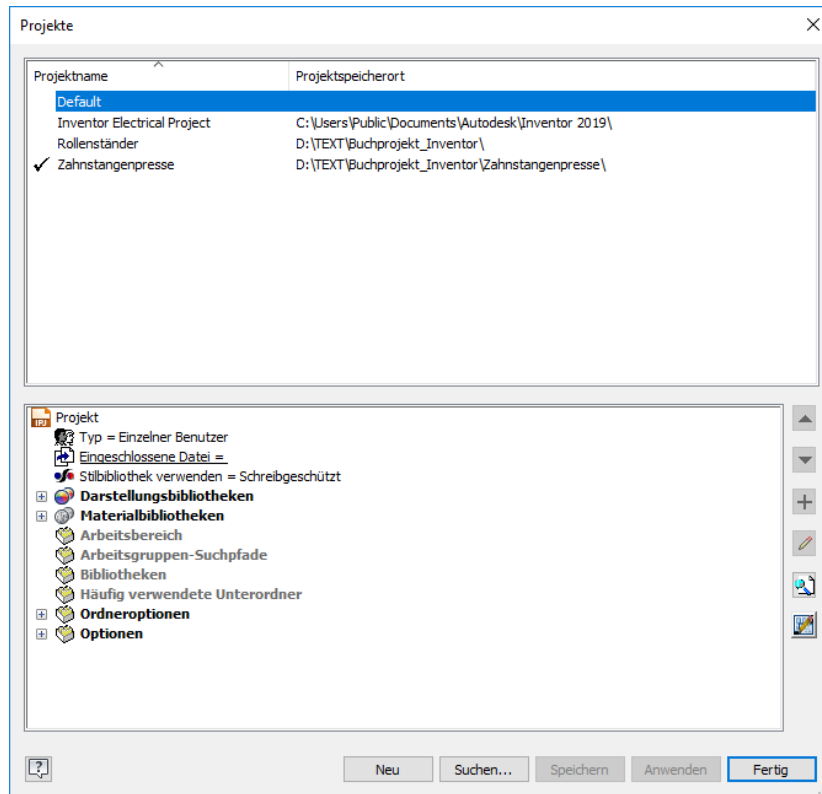
Das Anlegen eines Projekts erfolgt über das entsprechende Icon auf der Registerkarte **ERSTE SCHRITTE** in der Befehlsgruppe **Starten**. Alternativ kann die Funktion auch über **DATEI → VERWALTEN → PROJEKTE** aufgerufen werden.



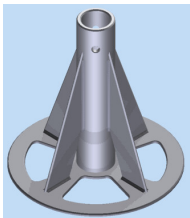
Im folgenden Dialogfenster ist auf **NEU** zu klicken, um ein **NEUES EINZELBENUTZER-PROJEKT** mit dem Namen *Rollenständer* zu erzeugen.

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





■ 3.4 Die Baugruppe »Ständer« erstellen

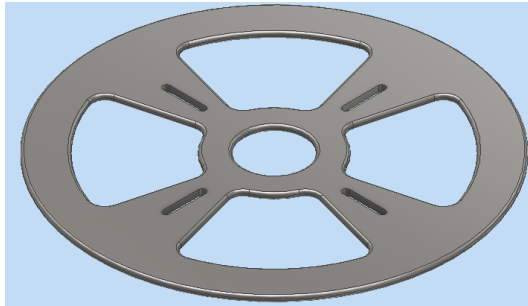


Der Ständer besteht aus drei zu konstruierenden Bauteilen, der Grundplatte, dem Ständerrohr und einer Rippe, die viermal eingefügt wird. Eine kleine Besonderheit bei dieser Konstruktion wird sein, dass nach der Erstellung der Grundplatte sofort in die Baugruppenumgebung gewechselt und alle anderen Teile 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.

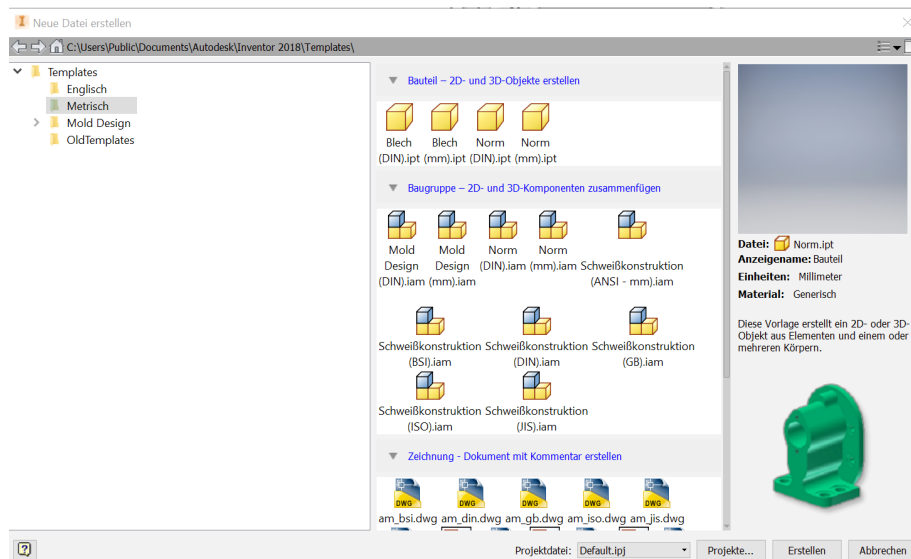
■ 3.5 Bauteil »Grundplatte« erstellen

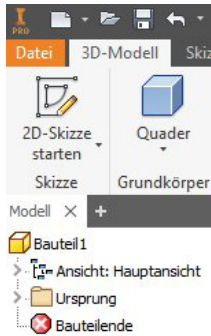
Die Grundplatte soll als erstes Teil konstruiert werden. Die fertige Skizze befindet sich im Projektordner unter dem Dateinamen *Grundplatte01_Skizze1.ipt*. Diese Vorgabe soll aber nicht davon abhalten, die Skizze selbst zu erstellen. Deshalb werden diese Schritte nachfolgend auch detailliert erklärt.



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.

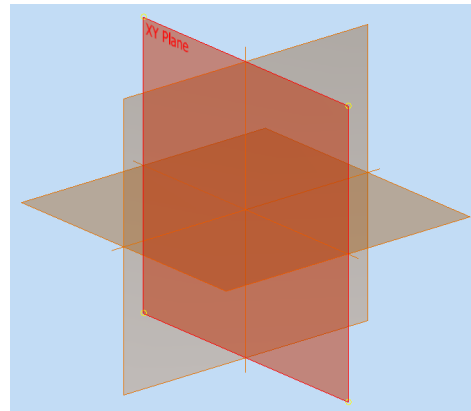
Um ein neues Bauteil zu erzeugen, wird in den meisten Fällen zuerst eine 2D-Skizze erstellt, aus der im nächsten Schritt durch Extrusion der Fläche oder Rotation der Fläche um eine vorgegebene Achse ein 3D-Körper erzeugt werden kann.

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.

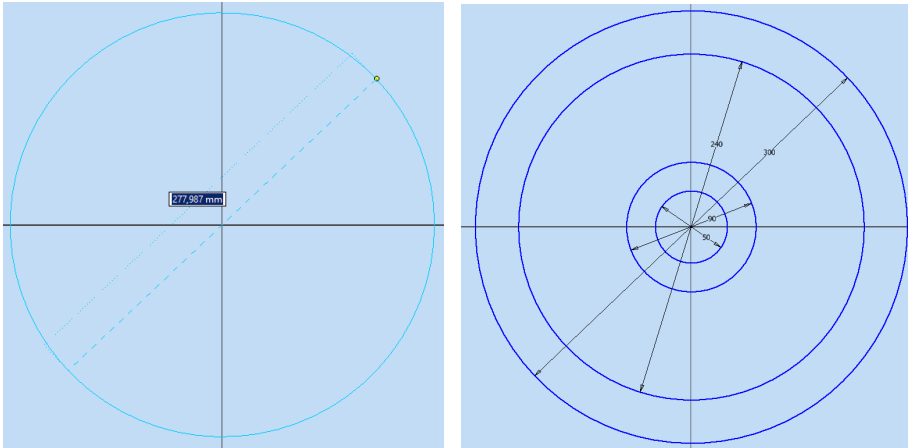
3.5.2.1 Konzentrische Kreise erstellen

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.

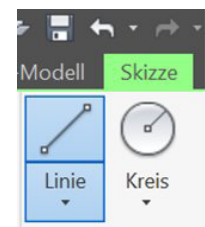
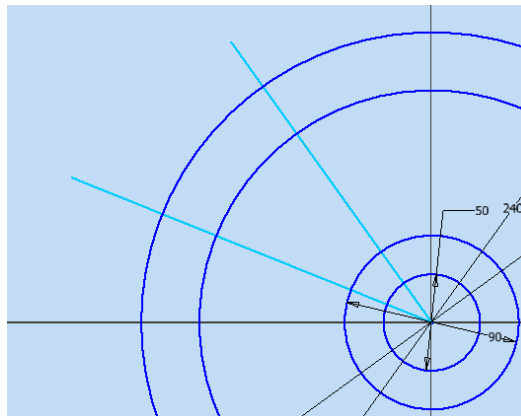


TIPP: Es ist bei der Skizzenerstellung häufig sinnvoll, mit dem größten Element, hier mit dem Kreis von 300 mm, zu beginnen und dieses Element in den Ansichtsbereich zu zoomen. Die Übersicht für die folgenden kleineren Skizzenelemente ist dann besser.

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.

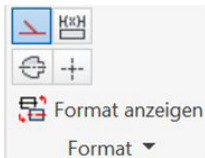


- Den Kreismittelpunkt ist auf den **Koordinatenursprung (0,0)** zu setzen, indem man den Mittelpunkt vom Fadenkreuz anklickt. Befindet sich der Cursor genau über dem Fadenkreuz, verändert sich seine Farbe.

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.

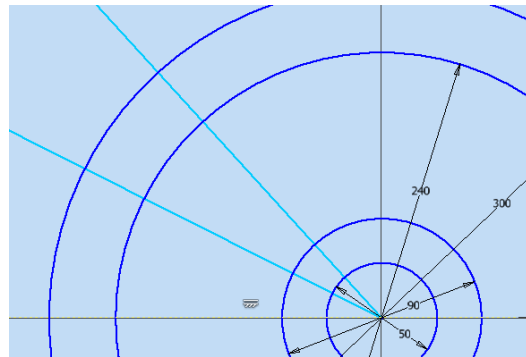
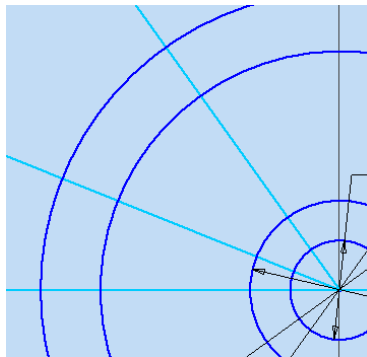


TIPP: Die Linienfunktion in Inventor geht grundsätzlich davon aus, dass man eine aus mehreren Elementen bestehende Kontur zeichnen möchte, weshalb der Linienzeichenmodus nach dem Setzen eines Endpunkts aktiv bleibt. Eine Ausnahme besteht, wenn der Endpunkt auf einen anderen markanten Punkt, anderen Endpunkt,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

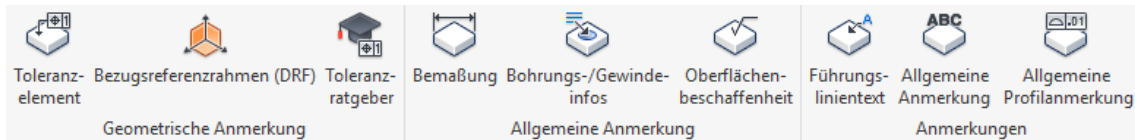


TIPP: Der Unterschied zwischen normal gezeichneten Elementen und Konstruktions- bzw. Mittellinien besteht darin, dass nur normal gezeichnete Elemente als Skizzenkonturen für Extrusionen usw. erkannt werden. Sie stellen keine Körperkanten dar.

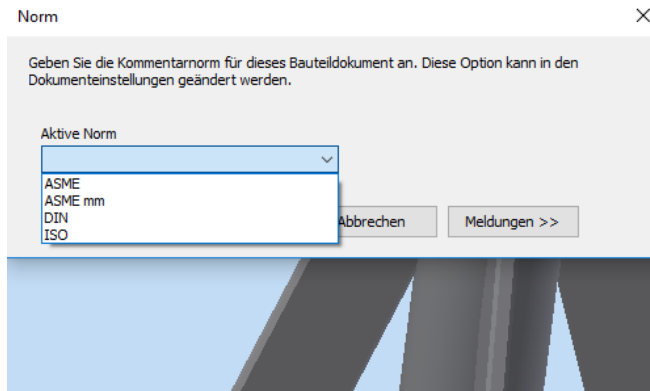
■ 8.3 Bauteile mit 3D-Anmerkungen versehen

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 Bohrungsinformationen direkt am 3D-Modell anzugeben.



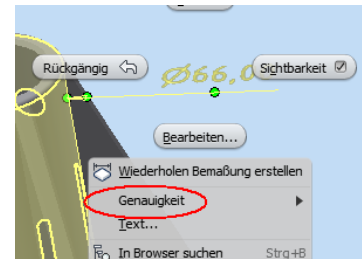
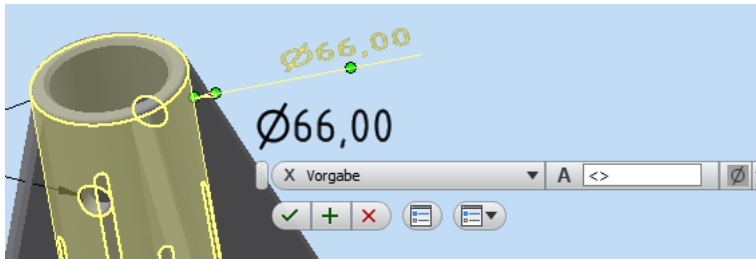
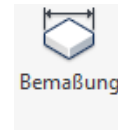
Mit der ersten zu setzenden 3D-Anmerkung in einer Datei wird über ein Dialogfeld die Kommentarnorm DIN, ISO oder ASME ausgewählt. Die Norm kann in den **DOKUMENTENEINSTELLUNGEN** unter der Registerkarte **EXTRAS** geändert werden. Im eingeblendeten Dialogfenster kann im Register **NORM** die aktive Norm über das Auswahlménü 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 Anmerkungs-text 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.

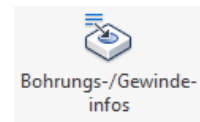
Ein Aufruf des Kontextmenüs (siehe Abbildung rechts) zeigt weitere Einstellmöglichkeiten für die gesetzte Anmerkung. Hier kann beispielsweise über die **GENAUIGKEIT** festgelegt werden, wie viele Nachkommastellen angezeigt werden sollen. Diesen Menüpunkt gibt es jedoch ausschließlich für die Funktion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



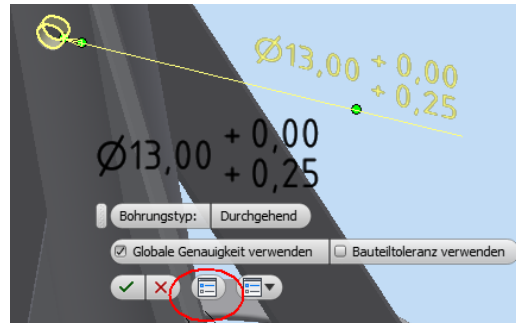
HINWEIS: BEMASSUNG kann sowohl für Linear- als auch Durchmesser- oder Radienbemaßungen verwendet werden. Der verwendete Bemaßungstyp wird im Strukturbaum ausgewiesen. Kegelflächen (z. B. Fasen) können nicht bemaßt werden.


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

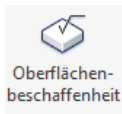
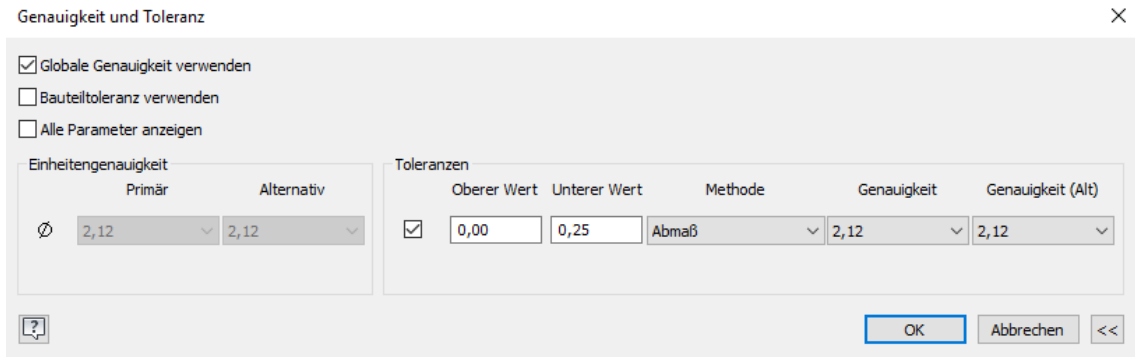
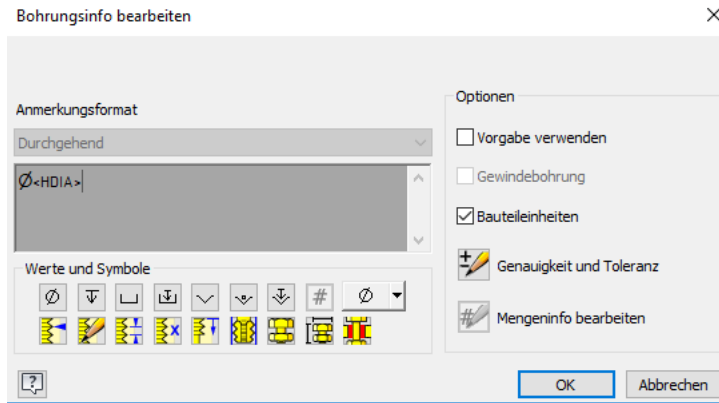
In der Abbildung ist die Schaltfläche **OBERFLÄCHENSYMBOL BEARBEITEN** markiert, deren Benennung leider etwas irritierend ist, da sie das Dialogfenster **Bohrungsinfo bearbeiten** öffnet. Falls der in der Abbildung dargestellte Mini-Werkzeugkasten nicht sichtbar ist, kann er über das Kontextmenü mit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



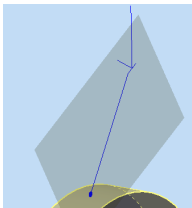
Das **Bohrungsinfo bearbeiten**-Dialogfenster erscheint mit dem Anmerkungs-text, der an dieser Stelle geändert werden kann. Mit den Schaltflächen unterhalb der Texteingabe können der Anmerkung weitere automatisch erkannte Parameter hinzugefügt werden. Über den im Dialogfenster angebotenen Befehl **GENAUIGKEIT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



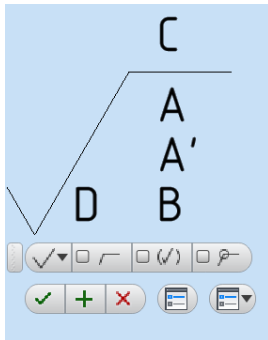
TOLERANZ ist es nun möglich, die gewünschten Nachkommastellen und die Toleranzvorgaben einzugeben. **MENGENINFO BEARBEITEN** enthält das Anmerkungsformat, um beispielsweise die Mustermenge für eine Bohrung anzeigen zu lassen. Mit dem Button **OK** oder der Funktion  aus dem Kontextmenü erfolgt die Bestätigung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

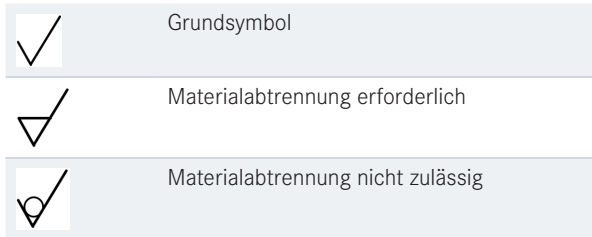
B: Angabe zur Oberflächenbeschaffenheit

C: Angabe zum Fertigungsverfahren oder zur Oberflächenbehandlung bzw. Beschichtung

D: Angabe zur Oberflächenbeschaffenheit (Rillen und Rillenrichtung)

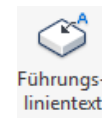
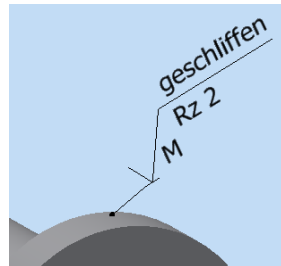
E: Angabe einer Bearbeitungszugabe

Über das Kontextmenü des Mini-Werkzeugkastens (Auswahl von **OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT**) 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).



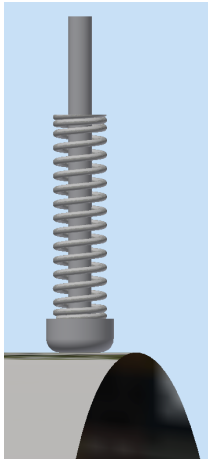
Unter der Registerkarte **KONSTRUKTION** bietet Inventor in der Baugruppenumgebung unterschiedliche Assistenten für die Konstruktion häufig verwendeter Maschinenelemente an. Neben der Unterstützung zur Konstruktion klassischer Maschinenelemente (siehe Abschnitt 10.1) wird auch ein sogenannter Gestell-Generator 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 Elementengruppe, 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 **Berechnung**

Platzierung

☒ Achse ☐ Startebene

Installierte Länge

Min. Belastungslänge

Wicklungssinn

Federdraht

Drahtdurchmesser

Federanfang

Geschlossene Endwindungen

Übergangswindungen

Fixierte Windungen

Federende

Geschlossene Endwindungen

Übergangswindungen

Fixierte Windungen

Federlänge

Längeneingaben

Länge der entspannten Feder

Steigung

Aktive Windungen

Federdurchmesser

Durchmesser

D₁

Ergebnisse

c 6,357 oE

D 5,085 mm

D₂ 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.

Druckfeder-Generator

Konstruktion **Berechnung**

Festigkeitsberechnung der Feder
Entwurf der Druckfeder

Berechnungsoptionen
Typ des Entwurfs
F, Montageabmessungen --> d, L₀, n, D

Methode der Belastungskrümmungskorrektur
Keine Korrektur

Entwurf der Einbaumaße
Entwurf aller Einbaumaße L₁, L₈, H

Belastung
Min. Belastung F₁ 10,000 N
Max. Belastung F₈ 30,000 N
Arbeitsbelastung F 20,000 N

Bemaßungen
Drahtdurchmesser d 0,800 mm
Außendurchmesser D₁ 5,885 mm
Länge der entspannten Feder L₀ 36,000 mm

Federvindungen
Runden der Windungsanzahl 1
Aktive Windungen n 16,000 oE

Material der Feder
☐ Benutzerdef. Material
Zugfestigkeitsspannung σ_{ult} 1860,000 MPa
Zulässige Torsionsspannung τ_A 930,000 MPa
Schubelastizitätsmodul G 68500,000 MPa
Dichte ρ 7850 kg/m³
Gebrauchskoeffizient des Materials u_s 0,900 oE
☐ Kontrolle auf Ausknicken
Federtyp
Geführte Lagerung - parallel bearb. Auflageflächen
☐ Dauerbelastung
Federn, nicht kugelgestrahlt
Lebensdauer in Tsd von Zyklen N > 10000
Sicherheitskoeffizient k_f 1,200 oE

Montageabmessungen der Feder
H, L₁ --> L₈
Min. Belastungslänge L₁ 30,000 mm
Max. Belastungslänge L₈ 18,000 mm
Arbeitshub H 12,000 mm
Arbeitsbelastungslänge L_w 24,000 mm

Ergebnisse

a	1,338 mm
t	2,138 mm
K _w	1,000 oE
k	1,667 N/mm
s ₁	6,000 mm
s ₈	18,000 mm
s ₉	21,400 mm
L _{minf}	16,957 mm
L ₉	14,600 mm
F ₉	35,667 N
τ_1	252,930 MPa
τ_8	758,791 MPa
τ_9	902,118 MPa
v	4,371 mps
f	642,724 Hz
W ₈	0,270 J
l	301,059 mm
m	0,001 kg

22:06:44 Berechnung deutet auf Konstruktionsübereinstimmung hin.


Berechnen OK Abbrechen >>

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

Wellen-Generator

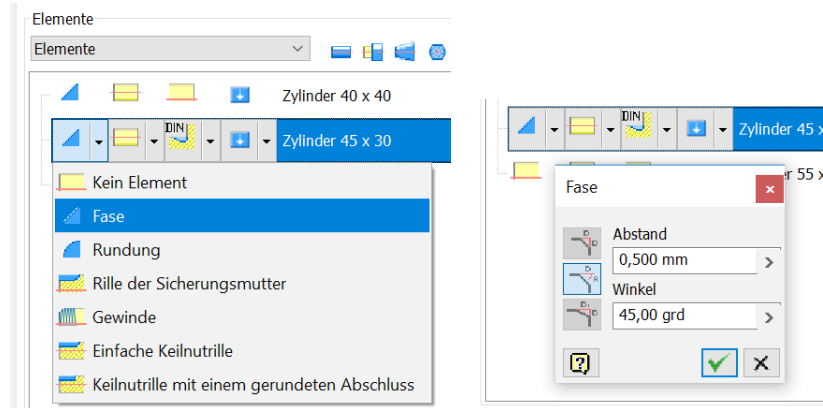
Konstruktion **Berechnung** Diagramme

Platzierung
    Achse, Start, Ausrichtung ☐ Passend

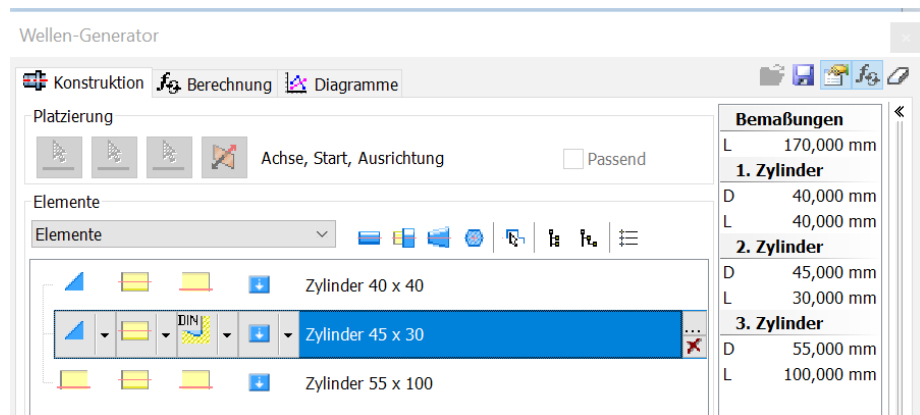
Elemente
Elemente
                     

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** ausgewählt 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 ρ 7860 kg/m³

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

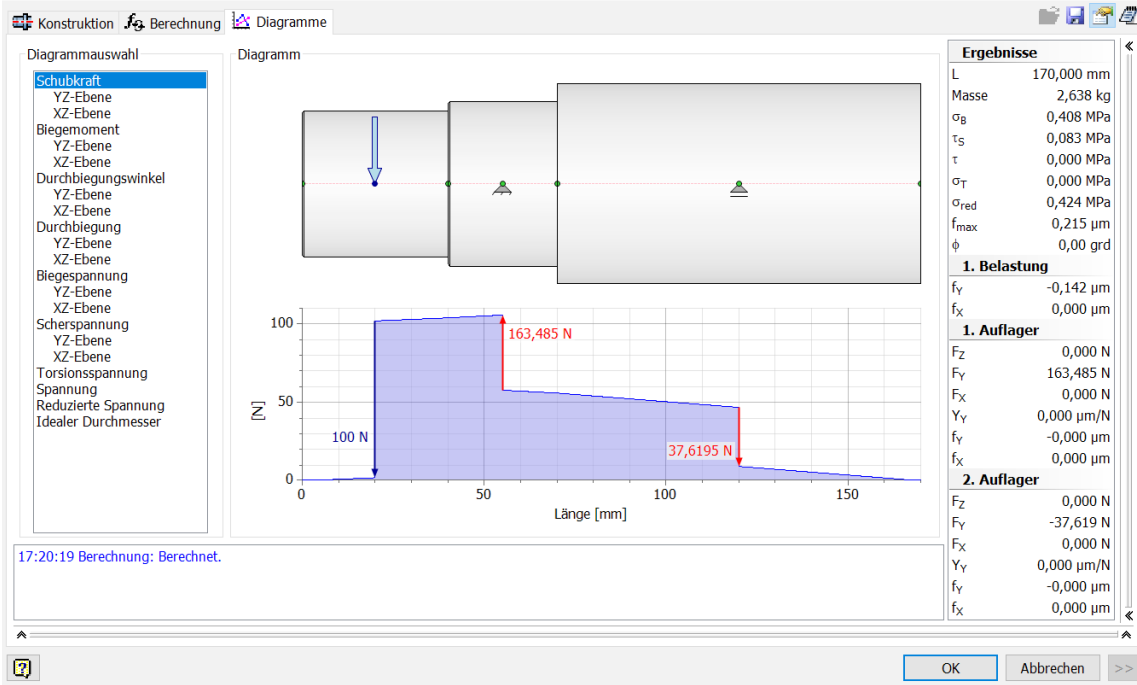
2D-Vorschau

Ergebnisse

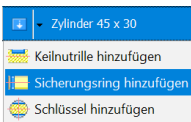
L	170,000 mm
Masse	2,638 kg
σ_B	0,194 MPa
τ_S	0,081 MPa
τ	0,000 MPa
σ_T	0,000 MPa
σ_{red}	0,240 MPa
f_{max}	0,044 μ m
ϕ	0,00 grd
1. Belastung	
f_Y	0,000 μ m
f_X	0,000 μ m
1. Auflager	
F_Z	0,000 N
F_Y	0,000 N
F_X	0,000 N
Y_Y	0,000 μ m/N
f_Y	0,000 μ m
f_X	0,000 μ m
2. Auflager	
F_Z	0,000 N
F_Y	0,000 N
F_X	0,000 N
Y_Y	0,000 μ m/N
f_Y	0,000 μ m
f_X	0,000 μ m

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.

Wellen-Generator



Nach Auswahl des Lagers (siehe auch Abschnitt 10.1.2) kann der Wellen-Generator über das Kontextmenü im Strukturbaum erneut geöffnet werden (**MIT KONSTRUKTIONSASSISTENT 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 (Befehls-
gruppe) 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
 Bemaßungsichtbarkeit 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
 Geometrielemente 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
 Kerzbahnprofile 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.
 Kraftelemente 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
 Linienart 111f., 116, 166
 Linienstärke 274ff.
 Linienstil 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
 Modellkern. *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
 Normteilibibliothek 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
 Riemtrieb 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
Zeigergerät 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.