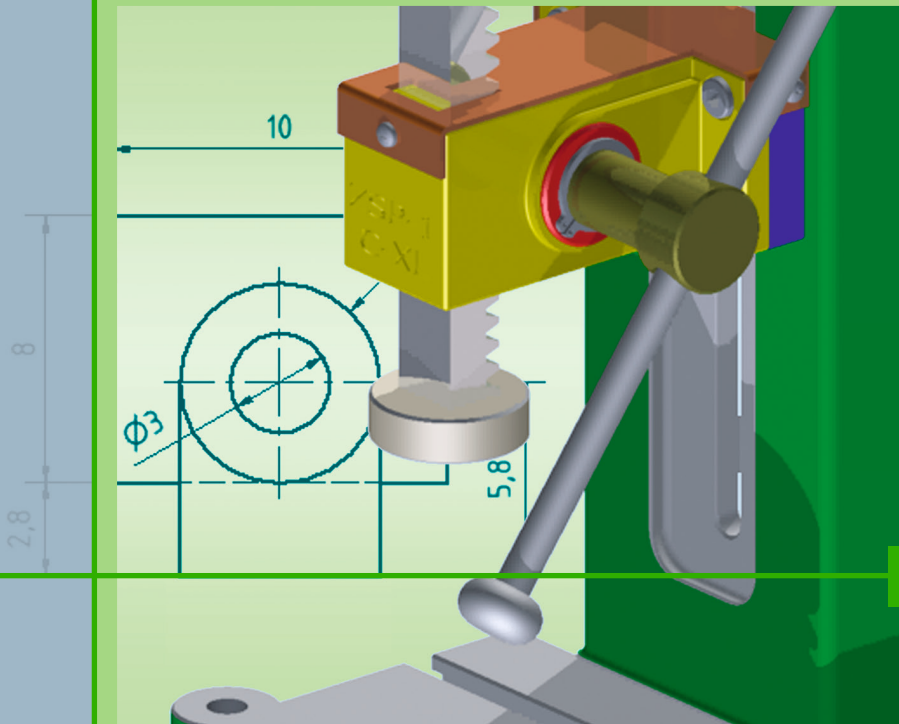


Patrick Klein  
Thorsten Tietjen  
Günter Scheuermann

# Inventor 2019

Grundlagen und Methodik in  
zahlreichen Konstruktionsbeispielen



6., vollständig überarbeitete Auflage

HANSER



**bleiben Sie auf dem Laufenden!**

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

**[www.hanser-fachbuch.de/newsletter](http://www.hanser-fachbuch.de/newsletter)**



Patrick Klein  
Thorsten Tietjen  
Günter Scheuermann

# Inventor 2019

Grundlagen und Methodik  
in zahlreichen Konstruktionsbeispielen

6., vollständig überarbeitete Auflage



HANSER

Die Autoren:  
*Patrick Klein*, Bremen  
*Thorsten Tietjen*, Osterholz-Scharmbeck  
*Günter Scheuermann*, Nürnberg



Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht, auch nicht für die Verletzung von Patentrechten, die daraus resultieren können.

Ebenso wenig übernehmen Autor und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt also auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benützt werden dürften.

Bibliografische Information der deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

ISBN 978-3-446-455 13-9  
E-Book-ISBN 978-3-446-457 13-3

© 2018 Carl Hanser Verlag München  
Lektorat: Julia Stepp  
Herstellung: Isabell Eschenberg  
Umschlagkonzept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München  
Umschlagrealisation: Stephan Rönigk  
Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell  
Druck und Bindung: CPI books GmbH, Ulm  
Printed in Germany  
[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

# 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





# TEIL I

## Learning by Doing



Kurze Einführung in den Aufbau des Buches, Versions- und Installationshinweise sowie eine sehr detaillierte, in kleine Arbeitsschritte aufgeteilte und trotzdem umfassende Einstiegsübung – die Probefahrt mit Inventor.

- Einführung, Aufbau des Buches
- Installation, Systemvoraussetzungen
- Grundlegende Bedienfunktionen
- Schnelleinstieg anhand eines Praxisbeispiels (Projekt »Rollenständler«)



# 1

## Einführung

Der Traum eines jeden Entwicklers und Konstrukteurs ist es, die Funktionsweise einer komplexen Konstruktion unter realistischen Bedingungen visualisieren und simulieren zu können, ohne dass hierfür ein kostspieliger Prototyp gebaut werden muss. Das Stichwort hierfür heißt **Digital Prototyping**. Mit dem Einsatz dieser Technik werden die Entwicklungszeiten verkürzt, die Kosten gesenkt und die Qualität der Produkte verbessert.

Die Grundlage stellt dabei ein virtuelles 3D-CAD-Modell dar, an dem mit rechnerischen Methoden, wie kinematische und dynamische Simulation, Finite-Elemente-Methode, Visualisierung oder Funktions- und Montagesimulation, sowohl die Werkstoff- und Festigkeitseigenschaften als auch die fertigungs- und die montageseitigen Bedingungen optimiert werden können.

Es existieren weltweit nur noch eine Handvoll Computerprogramme, die in der Lage sind, solche virtuellen Modelle zu erzeugen und die vorangehend genannten Schritte des Digital Prototypings umzusetzen. Die Software Autodesk Inventor gehört zu dieser Gruppe, und in die Arbeit mit diesem Programmpaket soll dieses Buch eine grundlegende und umfassende Einführung geben.

Inventor ist eines der leistungsfähigsten 3D-CAD-Systeme. Das sollte Sie nicht verunsichern, sondern eher dazu motivieren, das Programm zu Ihrem Nutzen einsetzen zu können. Es ist nicht schwer!

Nicht das Lesen des Buches soll im Vordergrund stehen, sondern das eigenständige Arbeiten. Dafür ist es nötig, bei der Lektüre des Buches das hier behandelte CAD-Programm zur Verfügung zu haben und damit zu arbeiten.

Es ist für das grundsätzliche Kennenlernen des Programms aber nicht unbedingt notwendig, die aktuellste Inventor-Version zu verwenden. Es gibt nur ganz wenige Stellen in den Übungen, welche die Version Inventor 2019 erfordern. Fast alles in diesem Buch kann auch noch mit älteren Inventor-Versionen erarbeitet werden.

Zu Beginn ist vor allem die Vielfalt der gebotenen Möglichkeiten erschreckend groß, doch es ist hier wie so häufig der Fall, dass ca. 80% der zu lösenden Aufgaben mit maximal 20% der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten gelöst werden können.

Dies zu erkennen und mit dem Programm rationell arbeiten zu können, dabei soll Ihnen dieses Buch die nötige Unterstützung bieten.

Wir wünschen Ihnen viel Freude dabei!

*Ihre Autoren*

## ■ 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>.

## ■ 1.2 Installation von Inventor

Inventor 2019 wird in unterschiedlichen Ausstattungen ausgeliefert: in der Light-Version, in der Standard-Version ohne Zusatzmodule und in der Professional-Version mit allen Zusatzmodulen. Eine detaillierte Übersicht über die verschiedenen Ausstattungen von Inventor 2019 finden Sie auf der Autodesk-Website unter:



<https://www.autodesk.de/compare/compare-features/inventor-vs-inventor-lt>

Für Lehrer, Schüler und Studenten bietet Autodesk kostenlose Lizenzen an. Eine Klassenraumlizenz für Schulen und Einzelplatzlizenzen für Schüler, Studenten oder Lehrer können auf der Autodesk-Website bezogen werden. Diese Versionen sind Vollversionen, mit denen uneingeschränkt gearbeitet werden kann, die jedoch nicht für gewerbliche Zwecke verwendet werden dürfen.



**TIPP:** Inventor bietet für Schüler/Studenten kostenlose Lizenzen an. Den Zugang und weitere Hinweise finden Sie unter <http://students.autodesk.com>. Ist das unterrichtende Institut dort als Schule/Hochschule eingetragen, können dessen Schüler/Studenten kostenlos eine Inventor-Version beziehen und registrieren lassen.

Die Installation für die Übungen, die in diesem Buch enthalten sind, wurde mit der Option »vollständige Installation« durchgeführt.



**HINWEIS:** Während der Installation wird die Frage nach der Möglichkeit der zu installierenden Bauteilbearbeitung gestellt. Die Installation für die Übungen dieses Buches wurde mit der Option »Bauteilbearbeitung in Zeichnungen aktivieren« durchgeführt. Die Wahl der Bauteilbearbeitung bei der Installation ist insofern von Bedeutung, als sie nachträglich nicht mehr geändert werden kann.

Sollten Sie Inventor mit anderen Optionen als den hier genannten installiert haben, so kann es bei verschiedenen Beispielen im Buch möglich sein, dass Sie diese auf Ihrem System nicht in jedem Detail eins zu eins nachvollziehen können. Auf die zentralen Aspekte, die mit den Beispielen vermittelt werden sollen, hat dies jedoch keinen Einfluss.

### Systemvoraussetzungen

Bedingt durch ihren Aufbau benötigen CAD-Systeme Computer mit möglichst viel Arbeitsspeicher (mindestens 8 GB RAM, empfohlen werden 20 GB oder mehr) und einem leistungsstarken Prozessor (mindestens 3 GHz oder mehr). Lauffähig ist Inventor ausschließlich auf Windows-Betriebssystemen in der 64-Bit-Version.

Grundsätzlich gilt: Je mehr Bauteile geöffnet sind, desto mehr Rechenoperationen finden gleichzeitig statt und desto mehr Rechenleistung sollte Ihr Computer besitzen.

Für ein entspanntes Arbeiten werden ein großer Bildschirm (> 20 Zoll) sowie entsprechende Eingabegeräte empfohlen.

Mit jeder Version von Inventor gibt Autodesk Hinweise für die Systemvoraussetzungen heraus, sowohl für Hardware als auch für die unterstützten Betriebssysteme. Die Systemvoraussetzungen für Inventor 2019 Professional sind im Internet unter folgender URL abzurufen: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/inventor-products/learn-explore/caas/sfdarticles/sfdarticles/DEU/System-requirements-for-Autodesk-Inventor-2019.html>




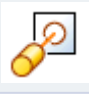
Auf den folgenden Autodesk-Webseiten können Sie kostenlose Zusatz- und Serviceprogramme für die Arbeit mit Inventor bzw. mit Inventor-Dokumenten herunterladen:

- <https://knowledge.autodesk.com/support/inventor-products/downloads/caas/downloads/content/autodesk-inventor-view-2019.html>
- <https://knowledge.autodesk.com/support/dwg-trueview/learn-explore/caas/sfdarticles/sfdarticles/Where-to-download-previous-versions-of-DWG-TrueView.html>
- <https://www.autodesk.de/products/design-review/download>
- <https://knowledge.autodesk.com/support/inventor-products/downloads> (Updates & Service Packs)

# 2

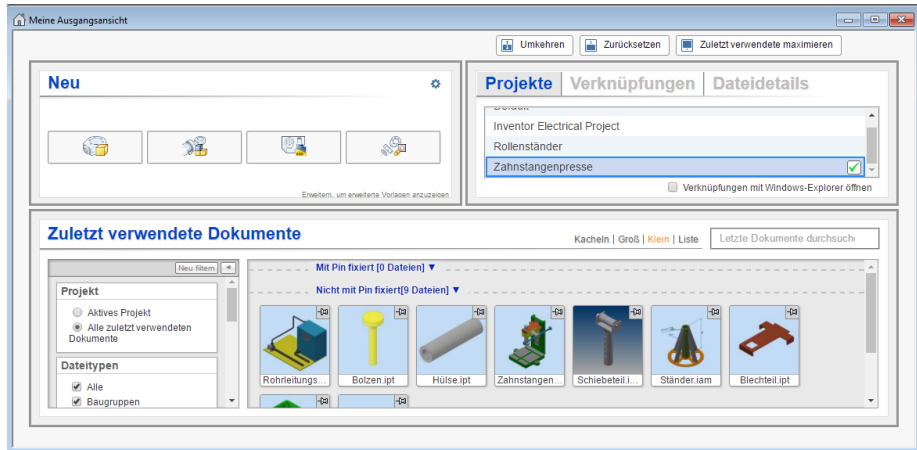
## Grundlagen der Programmbedienung

Wie Sie im Datei-Browser prüfen können, legt Inventor jedes Objekt in einer separaten Datei an:

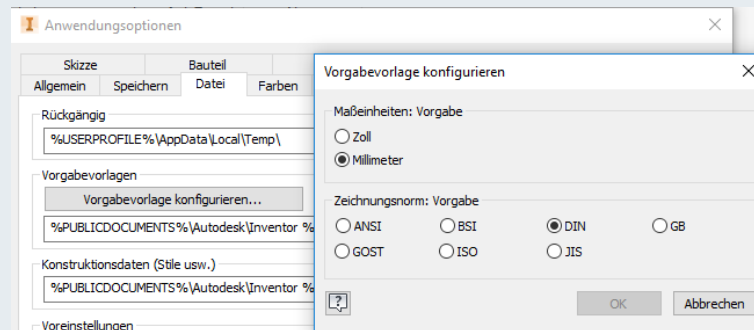
Symbol	Objekte	Dateiendung
	<b>Bauteile</b> Blechteile und Vorlagen	*.IPT
	<b>Baugruppen</b> auch Schweißbaugruppen, Rohr- und Leitungsverlegungen sowie Bewegungsdefinitionen	*.IAM
	<b>Zeichnungen</b> Zeichnungsableitungen, Einzelteilzeichnungen, Baugruppenzeichnungen, Explosionszeichnungen (einschließlich Stücklisten) usw.	*.IDW
	<b>Präsentation</b> Explosionsdarstellungen und Animationen	*.IPN

Nach dem Programmstart zeigt Inventor zunächst eine Startseite, die zur Verwaltung der existierenden Baugruppen und Bauteile dient. Im Bereich links oben (**Neu**) können Sie mit der Auswahl **NEUES BAUTEIL**, **NEUE BAUGRUPPE**, **NEUE ZEICHNUNG** oder **NEUE DARSTELLUNG** direkt mit einem neuen Dokument beginnen. Oben rechts werden die vorhandenen **Projekte** angezeigt, wobei das gerade aktive Projekt mit einem grünen Haken gekennzeichnet ist. Im unteren Bereich, namens **Zuletzt verwendete Dokumente**, werden die zuletzt geöffneten Dokumente gelistet, die sofort geöffnet, gelöscht oder deren Eigenschaften angezeigt werden können.





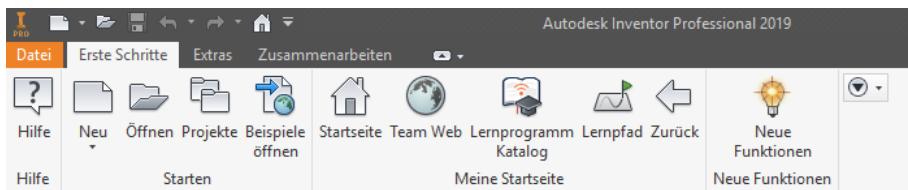
**HINWEIS:** Wenn Sie direkt über die Schaltflächen ein neues Bauteil bzw. eine neue Baugruppe angelegt haben und feststellen, dass die Maßeinheiten und die Zeichnungsnorm nicht Ihren Vorstellungen entsprechen, lässt sich dies über die **Anwendungsoptionen** einstellen. Aufgerufen werden diese unter **DATEI** über den Button **OPTIONEN**. In dem sich öffnenden Dialog wird das Register **DATEI** gewählt. Hier befindet sich der Button **VORGABEVORLAGE KONFIGURIEREN ...**



**TIPP:** Wer auf die Einblendung des Startfensters beim Programmstart verzichten möchte, kann unter **DATEI** den Button **OPTIONEN** auswählen und auf der Registerkarte **ALLGEMEIN** den Haken bei »Meine Ausgangsansicht beim Start anzeigen« entfernen. Beim nächsten Programmstart erscheint dann sofort die leere Arbeitsfläche. Um das Fenster manuell aufzurufen, genügt ein Klick auf die Schaltfläche **STARTSEITE**.

In der Schnellstartleiste, gleich neben dem Inventor-Icon, befinden sich wichtige Programmfunktionen, die direkt ausgeführt werden können. Auch lassen sich diese zusätzlich mit beliebigen Befehlsschaltflächen erweitern. In der Schnellstartleiste befindet sich beispielsweise der **RÜCKGÄNGIG**-Befehl, der die letzte Aktion widerruft.

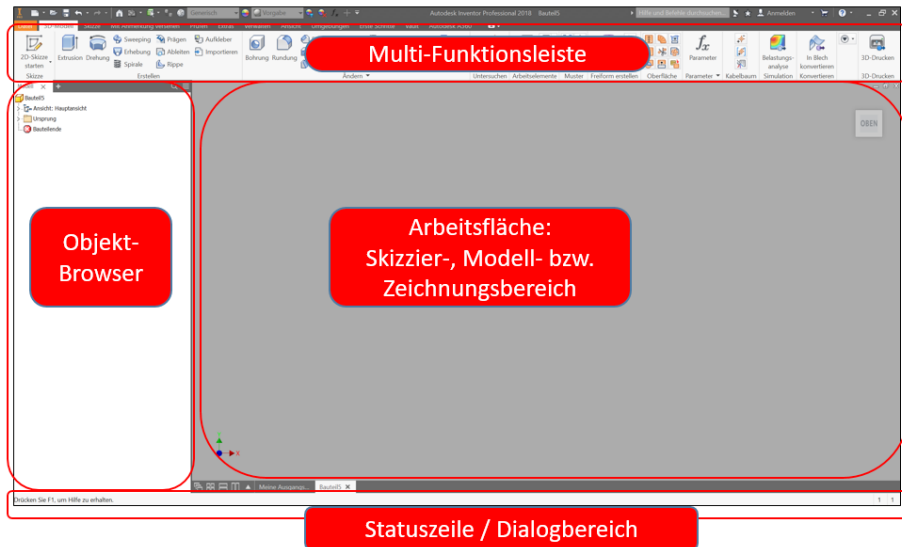
Darunter befinden sich die Register für die verschiedenen Anwendungsbereiche, z.B. **ERSTE SCHRITTE**. Sie bilden die Multi-Funktionsleiste, in der die Inventor-Funktionen, z.B. **ÖFFNEN**, in Befehlsgruppen, z.B. **Starten**, gruppiert sind.



## ■ 2.1 Die Arbeitsumgebung für ein neues Bauteil

Wurden im Startfenster der Bereich **NEU** und anschließend per Bauteil-Icon eine entsprechende Vorlage, z.B. **NORM (MM).IPT**, gewählt, erscheint die noch leere Arbeitsumgebung, in der im nächsten Schritt das Bauteil erstellt werden kann. Anhand dieser Anzeige sollen an erster Stelle die wichtigsten Fensterbereiche der Arbeitsumgebung erläutert werden.

Die Abbildung zeigt das Inventor-Fenster mit den Voreinstellungen nach dem Programmstart und den für die Arbeit wichtigen Bereichen. Diese Bildschirmdarstellung kann je nach persönlichen Einstellungen und Vorlieben konfiguriert werden und somit eventuell anders als hier abgebildet aussehen.

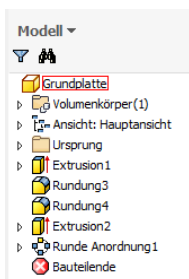


**HINWEIS:** Wird vorab der Unterordner **METRISCH** gewählt, »verdoppeln« sich quasi die zur Verfügung stehenden Vorlagen (Templates). Für alle Typen stehen nun Templates mit der Bezeichnung **xxx (mm)** sowie **xxx (DIN)** zur Auswahl.

Unterschieden wird bei diesen metrischen Templates die Ausrichtung bzw. Anordnung im Koordinatensystem. Beispielsweise bedeutet für die Vorlage

- Norm(DIN).ipt: Die **XY-Ebene** hat hier den ViewCube **OBERN**.
- Norm(mm).ipt: Die **XY-Ebene** hat hier den ViewCube **VORNE**.

## 2.1.1 Strukturbaum (Objekt-Browser)



Der Strukturbaum zeigt immer den vollständigen Objektaufbau an. Dieses kann ein Bauteil, aber auch eine Baugruppe mit zugeordneten Bauteilen sein. Abgebildet wird die gesamte Erstellungshistorie. Der Aufbau ähnelt der Explorer-Funktion von Windows. Die Symbole vor den Einträgen lassen sich anwählen und damit klappt der Baum weiter auf.

**HINWEIS:** Der Strukturbaum ist neben der Arbeitsfläche der wichtigste Arbeitsbereich. In ihm wird die vollständige Struktur des aktiven Objekts (Bauteil, Baugruppe usw.) angezeigt und es werden alle Schritte der Konstruktion detailliert und in der chronologisch richtigen Reihenfolge wiedergegeben. Außerdem können alle Änderungen an einem Bauteil von hier gestartet werden.

An oberster Stelle steht immer die **Bauteildefinition**, in der Regel der Name der Bauteildatei. An zweiter Stelle steht der **Volumenkörper**. In Inventor kann eine Bauteildatei mehrere Körper enthalten, z.B. einen linken und einen rechten Wellenabschnitt. Das kann für eine übersichtliche Konstruktion sinnvoll sein. Außerhalb der Bauteilumgebung sieht man nur ein Bauteil, anders als bei Baugruppen, in denen mehrere Bauteile funktionsgemäß »zusammengebaut« werden. Die Klammerzahl gibt die Anzahl der enthaltenen Körper- oder Flächendefinitionen an (siehe Kapitel 5). An dritter Stelle werden in der Struktur unter **Ansicht: Hauptansicht** die gespeicherten Ansichten verwaltet. Ansichten aus verschiedenen Richtungen oder auch Schnittansichten können hier gespeichert sein. An vierter Stelle steht immer die geometrische Definition des **Ursprungs**, der Koordinatenachsen und der grundlegenden Arbeitsebenen X, Y und Z. Danach folgen alle Arbeitsschritte in der chronologischen Reihenfolge ihrer Erstellung bis hin zum **Bauteilende**.



**TIPP:** Zur Analyse der Arbeitsschritte kann das Bauteilende im Strukturbaum verschoben werden. Die nach dem Bauteilende gelisteten Objekte werden dann ignoriert. Interessant ist die Funktion insbesondere zur Analyse von Bauteilstrukturen.

## 2.1.2 Die Statusleiste

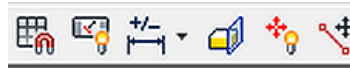
Ganz unten befindet sich, eher unscheinbar, einer der wichtigen Fensterbereiche: die Statusleiste. Hier zeigt Inventor den Status in Textform an, z. B. welche Eingabe oder Auswahl das Programm erwartet.

Ende der Linie wählen, Startpunkt erneut wählen, um neue Linie zu beginnen

Der mittlere und rechte Bereich der Statusleiste ist vor allem in der Skizzenumgebung (siehe Kapitel 4) interessant. Hier werden dann die aktuellen Koordinaten des Cursors und der Status der Skizze mit Bezug auf fehlende Angaben angezeigt, z. B. noch vier Bemaßungen erforderlich. Darüber hinaus wird auch die Anzahl der geöffneten Dokumente angezeigt.

14,212 mm, -10,291 mm 4 Bemaßungen erforderlich 1 1

Im mittleren Bereich der Statusleiste werden in der Skizzenumgebung (siehe Kapitel 4) Funktionen und Schalter eingblendet, die das Programmverhalten verändern.



### 2.1.3 Multi-Funktionsleiste (MFL)

Die **Multi-Funktionsleiste** enthält die zur jeweiligen Tätigkeit passenden Befehlsschaltflächen. Die Multi-Funktionsleiste verhält sich dynamisch, d. h., sie wechselt ihren Inhalt je nach Arbeitsumgebung automatisch. Die Inhalte ändern sich ständig entsprechend der durchzuführenden Konstruktionsarbeit. Hier wird in der Softwareentwicklung auch von einem kontext-sensitiven Verhalten gesprochen.

im Skizziermodus	→	Skizzenbefehle
im Bauteilmodus	→	Bauteilbefehle
im Baugruppenmodus	→	Baugruppenbefehle
im Zeichnungsmodus	→	Zeichenbefehle



**TIPP:** Um eine kleine Hilfe zum jeweiligen Befehl zu erhalten, kann man den Cursor auf einen Befehl schieben (nicht anklicken). Beim Verweilen mit dem Cursor auf dem Icon öffnet sich ein Hilfe-Fenster und es wird in zwei Stufen zuerst ein kurzer erklärender Text und bei längerem Verweilen eine ausführlichere Erklärung, in der Regel mit Bild, angezeigt.

((•))



## 2.2 Ansichten steuern und bearbeiten

Viele einfache »Handgriffe« werden in jedem 3D-CAD-System benötigt, die Bedienung ist aber bei oft gleicher Funktion in jedem System etwas anders. Das wichtigste Gerät zur Steuerung der aktuellen Ansicht in allen Arbeitsbereichen ist die Maus bzw. das angeschlossene Zeigegerät. Inventor unterstützt den Einsatz professioneller Zeigegeräte, wie etwa die SpaceMouse oder der SpacePilot der Firma 3Dconnection, die viele Funktionen zum Manipulieren der Anzeige in sich vereinigen.

### 2.2.1 Zoom und Pan

Die Standardfunktionen **ZOOM** und **PAN** lassen sich mit einer Scroll-Maus erledigen. Befindet sich der Cursor im Arbeitsbereich, kann mit dem Drehen des Scroll-Rads gezoomt und mit gedrücktem Scroll-Rad das Objekt im Arbeitsbereich verschoben werden.



**HINWEIS:** Manche zusätzlich installierten Maustreiber verhindern die gerade geschilderte Funktion. Dann sollte der Maustreiber deaktiviert und durch den Standard-Maustreiber des Betriebssystems ersetzt werden.

## 2.2.2 Der ViewCube

Der ViewCube ist ein 3D-Navigationswerkzeug, mit dem sehr schnell zwischen verschiedenen Standardansichten und isometrischen Ansichten umgeschaltet werden kann. Ein Klick auf die jeweilige Fläche, Kante oder Ecke des Würfels erzeugt sofort die gewünschte Ansicht. Der ViewCube kann bei gedrückter Maustaste aber auch frei gedreht werden, um z. B. die Ansicht nur um einen kleinen Winkel zu drehen.



Mit dem kleinen Home-Button, dem kleinen Häuschen neben dem ViewCube, wird die Standardansicht aufgerufen, mit der das Bauteil gespeichert ist. Im Kontextmenü des ViewCube kann eine Ansicht als Ausgangsansicht festgelegt werden, die dann standardmäßig auf **VORNE** steht und damit auch die Standardansicht neu definiert.

## 2.2.3 Funktionsleiste zum Steuern der Ansicht

Alle Symbole zum Steuern der jeweiligen Ansicht befinden sich in der Symbolleiste, die sich rechts am Rand des Arbeitsbereichs befindet. Standardmäßig wird nur die kurze Variante angezeigt, die jedoch mit dem Ausklapp-Pfeil ganz unten beliebig erweitert werden kann.



**VOLLNAVIGATIONSRAD:** Ein Menü wird geöffnet, das wichtige Ansichtsfunktionen in einer anderen grafischen Ansicht aufruft.



**PAN** erlaubt das Verschieben der Objekte in der Arbeitsfläche (Alternative: eine Mausbewegung mit dem gedrückten Scroll-Rad).



**ZOOM** vergrößert oder verkleinert die Objekte in der Arbeitsfläche. Das kleine Dreieck mit der Spitze nach unten öffnet ein Untermenü mit verschiedenen Zoom-Funktionen.



**FREIER ORBIT** erlaubt es, die Objekte im Arbeitsbereich um verschiedene Achsen frei zu drehen.



**AUSRICHTEN NACH:** Die Ansicht wird nach einer zuvor ausgewählten Fläche ausgerichtet. Mit der aktivierten Funktion können nicht nur Bauteilelemente, sondern auch Arbeitsebenen sowie Ursprungsebenen und -achsen im Strukturbaum angeklickt werden.



Der kleine **PFEIL** ganz unten in der Symbolleiste öffnet ein Menü, mit dem weitere Funktionen in die Randleiste aufgenommen werden können.

