



Detlef
Ridder

**3D-Konstruktionen mit
Autodesk **Inventor 2018**
und **Inventor LT 2018**
Praxiseinstieg**



Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Der Verlag räumt Ihnen mit dem Kauf des ebooks das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Verlag schützt seine ebooks vor Missbrauch des Urheberrechts durch ein digitales Rechtemanagement. Bei Kauf im Webshop des Verlages werden die ebooks mit einem nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichen individuell pro Nutzer signiert.

Bei Kauf in anderen ebook-Webshops erfolgt die Signatur durch die Shopbetreiber. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Detlef Ridder

3D-Konstruktionen mit Autodesk Inventor 2018 und Inventor LT 2018

Praxiseinstieg



mitp

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-95845-180-3

1. Auflage 2017

www.mitp.de

E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2017 mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt 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 benutzt werden dürften.

Lektorat: Sabine Schulz

Sprachkorrektur: Petra Heubach-Erdmann

Coverbild: © Alexsey Dmetsov @ fotolia.com

Satz: III-satz, Husby, www.drei-satz.de

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	13
I	Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen	17
I.1	Die Phasen der Inventorkonstruktion	17
I.2	Wie entsteht ein 3D-Modell?	21
I.2.1	Grundkörper	21
I.2.2	Bewegungskörper	23
I.2.3	Erstellung aus Flächen durch Verdicken	32
I.2.4	Erstellung aus geschlossenem Flächenverbund	33
I.2.5	Erstellung aus Freiform-Geometrie	33
I.3	Analyse der Aufgabe vor der Konstruktion	34
I.3.1	Modellierung aus Grundkörpern und Bewegungskörpern ..	35
I.3.2	Modell aus zwei Extrusionen	36
I.3.3	Aus drei 2D-Darstellungen (Dreitafelbild)	38
I.4	Ergänzungen zum Volumenkörper: Features und Nachbearbeitungen	41
I.5	Übungsfragen	43
2	Installation, Benutzeroberfläche und allgemeine Bedienhinweise ..	45
2.1	Download für Test- oder Studentenversion	45
2.2	Hard- und Software-Voraussetzungen	46
2.3	Installation	47
2.4	Installierte Programme	50
2.5	Inventor Professional 2018 und Inventor LT 2018	51
2.6	Inventor starten	52
2.6.1	Start	52
2.7	Die Inventor-Benutzeroberfläche	54
2.7.1	Programmleiste	55
2.7.2	Datei-Menü	55
2.7.3	Schnellzugriff-Werkzeugkasten	56
2.7.4	Kommunizieren und Informieren	59

2.7.5	Multifunktionsleisten, Register, Gruppen und Flyouts	59
2.7.6	Dokument-Registerkarten	65
2.7.7	Browser	65
2.7.8	Befehlszeile und Statusleiste	66
2.7.9	Ansichtssteuerung mit Maus.	68
2.7.10	Ansichtssteuerung mit der Navigationsleiste	69
2.7.11	ViewCube	70
2.8	Wie kann ich Befehle eingeben?	71
2.8.1	Multifunktionsleisten	71
2.8.2	Kontextmenü.	72
2.8.3	Objekte zum Bearbeiten anklicken	73
2.8.4	Hilfe.	74
2.9	Übungsfragen	75
3	Erste einfache 3D-Konstruktionen	77
3.1	Einfache Konstruktion mit Grundkörpern	77
3.1.1	Ein neues Projekt anlegen (nicht LT)	78
3.1.2	Der erste Quader.	80
3.1.3	Speichern.	83
3.1.4	Ansicht schwenken.	84
3.1.5	Zwei nützliche Einstellungen	85
3.1.6	Hinzufügen eines Zylinders	86
3.1.7	Halbkugel als Vertiefung	88
3.1.8	Der Torus	89
3.2	Einfaches Extrusionsteil	90
3.2.1	Eine Skizze erstellen.	90
3.3	Einfaches Rotationsteil	105
3.4	Übungsfragen	107
4	Die Skizzenfunktion	109
4.1	Zeichnungsstart	109
4.2	Funktionen für zweidimensionales Skizzieren	111
4.2.1	Funktionsübersicht.	112
4.2.2	Linienarten	113
4.2.3	Punktfähge	114
4.2.4	Rasterfang	116
4.2.5	Koordinatentyp	118
4.2.6	Objektwahl	119

4.3	Abhängigkeiten	120
4.3.1	Abhängigkeiten-Typen	122
4.3.2	Lockerung von Abhängigkeiten	125
4.4	2D-Skizzen	126
4.4.1	Eine erste Kontur	126
4.4.2	Kontur mit Linien und Bögen	130
4.4.3	Bögen in der Kontur	132
4.4.4	Kreise und Ellipsen in der Skizze	133
4.4.5	Rechtecke in der Kontur	134
4.4.6	Splines und Brückenkurven in der Kontur	138
4.4.7	Kurven mit Funktionsbeschreibungen	140
4.4.8	Rundungen und Fasen in der Skizze	141
4.4.9	Texte in der Skizze	143
4.4.10	Punkte in der Skizze	145
4.4.11	Punkte aus Excel importieren	146
4.4.12	Skizze aus AutoCAD importieren	147
4.4.13	Skizzenblöcke	150
4.5	3D-Skizzen	151
4.5.1	3D-Koordinateneingabe	152
4.5.2	Kurven für 3D-Skizzen	155
4.6	Bearbeitungsbefehle für 2D-Skizzen	162
4.6.1	Geometrie projizieren/Schnittkanten projizieren	162
4.6.2	Verschieben	165
4.6.3	Kopieren	165
4.6.4	Drehen	166
4.6.5	Stutzen	166
4.6.6	Dehnen	167
4.6.7	Trennen	167
4.6.8	Skalieren	168
4.6.9	Gestreckt	168
4.6.10	Versatz	169
4.6.11	Muster – Rechteckig	169
4.6.12	Muster – Polar	170
4.6.13	Muster – Spiegeln	171
4.7	Bearbeitungsbefehle für 3D-Skizzen	171
4.7.1	Abhängigkeiten in 3D-Skizzen	171
4.7.2	Die 3D-Transformation	172

4.8	Skizzen-Bemaßung	172
4.8.1	Bemaßungsarten	172
4.8.2	Bemaßungsanzeige	174
4.8.3	Maße übernehmen	178
4.9	Skizzen überprüfen	179
4.9.1	Freiheitsgrade	180
4.9.2	Geometrische Abhängigkeiten	181
4.9.3	Skizzenanalyse	183
4.9.4	Hilfslinien, Mittellinien	185
4.10	Arbeitselemente	186
4.10.1	Arbeitsebenen	187
4.10.2	Arbeitsachsen	195
4.10.3	Arbeitspunkte	196
4.11	Übungsfragen	197
5	Volumenkörper modellieren.	199
5.1	Volumenkörper erstellen.	199
5.1.1	Extrusion	200
5.1.2	Drehung	205
5.1.3	Erhebung	208
5.1.4	Sweeping	214
5.1.5	Spirale	216
5.1.6	Prägen	218
5.1.7	Ableiten	219
5.1.8	Rippe	223
5.1.9	Aufkleber	226
5.1.10	Importieren	227
5.2	Grundkörper.	229
5.2.1	Quader.	229
5.2.2	Zylinder	230
5.2.3	Kugel	232
5.2.4	Torus	233
5.3	Flächen	234
5.3.1	Heften	235
5.3.2	Umgrenzungsfläche.	236
5.3.3	Formen	236
5.3.4	Regelfläche	237
5.3.5	Stützen.	237

5.3.6	Dehnen	238
5.3.7	Fläche ersetzen	238
5.3.8	Körper reparieren	239
5.3.9	Netzfläche anpassen	239
5.4	Bemaßungen im Bauteil	240
5.5	Übungsfragen	241
6	Volumenkörper bearbeiten	243
6.1	Features	243
6.1.1	Bohrungen	243
6.1.2	Rundungen	246
6.1.3	Fasen	250
6.1.4	Wandung	250
6.1.5	Flächenverjüngung	251
6.1.6	Teilen	253
6.1.7	Gewinde	256
6.1.8	Biegungsteil	257
6.1.9	Verdickung/Versatz	258
6.2	Weitere Ändern-Befehle	258
6.2.1	Kombinieren	258
6.2.2	Fläche löschen	259
6.2.3	Körper verschieben	260
6.2.4	Objekt kopieren	261
6.3	Direkt bearbeiten	262
6.3.1	Verschieben	263
6.3.2	Größe	264
6.3.3	Maßstab (besser: Skalieren)	264
6.3.4	Drehen	265
6.3.5	Löschen	266
6.4	Muster	267
6.4.1	Rechteckige Anordnung	267
6.4.2	Runde Anordnung	268
6.4.3	Skizzenbasiert	268
6.5	Benutzer-Koordinaten-Systeme	269
6.6	Zwischen Bauteil und Baugruppe	269
6.7	Konstruktionsbeispiel	272
6.8	Übungsfragen	275

7	Baugruppen zusammenstellen (nicht in LT)	277
7.1	Projekt erstellen	277
7.2	Funktionsübersicht Baugruppen	278
7.3	Erster Zusammenbau	280
	7.3.1 Die Bauteile	281
	7.3.2 Das Platzieren	281
	7.3.3 Abhängigkeiten erstellen	284
	7.3.4 Bewegungsanzeige	287
7.4	Baugruppen-Abhängigkeiten	287
	7.4.1 Passend/Fluchtend	287
	7.4.2 Hilfsmittel Freie Verschiebung/Freie Drehung	288
	7.4.3 Winkel	289
	7.4.4 Tangential	290
	7.4.5 Einfügen	291
	7.4.6 Symmetrie	291
	7.4.7 Abhängigkeiten unterdrücken	291
	7.4.8 Passend/Fluchtend-Beispiel	291
	7.4.9 Einfügen-Beispiel	295
	7.4.10 Winkel-Beispiel	297
	7.4.11 Tangential-Beispiel	298
	7.4.12 Symmetrie-Beispiel	299
7.5	Bewegungs-Abhängigkeiten	300
	7.5.1 Beispiel für Drehung	300
	7.5.2 Beispiel für Drehung-Translation	301
	7.5.3 Schraubbewegung	301
	7.5.4 Schraubbewegung über Parameter-Manager	302
7.6	Abhängigkeiten über die Verbindungsfunktion	304
7.7	Adaptive Bauteile	307
	7.7.1 Adaptivität nachrüsten	307
	7.7.2 Bauteil in Baugruppe erstellen	309
7.8	Teile aus dem Inhaltscenter einfügen	312
	7.8.1 Beispiel Kugellager	312
	7.8.2 Beispiel Schrauben	315
7.9	Übungsfragen	318
8	Zeichnungen erstellen	319
8.1	Ansichten erzeugen	320
	8.1.1 Standard-Ansichten	320

8.1.2	Parallel-Ansicht	323
8.1.3	Hilfsansicht	323
8.1.4	Schnittansicht	324
8.1.5	Detailansicht	327
8.1.6	Überlagerung	328
8.2	Ansichten bearbeiten	330
8.2.1	Unterbrochen	331
8.2.2	Ausschnitt	331
8.2.3	Aufgeschnitten	332
8.2.4	Zuschneiden	333
8.2.5	Ausrichtung	334
8.3	Bemaßungen	335
8.4	Symbole	344
8.4.1	Gewindekanten	344
8.4.2	Mittellinien	345
8.4.3	Bohrungssymbole	347
8.5	Beschriftungen	348
8.5.1	Form-/Lagetoleranzen	349
8.5.2	Bohrungstabelle	350
8.5.3	Stückliste	350
8.6	Übungsfragen	352
9	Präsentationen, realistische Darstellungen und Rendern	353
9.1	Funktionsübersicht	353
9.2	Drehbuch animieren	359
9.3	Darstellungsarten	363
9.3.1	iProperties einstellen	363
9.3.2	Die verschiedenen visuellen Stile	364
9.3.3	Halbschnitt	368
9.4	Inventor Studio	369
9.4.1	Beleuchtung und Szene	369
9.4.2	Kamera einstellen	370
9.4.3	Rendern	373
9.5	Übungsfragen	374
10	Parameter – Excel – Varianten	375
10.1	Parameter nutzen	375
10.1.1	Parameterliste und manuelle Änderungen	376
10.1.2	Benutzerparameter	379

10.1.3	Formeln	380
10.1.4	Multivalued-Parameter für Varianten	381
10.1.5	Excel-Tabelle	382
10.2	Übungsfragen	384
II	Umgebungen – Erweiterungen	385
II.1	Pack and Go	385
II.2	Blechteile	386
II.2.1	Blechstandards	387
II.2.2	Blech erstellen	388
II.2.3	Abwicklungen	397
II.2.4	Abwicklung und gefaltetes Modell	400
II.2.5	Zeichnung erstellen	401
II.2.6	DXF-Ausgabe	402
II.3	Gestellgenerator	404
II.3.1	Gestell erzeugen	405
II.3.2	Profile bearbeiten	407
II.4	Wellengenerator	411
II.5	Schweißen	413
II.5.1	Schweißvorbereitung	414
II.5.2	Erstellen der Schweißnähte	415
II.6	Übungsfragen	419
I2	iLogic	421
I2.1	iLogic aktivieren	422
I2.2	Das iLogic-Formular	423
I2.3	Arbeiten mit Regeln	427
I2.4	iLogic ohne Programmieren	432
I2.5	Übungsfragen	434
A	Fragen und Antworten	435
B	Benutzte Zeichnungen	447
	Stichwortverzeichnis	481

Einleitung

Neu in Inventor 2018 und Inventor LT 2018

Jedes Jahr im Frühjahr erscheint eine neue Inventor-Version. Sowohl die Vollversion als auch die LT-Version (Light) warten immer wieder mit verbesserten und neuen Funktionen auf.

Bei der Version Inventor 2018 gibt es mehrere Schwerpunkte:

- Bereich *Allgemein*
 - Viele Funktionen wurden zwecks *sinnvollerer Bedienung* und *Leistungssteigerung* intern und im Dialogfeld leicht verändert.
 - Immer mehr *Einstellungen* werden nicht nur in der Windows-Registrierungsdatenbank, der *Registry*, sondern auch in einer leichter zu übergebenen *XML-Datei* abgelegt.
- Bereich *Bauteile*
 - *Modellbasierte Definitionen* – Die Möglichkeiten, Bemaßungen und Toleranzanmerkungen im 3D-Modell einzufügen, wurden erweitert.
 - *Blechteile* – In Blechkonstruktionen kann nun mit *mehreren Dicken* und *Blechregeln* gearbeitet werden.
 - *Extrusionen* – Es gibt eine neue Abstandsdefinition *Abstand von Fläche* sowie weitere Optionen für *komplexe Extrusionen*.
 - *Bohrungen* – Eine *symmetrische Orientierung* ist für Bohrungen möglich, die in zwei Richtungen Material entfernen sollen wie beispielsweise bei schrägen Bohrungen von einem Oberflächenpunkt aus. Alternativ gibt es eine Option *START VERLÄNGERN*, um eine Bohrung auch *rückwärts* zu erweitern. Bei *Senkungen* ist der Abstand 0 möglich. Das wäre bei Bohrungen auf konkaven Flächen nötig.
 - *Fasen* – Eine Fase für einen Teil einer Kante kann mit der Option *partiell* geschaffen werden.
 - *iLogic* – Wenn programmierte *Regeln unsicher* sind, gibt es einen *Sicherheits-Hinweis*.
- Bereich *Baugruppen*
 - *Öffnen* – Es besteht die Wahl zwischen dem Modus *VOLLSTÄNDIG* und *EXPRESS* (ohne vorherige Aktualisierung).

- *Konturvereinfachung* – In allen drei Registern KOMPONENTE, ELEMENTE und ERSTELLEN wurden die Auswahlmöglichkeiten erweitert.
- Bereich *Zeichnungen*
 - *Öffnen* – Eine neue Option AUFSCHIEBEN ermöglicht das Öffnen *ohne aktualisierte Referenzobjekte*. Die Zeichnungsansichten wurden neu organisiert.
 - *Netzobjekte* – Es ist möglich, Netzobjekte in der Zeichnung anzuzeigen, die *Voreinstellung* ist allerdings auf *deaktivierte Netzobjekte* gesetzt.
 - *Textkommentare* – Texte können nun einen *Rahmen* erhalten.
 - *PDF-Export* – Der Export für *mehrere Blätter* kann nun *dauerhaft* aktiviert bleiben.
- Bereich *Interoperabilität*
 - *AnyCAD* – kann nun auch die neuesten Formate verarbeiten.
 - *Übersetzer* – Der Übersetzer kann auch *CATIA R6* verarbeiten (V5-6R2016).
 - *DWG-Unterlagen* – DWG-Unterlagen können nun *direkt* in Baugruppen oder Bauteile *eingefügt* werden. Es sind auch *mehrere DWG-Dateien* möglich. *Gelenke* mit DWG-Dateien können wie bei Inventor-2D-Teilen definiert werden.
- Bereich *Kooperation*
 - *AnyCAD* – Für die Zusammenarbeit mit *früheren oder auch späteren Inventor-Versionen* kann *Inventor 2017.4* installiert werden.
 - *Präsentationen* – *Flächenkörper* können verwendet und mit dem Befehl POSITIONVERÄNDERUNG verschoben werden.

In zahlreichen Einzelfunktionen und Arbeitsabläufen gibt es Verbesserungen, die das Arbeiten mit der Software vereinfachen, angenehmer und logischer machen.

Für wen ist das Buch gedacht?

Dieses Buch wurde in der Hauptsache als Buch zum Lernen und zum Selbststudium konzipiert. Es soll Inventor-Neulingen einen Einstieg und Überblick über die Arbeitsweise der Software geben, unterstützt durch viele Konstruktionsbeispiele. Es wurde absichtlich darauf verzichtet, anhand einer gigantischen Konstruktion nun unbedingt alle Details des Programms vorführen zu können, sondern die Absicht ist es, in die generelle Vorgehensweise vom Entwurf bis zur Fertigstellung von Konstruktionen einschließlich der Zeichnungserstellung einzuführen. Deshalb werden die grundlegenden Bedienelemente schrittweise anhand verschiedener einzelner Beispielkonstruktionen in den Kapiteln erläutert.

Der Leser wird im Laufe des Lesens einerseits die Befehle und Bedienelemente von Inventor in kleinen Schritten erlernen, aber darüber hinaus auch ein Gespür für die vielen Anwendungsmöglichkeiten entwickeln. Wichtig ist es insbesondere,

die Funktionsweise der Software unter verschiedenen praxisrelevanten Einsatzbedingungen kennenzulernen.

In zahlreichen Kursen, die ich für die *Handwerkskammer für München und Oberbayern* abhalten durfte, habe ich erfahren, dass gute Beispiele für die Befehle mehr zum Lernen beitragen als die schönste theoretische Erklärung. Erlernen Sie die Befehle und die Vorgehensweisen, indem Sie gleich Hand anlegen und mit dem Buch vor sich jetzt am Computer die ersten Schritte gehen. Sie finden hier zahlreiche Demonstrationsbeispiele, aber auch Aufgaben zum Selberlösen. Wenn darunter einmal etwas zu Schwieriges ist, lassen Sie es zunächst weg. Sie werden sehen, dass Sie etwas später nach weiterer Übung die Lösungen finden. Benutzen Sie das Register am Ende auch immer wieder zum Nachschlagen.

Umfang des Buches

Das Buch ist in 12 Kapitel gegliedert. Im letzten Jahr wurde das Kapitel 11 über weitere Konstruktionsumgebungen hinzugefügt und dieses Jahr das Kapitel 12 zu ILOGIC, der Programmierumgebung zu Inventor. Der gesamte Stoff kann, sofern genügend Zeit (ganztäglich) vorhanden ist, vielleicht in zwei bis drei Wochen durchgearbeitet werden. Am Ende jedes Kapitels finden Sie Übungsfragen zum theoretischen Wissen. Die Lösungen finden Sie in einem abschließenden Kapitel, sodass Sie sich kontrollieren können. Nutzen Sie diese Übungen im Selbststudium und lesen Sie ggf. einige Stellen noch mal durch, um auf die Lösungen zu kommen.

Sie werden natürlich feststellen, dass dieses Buch nicht alle Befehle und Optionen von Inventor beschreibt. Sie werden gewiss an der einen oder anderen Stelle tiefer einsteigen wollen. Den Sinn des Buches sehe ich eben darin, Sie für die selbstständige Arbeit mit der Software vorzubereiten. Sie sollen die Grundlinien und Konzepte der Software kennenlernen. Mit dem Studium des Buches haben Sie dann die wichtigen Vorgehensweisen und Funktionen kennengelernt, sodass Sie sich auch mit den Online-Hilfsmitteln der Software weiterbilden können. Stellen Sie dann weitergehende Fragen an die Online-Hilfe und studieren Sie dort auch Videos.

Für weitergehende Fragen steht Ihnen eine umfangreiche Hilfefunktion in der Software selbst zur Verfügung. Dort können Sie nach weiteren Informationen suchen. Es hat sich gezeigt, dass man ohne eine gewisse Vorbereitung und ohne das Vorführen von Beispielen nur sehr schwer in diese komplexe Software einsteigen kann. Mit etwas Anfangstraining aber können Sie dann leicht Ihr Wissen durch Nachschlagen in der Online-Dokumentation oder über die Online-Hilfen im Internet erweitern, und darauf soll Sie das Buch vorbereiten.

Über die E-Mail-Adresse DRidder@t-online.de erreichen Sie den Autor bei wichtigen Problemen direkt. Auch für Kommentare, Ergänzungen und Hinweise auf eventuelle Mängel bin ich dankbar. Geben Sie als Betreff dann immer den Buchtitel an.

Schreibweise für die Befehlsaufrufe

Da die Befehle auf verschiedene Arten eingegeben werden können, die Multifunktionsleisten sich aber wohl als normale Standardeingabe behaupten, wird hier generell die Eingabe für die Multifunktionsleisten beschrieben, sofern nichts anderes erwähnt ist. Ein typischer Befehlsaufruf wäre beispielsweise SKIZZE|ZEICHNEN|LINIE (REGISTER|GRUPPE|FUNKTION).

Oft gibt es in den Befehlsgruppen noch Funktionen mit Untergruppierungen, sogenannte Flyouts, oder weitere Funktionen hinter der Titelleiste der Gruppe. Wenn solche aufzublättern sind, wird das mit dem Zeichen ▼ angedeutet. Oft findet sich auch in der rechten Ecke des Gruppentitels ein spezieller Verweis auf besondere Funktionen, mit denen meist Voreinstellungen vorzunehmen sind. Das Zeichen dafür ist ein kleines Pfeilsymbol nach rechts unten. Es wird im Buch mit ↘ dargestellt.

Verwendung einer Testversion

Sie können sich über die Autodesk-Homepage www.autodesk.de eine Testversion für 30 Tage herunterladen. Diese dürfen Sie ab Installation 30 aufeinanderfolgende Tage (Kalendertage) zum Testen benutzen. Der 30-Tage-Zeitrahmen für die Testversion gilt strikt. Eine De-Installation und Neu-Installation bringt keine Verlängerung des Zeitlimits, da die Testversion nach einer erstmaligen Installation auf Ihrem PC registriert ist. Für produktive Arbeit müssen Sie dann eine kostenpflichtige Lizenz bei einem autorisierten Händler erwerben. Adressen erfahren Sie dafür unter www.autodesk.de.

Wie geht's weiter?

Mit einer Inventor-Testversion, dem Buch und den hier gezeigten Beispielkonstruktionen hoffe ich, Ihnen ein effektives Instrumentarium zum Erlernen der Software zu bieten. Benutzen Sie auch den Index zum Nachschlagen und unter Inventor die Hilfefunktion zum Erweitern Ihres Horizonts. Dieses Buch kann bei Weitem nicht erschöpfend sein, was den Befehlsumfang von Inventor betrifft. Probieren Sie daher immer wieder selbst weitere Optionen der Befehle aus, die ich in diesem Rahmen nicht beschreiben konnte. Konsultieren Sie auch die Hilfefunktion von Inventor, um tiefer in einzelne Funktionen einzusteigen. Arbeiten Sie viel mit Kontextmenüs und den dynamischen Icons.

Das Buch hat gerade mit der Erstellung der vielen Illustrationen viel Mühe gekostet, und ich hoffe, Ihnen als Leser damit eine gute Hilfe zum Start in das Thema Inventor 2018 zu geben. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und Freude bei der Arbeit mit dem Buch und der Inventor-Software.

Detlef Ridder

Germering, 4.7.2017

Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen

In diesem einleitenden Kapitel wird in die Vorgehensweise des Inventor-Programms und die grundlegende Benutzung eingeführt. Nach prinzipiellen Betrachtungen lernen Sie den Inventor-Bildschirm mit seinen Bedienelementen anhand mehrerer Beispiele kennen.

Zuerst geht es darum, dass Sie sich eine Vorgehensweise für das aktuelle Problem überlegen. Hierzu finden Sie am Anfang einige prinzipielle Überlegungen zur Lösung dreidimensionaler Aufgaben mit Inventor.

Zur Einleitung folgt deshalb eine Präsentation der grundlegenden Konstruktionsprinzipien bei Inventor. Sie erfahren, wie ein Modell aufgebaut werden kann. Diese vorgeschlagenen Wege sind durchaus nicht immer zwingend. Zu einer Konstruktionsaufgabe gibt es immer verschiedene Vorgehensweisen. Was Ihnen dabei als einfacher oder logischer erscheint, müssen Sie dann entscheiden. Aber schauen wir uns zuerst die Möglichkeiten an, die Inventor bietet. Danach folgen einige einfache Konstruktionen, bei denen Sie dann sofort mitmachen können.

Dabei werden Sie merken, dass abgesehen vom Grundlagenwissen noch viele weitere Details des Programms beherrscht werden müssen. Diese detaillierteren Themen werden dann in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

1.1 Die Phasen der Inventorkonstruktion

In INVENTOR werden dreidimensionale Mechanikteile in folgenden Schritten erstellt:

1. Erstellung der einzelnen *3D-Volumenkörper*,
2. *Zusammensetzen* der Körper zur Baugruppe einschließlich der Bewegungsmöglichkeiten und
3. *Ableiten der Zeichnungsansichten* einzelner Komponenten und/oder des gesamten Mechanismus als Baugruppe.
4. Erstellen einer *animierten Explosionsdarstellung*, auch als PRÄSENTATION bezeichnet.

Bei der Programmversion INVENTOR LT gibt es *keine Möglichkeit zum Zusammenbau* von Baugruppen. Die Schritte reduzieren sich dann auf die beiden ersten:

1. Erstellung einzelner *Volumenkörper* und
2. *Ableiten der Zeichnungsansichten* einzelner Körper.

In jedem Schritt des Konstruktionsablaufs entstehen dadurch auch Dateien mit ganz spezifischen Endungen:

1. Die *Volumenkörper* werden in *.ipt-Dateien gespeichert. Hinter der Abkürzung steht der Begriff »*Inventor-ParT*«, kurz IPT oder deutsch *Bauteil* (Abbildung 1.1).

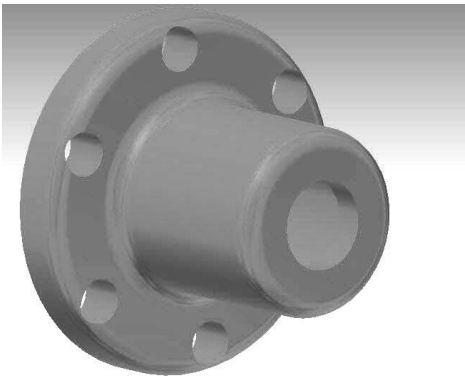


Abb. 1.1: Ein Bauteil (*.ipt-Datei)

2. Für die *Baugruppen* heißen die Dateien *.iam, das steht für »*Inventor-AsseMbly*« (Abbildung 1.2).

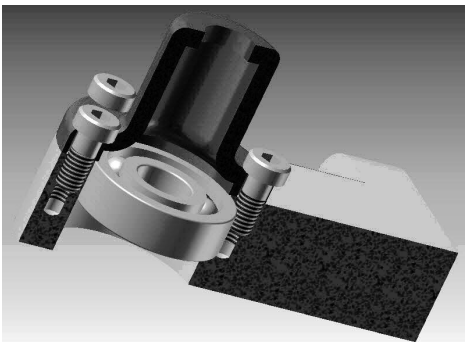


Abb. 1.2: Eine Baugruppe (*.iam-Datei, nicht in Inventor LT) im Halbschnitt

3. Die abgeleiteten *Zeichnungsdateien* sind *.dwg-Dateien, eigentlich das Dateiformat von AutoCAD (DWG steht für »*Dra WinG*«), das Format *.idw für »*Inven-*

tor-DraWing« ist nicht mehr die Standard-Vorgabe, weil das DWG-Format universeller ist. Zeichnungsdateien können von Bauteilen und/oder Baugruppen erstellt werden (Abbildung 1.3, Abbildung 1.4)

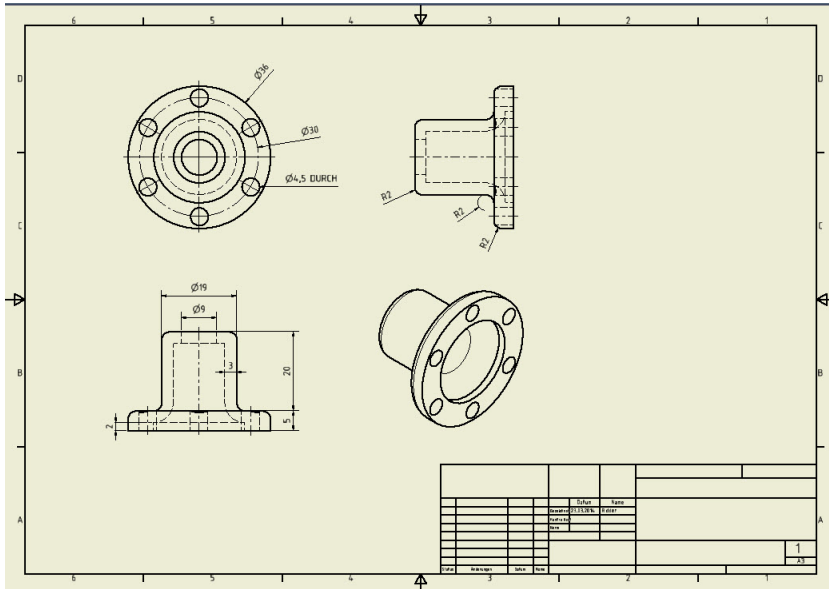


Abb. 1.3: Die technische Zeichnung eines Bauteils (*.dwg-Datei)

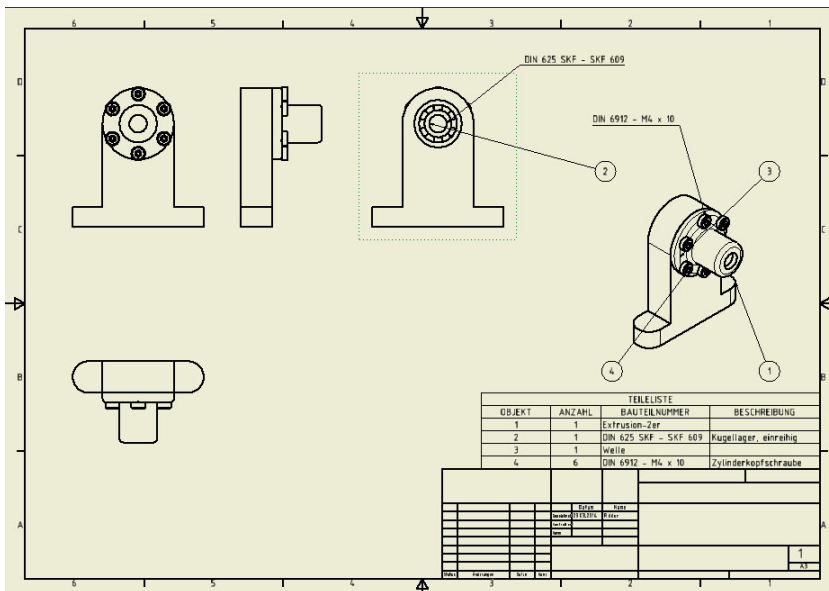


Abb. 1.4: Zeichnung für eine Baugruppe mit Stückliste und Positionsnummern

Kapitel 1

Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen

- Die Explosionsdarstellung entsteht in einer *.ipn-Datei. Die Endung steht für »Inventor-Presentation«, kurz IPN (Abbildung 1.5). Auch aus einer Präsentation kann eine Zeichnung erstellt werden (Abbildung 1.6).

Zunächst soll in den ersten Kapiteln die Erstellung von 3D-Bauteilen geschildert werden. Dann folgt die Zeichnungsableitung und am Ende die Darstellung für den Zusammenbau der Baugruppen.

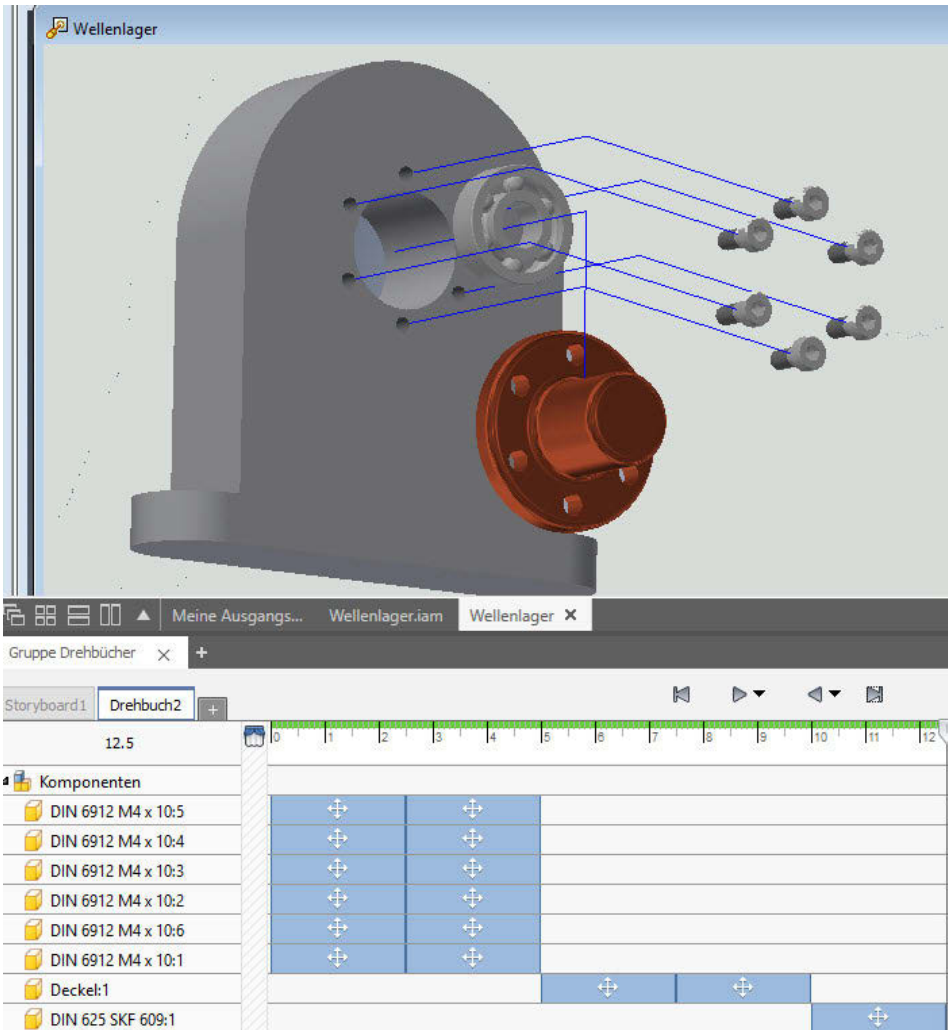


Abb. 1.5: Präsentation mit Animationspfaden und Drehbuch (unten)

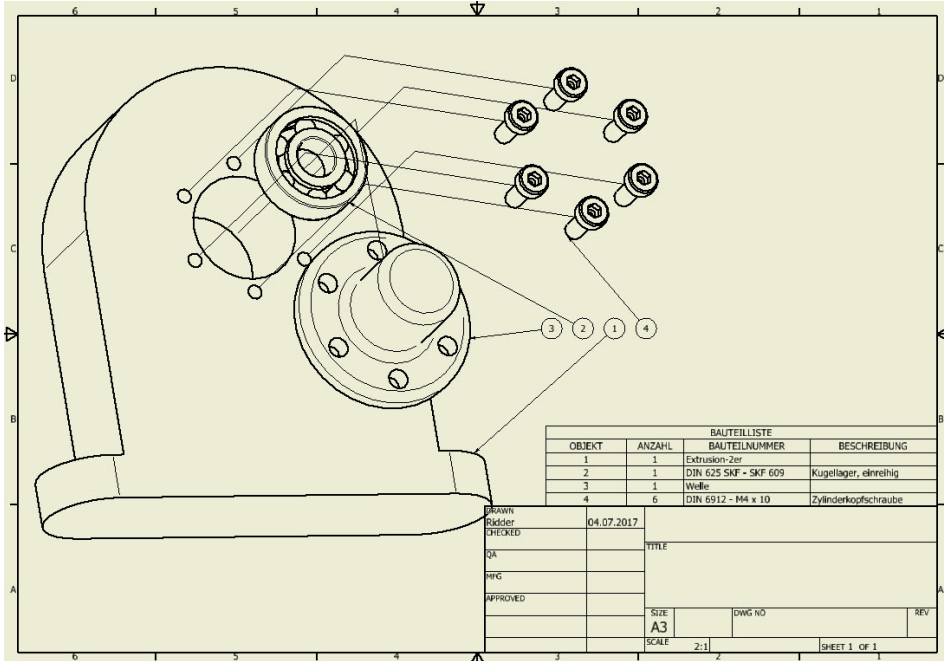


Abb. 1.6: Zeichnung der Explosionsansicht mit Positionsnummern und Stückliste

1.2 Wie entsteht ein 3D-Modell?

Um einen komplexen dreidimensionalen Gegenstand konstruktiv zu erstellen, ist es notwendig, sich eine Vorstellung vom schrittweisen Aufbau aus einfacheren Grundelementen zu machen. Dazu ist es natürlich nötig, diese Grundelemente zu kennen.

1.2.1 Grundkörper

Inventor bietet vier einfache *Grundkörper* an: QUADER, ZYLINDER, KUGEL und TORUS (Abbildung 1.7).

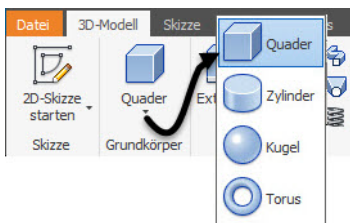


Abb. 1.7: Grundkörper in Inventor

Die Gruppe GRUNDKÖRPER ist allerdings vorgabemäßig nicht aktiv. Um sie zu aktivieren, können Sie auf einen der *Gruppentitel* am unteren Rand der *Multifunktionsleiste* mit der rechten Maustaste klicken, im Menü dann GRUPPEN ANZEIGEN anklicken und GRUNDKÖRPER mit einem Häkchen versehen (Abbildung 1.8).

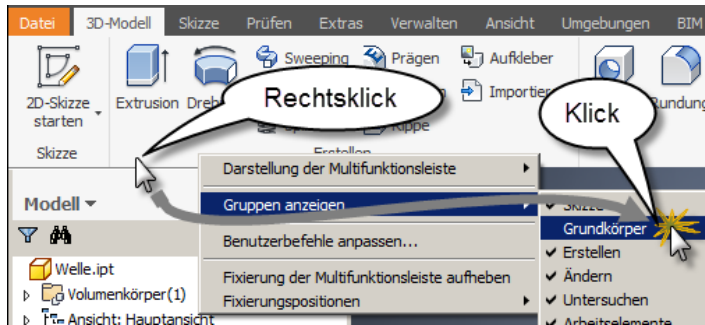







Abb. 1.8: Gruppe GRUNDKÖRPER aktivieren

Für jeden der Körper ist eine Position zu wählen, sind die Abmessungen einzugeben und dann ist anzugeben, in welcher Art der neue Körper mit bereits vorhandenen kombiniert werden soll. Es gibt insgesamt vier Möglichkeiten. Die ersten drei davon werden auch als *Boolesche Operationen* bezeichnet, weil sie aus der Mengenlehre stammen:

- VEREINIGUNG  – ein Volumenkörper wird additiv hinzugefügt, wobei eine Überlagerung von Volumen ignoriert wird,
- DIFFERENZ  – ein Volumenkörper wird subtraktiv hinzugefügt, das heißt, das Volumen wird abgezogen, wo Überlappung auftritt. Man kann das auch als Ausklinkung bezeichnen.
- SCHNITTMENGE  – von den neuen und dem bereits existierenden Volumenkörper wird nur der Bereich beibehalten, wo beide überlappen.
- NEUER VOLUMENKÖRPER  – das neue Volumen bleibt von bestehenden getrennt, wobei eventuelle Überlappungen zu keinem Fehler führen. Eine Kombination mit den booleschen Operationen kann dann auch *später* erfolgen.

So können diese Körper nun zu einem Gesamtkörper zusammengefügt werden (Abbildung 1.9). Für den ersten Volumenkörper gibt es nur die Option NEUER VOLUMENKÖRPER .

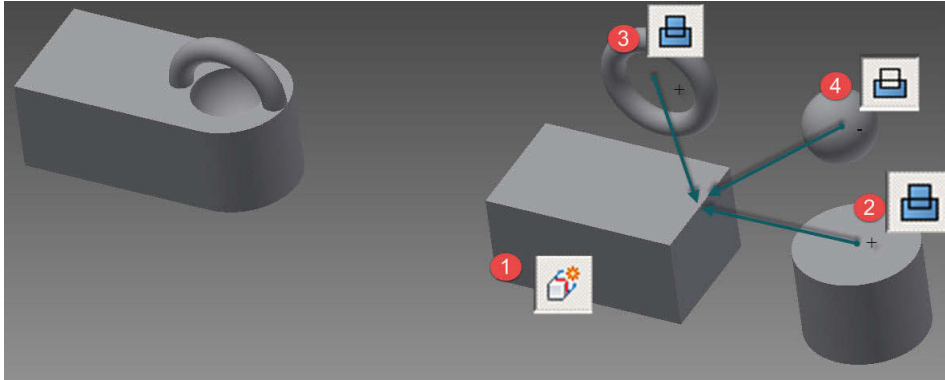


Abb. 1.9: Zusammensetzung eines 3D-Modells aus Grundkörpern

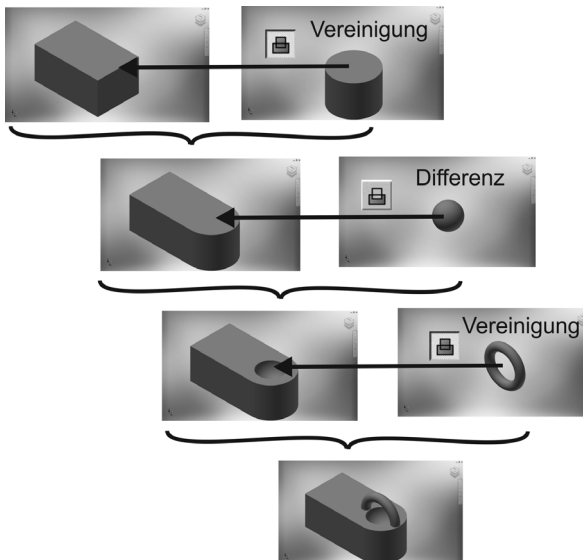


Abb. 1.10: Schrittweiser Zusammenbau aus den Grundkörpern

1.2.2 Bewegungskörper

Die meisten 3D-Teile werden aus zweidimensionalen geschlossenen *Profilen* durch *Bewegung* erzeugt. Generell nennt man solche Modelle auch *Bewegungskörper*. Im Prinzip sind auch die Grundkörper so entstanden.

Profile

Das wichtigste Element eines Bewegungskörpers ist ein *Profil*. Darunter versteht man eine einfache geschlossene Kontur. *Einfach* bedeutet, dass sich das *Profil* nicht selbst überschneiden darf, also beispielsweise nicht die Form einer Acht haben

darf. In den Icons der Bewegungsbefehle sind die zugrunde liegenden *Profile* durch eine weiße Fläche angedeutet (siehe Abbildung 1.11).

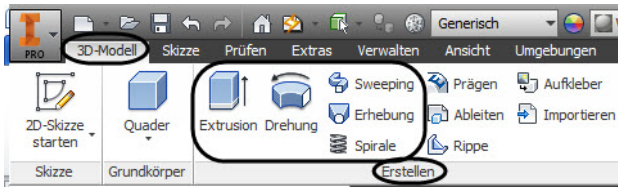


Abb. 1.11: Bewegungskörper in Inventor

Das *Profil* wird als zweidimensionale Konstruktion erstellt und als *SKIZZE* bezeichnet. Inventor achtet besonders darauf, dass diese Skizze vollständig bemaßt ist und auch sonst durch seine geometrischen Abhängigkeiten vollständig und eindeutig bestimmt ist. Sobald jeweils ein Teil der Kontur geometrisch durch Maße und/oder Abhängigkeiten eindeutig bestimmt ist, zeigt die Farbe das an, indem sie von Grün nach Dunkelblau wechselt (bei Benutzung des Standard-Farbschemas).

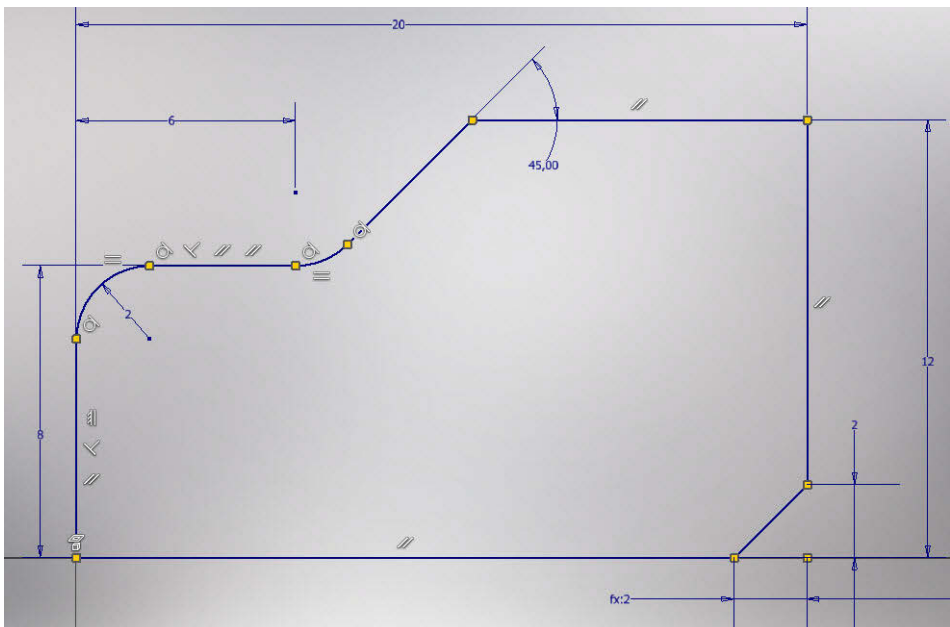



Abb. 1.12: Zweidimensionale vollständig bestimmte Skizze mit angezeigten geometrischen Abhängigkeiten

Extrusion

Die häufigste Art der Bewegung ist die lineare Bewegung eines Profils. Diese 3D-Modellierung wird als *Extrusion*  oder auch *Austragung* bezeichnet.

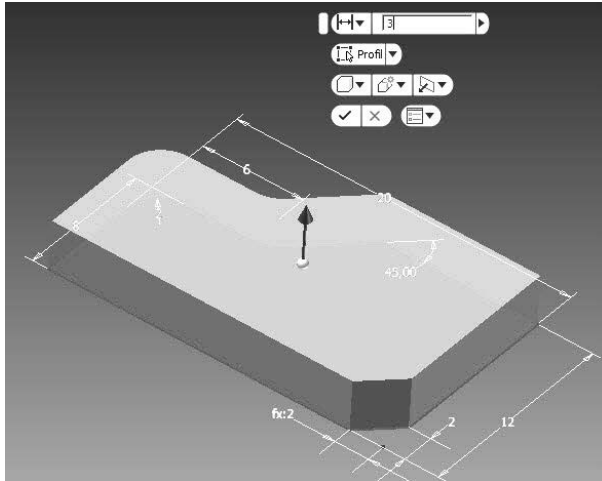



Abb. 1.13: Extrusion eines 2D-Profiles zum 3D-Volumenkörper

Drehung

Ein zweidimensionales Profil kann aber auch um eine Achse gedreht werden, um einen 3D-Volumenkörper zu erzeugen. Die Achse kann die Begrenzung des Teils bilden oder außerhalb liegen. Die Aktion wird üblicherweise als *Rotation*  bezeichnet oder auch einfach als *Drehung*.

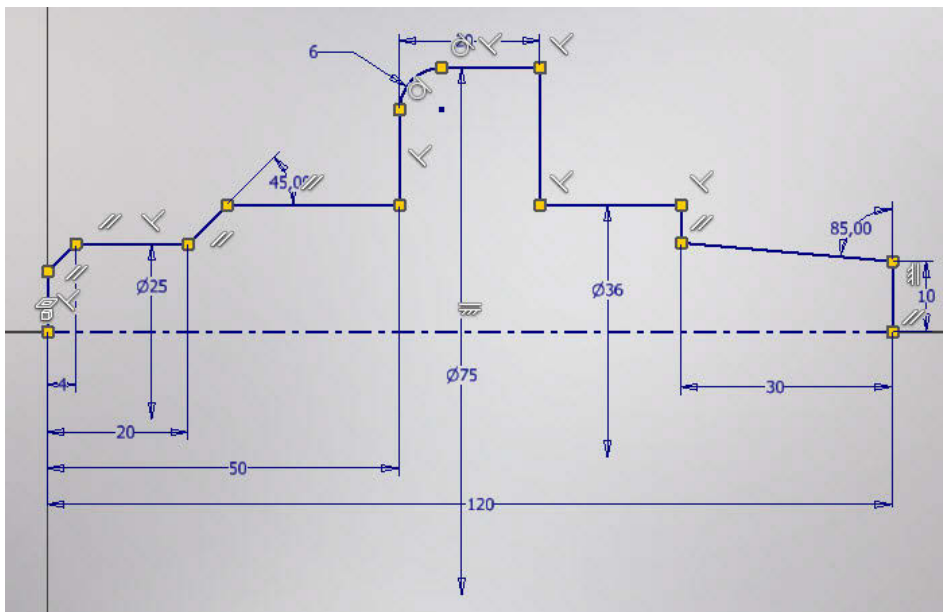


Abb. 1.14: Zweidimensionales Profil mit einer Rotationsachse mit vollständiger Bemaßung und geometrischen Abhängigkeiten

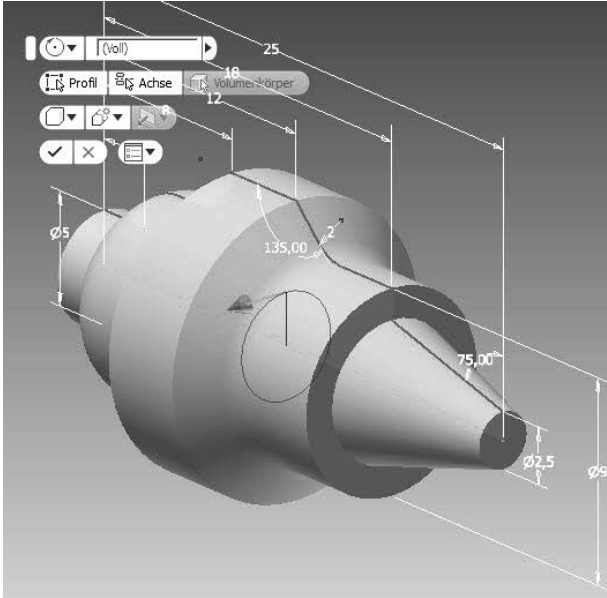


Abb. 1.15: Mit Funktion DREHUNG erzeugtes Rotationsteil

Sweeping

Ein komplexerer Volumenkörper kann durch Bewegung eines *Profils* entlang eines zwei- oder dreidimensionalen *Pfads* erzeugt werden. Hierfür ist der englische Begriff *Sweeping* üblich.

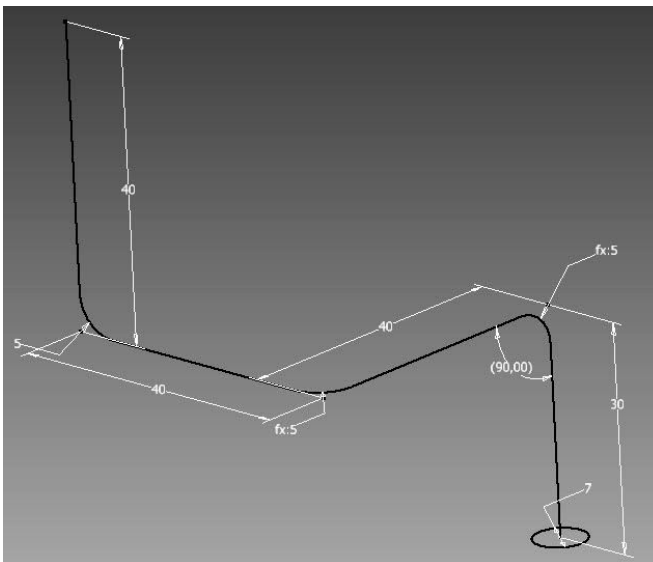


Abb. 1.16: Geschlossene 2D-Skizze (Kreis) für das Profil und 3D-Skizze für den Pfad

Beispielsweise können Rohrleitungen damit leicht aus einem kreisrunden Querschnittsprofil und einer dreidimensionalen Leitkurve erstellt werden. Die Leitkurve wird als *Pfad* bezeichnet.

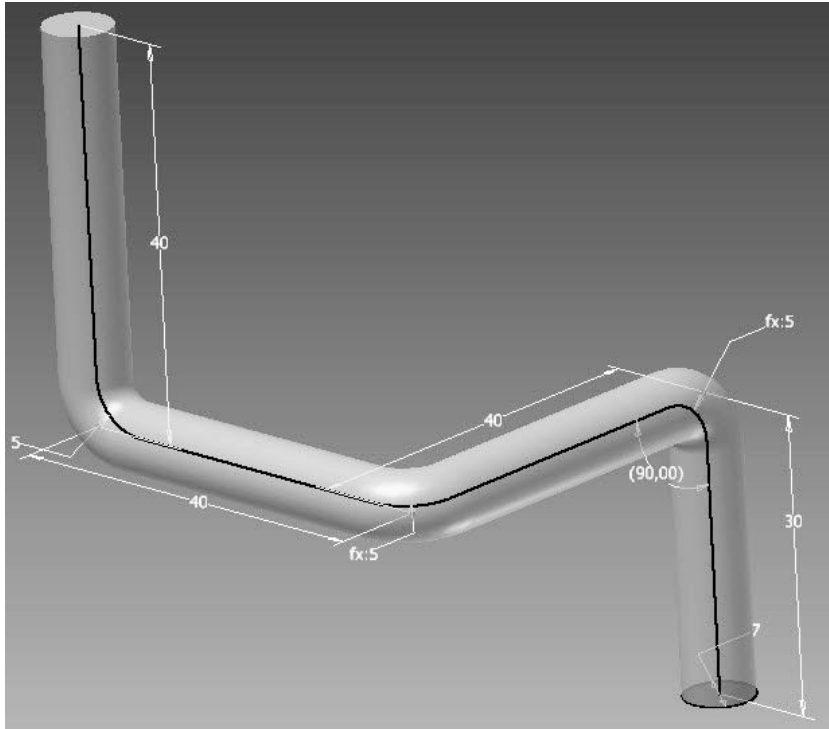




Abb. 1.17: Rohrleitung erstellt mit der Funktion SWEEPING aus Profil und Pfad

Lofting oder Erhebung

Aus der konventionellen Konstruktionsweise von Schiffsrümpfen und Flugzeugkomponenten wie Rümpfen oder Tragflächen kommt eine weitere komplexe Formgebung für 3D-Körper, das *Lofting* . *Lofting* bedeutet die Erzeugung von Volumenkörpern aus vorgegebenen Querschnitten, üblicherweise als *Spannen* bezeichnet. Hierzu sind mehrere geschlossene Profile über- oder hintereinander nötig. Die Eindeutigkeit führte bei Autodesk zu dem Begriff *ERHEBUNG*. Mit der Funktion *ERHEBUNG*  werden diese Profile dann in der richtigen Reihenfolge angewählt, und der Volumenkörper entsteht als geglätteter oder linearer Übergang von Profil zu Profil.

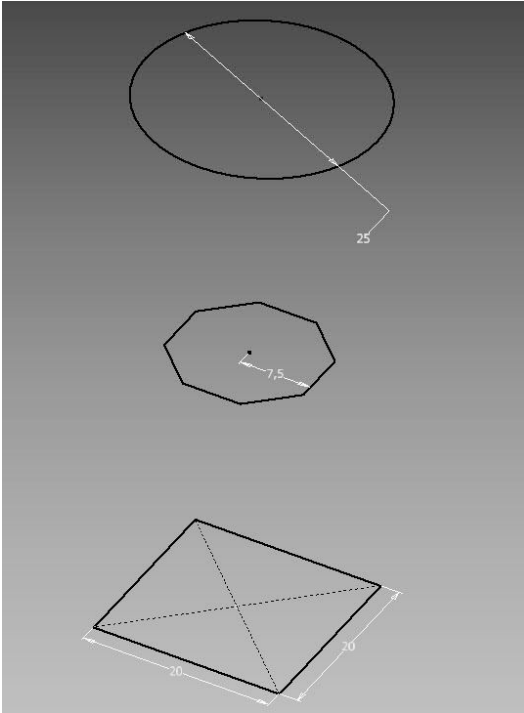


Abb. 1.18: Drei Profilskizzen zur Erstellung eines Lofting-Körpers

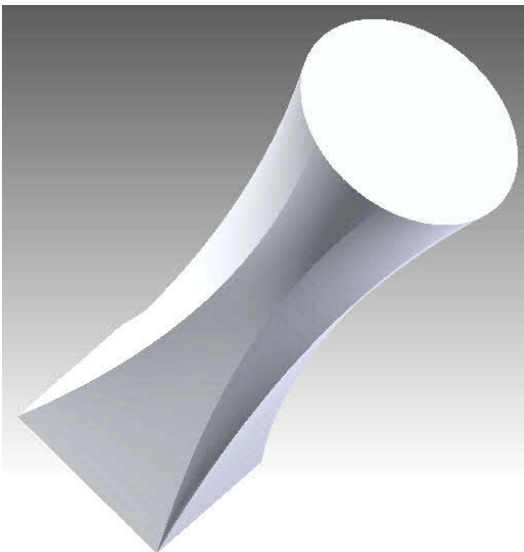



Abb. 1.19: Mit Funktion ERHEBEN erstellter Lofting-Körper

Spirale

Der Befehl SPIRALE  ist eine spezielle Form des SWEEPINGS. Es entsteht praktisch dasselbe, als ob Sie ein Profil entlang einer Spiralkurve sweepen. Da aber Spiralen und Wendeln im technischen Bereich für Schrauben, Federn usw. eine wichtige Rolle spielen, wurde speziell für den Fall eines solchen Sweeps der besondere Befehl SPIRALE geschaffen. Hierbei ist als definierende Geometrie nämlich nur eine einzige Skizze mit einer Achse und dem Profil nötig, die beide in einer Ebene liegen. Der Abstand von der Achse definiert schon den Radius der Spirale oder Wendel und die restliche Form wird dann über einen Dialog festgelegt.

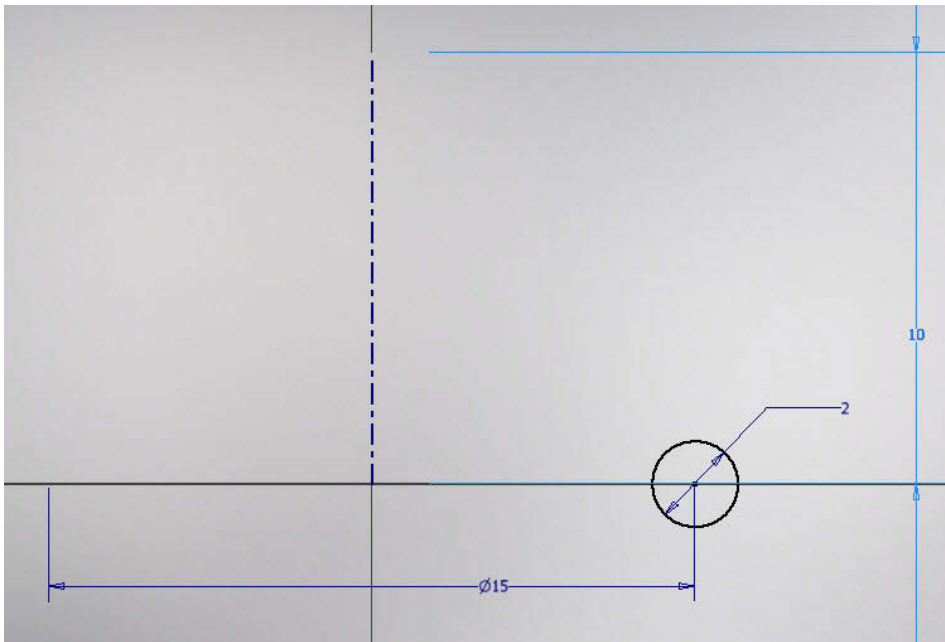


Abb. 1.20: Skizze mit Achse und Kreis-Profil für Spirale

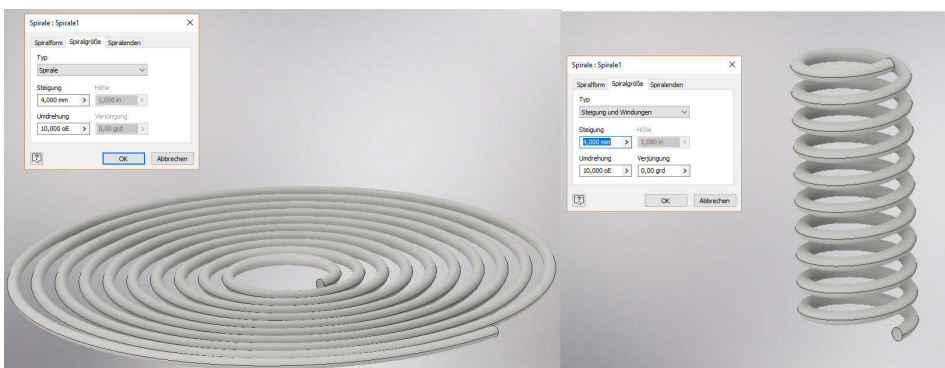





Abb. 1.21: Spirale und Wendel mit Dialogfeldern

Boolesche Operationen

Die bisher beschriebenen Körperformen können nun wie oben schon die Grundkörper miteinander kombiniert werden, mit VEREINIGUNG , DIFFERENZ  und SCHNITTMENGE . Man nennt sie *Boolesche Operationen* nach einem der Väter der Mengenlehre, weil sie wie die gleichnamigen Funktionen der Mengenlehre definiert sind.





- Bei der Operation VEREINIGUNG  werden die einzelnen Volumenkörper überlagert, sodass ein neuer Gesamtkörper entsteht. Teile der Körper, die überlappen, tragen dabei zum Gesamtvolumen nur einfach bei.
- Bei der DIFFERENZ  gibt es ein *Basisteil*, von dem ein zweites Teil, das sogenannte *Arbeitsteil*, abgezogen wird. Vom Basisteil wird also der Überlappungsbereich entfernt.
- Bei der SCHNITTMENGE  bleibt von den beteiligten Körpern nur der Teil übrig, an dem sie überlappen.



Abb. 1.22: Boolesche Operationen VEREINIGUNG, DIFFERENZ und SCHNITTMENGE

Das Kombinieren der einzelnen Volumenkörper kann direkt schon bei der Erzeugung geschehen. So können Sie beim Extrudieren eines zweiten Profils angeben, welche der booleschen Operationen in Zusammenhang mit dem vorher schon erzeugten Volumenkörper angewendet werden soll (Abbildung 1.23). Im Beispiel wurde die zweite Extrusion von der Skizzierebene aus nach vorn und nach hinten  ausgeführt.

Alternativ können Sie die zweite Extrusion aber auch als separaten Volumenkörper erzeugen lassen. Dadurch entsteht dann ein sogenanntes Multipart-Teil (Abbildung 1.24). Dann können Sie später noch mit dem Befehl 3D-MODELL|KOMBINIEREN die nötigen booleschen Operationen ausführen lassen (Abbildung 1.25).