



Detlef
Ridder

Autodesk 3D-Konstruktionen mit **Inventor 2024**

Der umfassende Praxiseinstieg
Inkl. Übungsbeispielen und Aufgaben mit Lösungen

Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Liebe Leserinnen und Leser,

dieses E-Book, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Mit dem Kauf räumen wir Ihnen das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Jede Verwertung außerhalb dieser Grenzen ist ohne unsere Zustimmung unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen sowie Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Je nachdem wo Sie Ihr E-Book gekauft haben, kann dieser Shop das E-Book vor Missbrauch durch ein digitales Rechtemanagement schützen. Häufig erfolgt dies in Form eines nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichens, das dann individuell pro Nutzer signiert ist. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Beim Kauf des E-Books in unserem Verlagsshop ist Ihr E-Book DRM-frei.

Viele Grüße und viel Spaß beim Lesen,

Ihr mitp-Verlagsteam



Detlef Ridder

3D-Konstruktionen mit Autodesk Inventor 2024

Der umfassende Praxiseinstieg



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 978-3-7475-0660-8

1. Auflage 2023

www.mitp.de

E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2023 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: Janina Bahlmann, Nicole Winkel

Sprachkorrektur: Petra Heubach-Erdmann

Covergestaltung: Christian Kalkert

Coverbild: © xiaoliangge / stock.adobe.com

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

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	11
I	Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen	15
I.1	Die Phasen der Inventorkonstruktion	15
I.2	Wie entsteht ein 3D-Modell?	19
I.2.1	Grundkörper	19
I.2.2	Bewegungskörper	21
I.2.3	Erstellung aus Flächen durch Verdicken	29
I.2.4	Erstellung aus geschlossenem Flächenverbund	30
I.2.5	Erstellung aus Freiform-Geometrie	31
I.3	Analyse der Aufgabe vor der Konstruktion	32
I.3.1	Modellierung aus Grundkörpern und Bewegungskörpern . . .	33
I.3.2	Modell aus zwei Extrusionen	34
I.3.3	Modell aus drei 2D-Darstellungen (Dreitafelbild)	36
I.4	Ergänzungen zum Volumenkörper: Features und Nachbearbeitungen	39
I.5	Die Bottom-Up- und Top-Down-Methoden	41
I.5.1	Bottom-Up	41
I.5.2	Top-Down	42
I.6	Übungsfragen	43
2	Installation, Benutzeroberfläche und allgemeine Bedienhinweise . .	45
2.1	Download und Installation einer Test- oder Studentenversion	45
2.2	Hard- und Software-Voraussetzungen	46
2.3	Weitere installierte Programme	48
2.4	Inventor Professional 2024	49
2.4.1	Start	49
2.5	Die Inventor-Benutzeroberfläche	51
2.5.1	Programmleiste	51
2.5.2	Datei-Menü	51
2.5.3	Schnellzugriff-Werkzeugkasten	53
2.5.4	Kommunizieren und Informieren	55

2.5.5	Multifunktionsleisten, Register, Gruppen und Flyouts. . . .	56
2.5.6	Dokument-Registerkarten	63
2.5.7	Browser	63
2.5.8	Befehlszeile und Statusleiste	64
2.5.9	Ansichtssteuerung mit Maus.	66
2.5.10	Ansichtssteuerung mit der Navigationsleiste.	67
2.5.11	ViewCube	68
2.5.12	Nützliche Optionen-Einstellungen	68
2.6	Wie kann ich Befehle eingeben?	69
2.6.1	Multifunktionsleisten.	69
2.6.2	Tastenkürzel	71
2.6.3	Kontextmenü.	72
2.6.4	Objekte zum Bearbeiten anklicken	73
2.6.5	Hilfe.	73
2.7	Übungsfragen	75
3	Erste einfache 3D-Konstruktionen	77
3.1	Einfache Konstruktion mit Grundkörpern	77
3.1.1	Ein neues Projekt anlegen	77
3.1.2	Ein neues Bauteil beginnen.	79
3.1.3	Übungsteil aus Grundkörpern erstellen.	80
3.1.4	Speichern	82
3.1.5	Ansicht schwenken.	83
3.1.6	Zwei nützliche Einstellungen	84
3.1.7	Hinzufügen eines Zylinders	85
3.1.8	Halbkugel als Vertiefung	87
3.1.9	Der Torus	87
3.2	Einfaches Extrusionsteil	88
3.2.1	Eine Skizze erstellen	89
3.3	Einfaches Rotationsteil	103
3.4	Übungsfragen	105
4	Die Skizzenfunktion	107
4.1	Funktionen für zweidimensionales Skizzieren.	107
4.1.1	Funktionsübersicht	108
4.1.2	Linienarten	109
4.1.3	Punktfänge	110
4.1.4	Rasterfang	112

4.1.5	Koordinatentyp	114
4.1.6	Objektwahl	116
4.2	Abhängigkeiten	116
4.2.1	Abhängigkeits-Typen	119
4.2.2	Lockerung von Abhängigkeiten	121
4.3	2D-Skizzen	123
4.3.1	Eine erste Kontur	123
4.3.2	Kontur mit Linien und Bögen	126
4.3.3	Bögen in der Kontur	129
4.3.4	Kreise und Ellipsen in der Skizze	130
4.3.5	Rechtecke in der Kontur	131
4.3.6	Splines und Brückenkurven in der Kontur	135
4.3.7	Kurven mit Funktionsbeschreibungen	137
4.3.8	Rundungen und Fasen in der Skizze	138
4.3.9	Texte in der Skizze	140
4.3.10	Punkte in der Skizze	141
4.3.11	Punkte aus Excel importieren	143
4.3.12	Skizze aus AutoCAD importieren	144
4.3.13	Skizzenblöcke	147
4.4	3D-Skizzen	148
4.4.1	3D-Koordinateneingabe	149
4.4.2	Kurven für 3D-Skizzen	152
4.4.3	Kurven mit Funktionsbeschreibungen	155
4.5	Bearbeitungsbefehle für 2D-Skizzen	160
4.5.1	Geometrie projizieren/Schnittkanten projizieren	160
4.5.2	Verschieben	163
4.5.3	Kopieren	163
4.5.4	Drehen	164
4.5.5	Stutzen	164
4.5.6	Dehnen	164
4.5.7	Trennen	165
4.5.8	Skalieren	165
4.5.9	Gestreckt	166
4.5.10	Versatz	166
4.5.11	Muster – Rechteckig	167
4.5.12	Muster – Polar	167
4.5.13	Muster – Spiegeln	168

4.6	Bearbeitungsbefehle für 3D-Skizzen	169
4.6.1	Abhängigkeiten in 3D-Skizzen	169
4.6.2	Die 3D-Transformation	169
4.7	Skizzen-Bemaßung	170
4.7.1	Bemaßungsarten	170
4.7.2	Bemaßungsanzeige	172
4.7.3	Maße übernehmen	175
4.8	Skizzen überprüfen	177
4.8.1	Freiheitsgrade	178
4.8.2	Geometrische Abhängigkeiten	179
4.8.3	Skizzenanalyse	181
4.8.4	Hilfslinien, Mittellinien	184
4.9	Arbeitselemente	184
4.9.1	Arbeitsebenen	185
4.9.2	Arbeitsachsen	195
4.9.3	Arbeitspunkte	196
4.10	Übungsfragen	196
5	Volumenkörper und Flächen erstellen	197
5.1	Volumenkörper erstellen	197
5.1.1	Extrusion	199
5.1.2	Drehung	202
5.1.3	Erhebung	206
5.1.4	Sweeping	212
5.1.5	Spirale	215
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
5.1.11	Entfalten	231
5.2	Grundkörper	232
5.2.1	Quader	233
5.2.2	Zylinder	234
5.2.3	Kugel	235
5.2.4	Torus	236
5.3	Flächen	237
5.3.1	Heften	238
5.3.2	Umgrenzungsfläche	239

5.3.3	Formen	239
5.3.4	Regelfläche	240
5.3.5	Stützen	241
5.3.6	Dehnen	241
5.3.7	Fläche ersetzen	241
5.3.8	Körper reparieren	242
5.3.9	Netzfläche anpassen	242
5.3.10	Weitere Flächenbearbeitungen mit Volumenkörper- Funktionen	244
5.4	Bemaßungen im Bauteil	244
5.5	Übungsfragen	246
6	Volumenkörper bearbeiten	247
6.1	Features	247
6.1.1	Bohrungen	247
6.1.2	Rundungen	252
6.1.3	Fasen	257
6.1.4	Wandung	259
6.1.5	Flächenverjüngung	260
6.1.6	Trennen	262
6.1.7	Gewinde	265
6.1.8	Biegungsteil	266
6.1.9	Verdickung/Versatz	267
6.1.10	Markieren	267
6.1.11	Oberfläche	268
6.2	iFeatures	270
6.3	Weitere Ändern-Befehle	272
6.3.1	Kombinieren	272
6.3.2	Fläche löschen	273
6.3.3	Körper verschieben	274
6.3.4	Objekt kopieren	275
6.4	Direkt bearbeiten	275
6.4.1	Verschieben	277
6.4.2	Größe	278
6.4.3	Maßstab (besser: Skalieren)	278
6.4.4	Drehen	279
6.4.5	Löschen	279

6.5	Muster.	280
6.5.1	Rechteckige Anordnung.	281
6.5.2	Runde Anordnung.	281
6.5.3	Skizzenbasiert.	282
6.6	Benutzer-Koordinaten-Systeme.	283
6.7	Zwischen Bauteil und Baugruppe: Multipart-Konstruktionen.	284
6.8	Konstruktionsbeispiel.	286
6.9	Übungsfragen.	291
7	Baugruppen zusammenstellen.	293
7.1	Projekt erstellen.	293
7.2	Funktionsübersicht Baugruppen.	295
7.3	Erster Zusammenbau.	297
7.3.1	Die Bauteile.	297
7.3.2	Das Platzieren.	298
7.3.3	Abhängigkeiten erstellen.	300
7.3.4	Bewegungsanzeige.	304
7.4	Baugruppen-Abhängigkeiten.	304
7.4.1	Passend/Fluchtend.	304
7.4.2	Hilfsmittel Freie Verschiebung/Freie Drehung.	306
7.4.3	Winkel.	307
7.4.4	Tangential.	308
7.4.5	Einfügen.	308
7.4.6	Symmetrie.	308
7.4.7	Abhängigkeiten unterdrücken.	308
7.4.8	Passend/Fluchtend-Beispiel.	309
7.4.9	Einfügen-Beispiel.	314
7.4.10	Winkel-Beispiel.	315
7.4.11	Tangential-Beispiel.	317
7.4.12	Symmetrie-Beispiel.	318
7.5	Bewegungs-Abhängigkeiten.	318
7.5.1	Beispiel für Drehung.	319
7.5.2	Beispiel für Drehung-Translation.	319
7.5.3	Schraubbewegung.	320
7.5.4	Schraubbewegung über Parameter-Manager.	321
7.6	iMates.	323
7.7	Abhängigkeiten über die Verbindungsfunktion.	326

7.8	Adaptive Bauteile	331
7.8.1	Adaptivität nachrüsten	331
7.8.2	Bauteil in Baugruppe erstellen	333
7.9	Teile aus Inhaltscenter einfügen	336
7.9.1	Beispiel Kugellager	336
7.9.2	Beispiel Schrauben	340
7.10	iParts	342
7.11	iAssemblies	344
7.12	Modellzustände	345
7.13	Exemplareigenschaften	346
7.14	Geometrievereinfachung	348
7.15	Übungsfragen	349
8	Zeichnungen ableiten	351
8.1	Ansichten erzeugen	352
8.1.1	Standard-Ansichten	352
8.1.2	Benutzerspezifische Ansichtsausrichtung	355
8.1.3	Parallelansicht	356
8.1.4	Hilfsansicht	356
8.1.5	Schnittansicht	357
8.1.6	Detailansicht	361
8.1.7	Überlagerung	362
8.2	Ansichten bearbeiten	364
8.2.1	Unterbrochen	365
8.2.2	Ausschnitt	365
8.2.3	Aufgeschnitten	368
8.2.4	Zuschneiden	369
8.2.5	Ausrichtung	369
8.3	Bemaßungen, Symbole und Beschriftungen	370
8.3.1	Bemaßungsarten	370
8.3.2	Bemaßungsstil	381
8.4	Symbole	383
8.4.1	Gewindekanten	383
8.4.2	Mittellinien	384
8.4.3	Bohrungssymbole	385
8.4.4	Kantensymbol	386

8.5	Beschriftungen.	387
8.5.1	Form-/Lagetoleranzen	388
8.5.2	Bohrungstabelle	389
8.5.3	Revisionswolke	390
8.5.4	Stückliste	390
8.6	Übungsfragen	395
9	Präsentationen, realistische Darstellungen und Rendern	397
9.1	Funktionsübersicht	397
9.2	Drehbuch animieren	403
9.3	Darstellungsarten	407
9.3.1	iProperties einstellen	407
9.3.2	Die verschiedenen visuellen Stile	408
9.3.3	Halbschnitt	411
9.3.4	Darstellung mit Volumen-Ausschnitt.	412
9.4	Inventor Studio	416
9.4.1	Beleuchtung und Szene	417
9.4.2	Kamera einstellen.	418
9.4.3	Rendern.	420
9.5	Übungsfragen	421
10	Parameter – Excel – Varianten	423
10.1	Parameter nutzen	423
10.1.1	Parameterliste und manuelle Änderungen	424
10.1.2	Benutzerparameter.	427
10.1.3	Formeln.	429
10.1.4	Multivalue-Parameter für Varianten.	430
10.1.5	Excel-Tabelle	430
10.2	Übungsfragen	433
A	Lösungen zu den Übungsfragen	435
B	Benutzte Zeichnungen	443
	Stichwortverzeichnis	459

Einleitung

Neu in Inventor 2024

Jedes Jahr im Frühjahr erscheint eine neue Inventor-Version. Inventor wartet immer wieder mit verbesserten und neuen Funktionen auf.

Bei der Version Inventor 2024 gibt es neben Fehlerbehebungen und allgemeinen Performance-Optimierungen noch zahlreiche Verbesserungen im Detail, von denen hier nur einige genannt werden sollen:

- **OBERFLÄCHENBEHANDLUNG** – Hier können Sie den Oberflächen weitere Informationen zur Beschreibung der Oberflächenbehandlung hinzufügen wie beispielsweise eine Wärmebehandlung, eine Materialbeschichtung oder eine sonstige Bearbeitung einzelner Flächen.
- **MARKIERUNGSELEMENTE** – Sie können skizzierte Elemente oder Schriften auf Körperflächen als eine Art Gravur projizieren.
- **ZEICHNUNGS-REVISIONSWOLKE** – In Zeichnungsansichten können Revisionswolken mit zugehörigen Bezeichnungen und Revisionstabellen erstellt werden.
- **ANSICHTSEINSTELLUNGEN** – Schnittansichten im Modell können nun verschoben und um die orthogonalen Achsen geschwenkt werden. Für Darstellungen in der IBL-Umgebung (Image Based Lightning) können eigene Umgebungsdarstellungen generiert werden.
- **ROHRE & LEITUNGEN** – Die Erstellung von kundenspezifischen Bögen mit Biegewinkeln außerhalb der 45°- und 90°-Bereiche ist nun möglich.
- **PARAMETER** – Im PARAMETER-MANAGER können Text-Parameter und boolesche Parameter exportiert werden und damit beispielsweise in den IPROPERTIES (Objektbeschreibungen) verwendet bzw. referenziert werden.
- **BEGRENZUNGSRAHMEN** – Beim Erstellen von quaderförmigen Hüllvolumen können nun orientierte Quader verwendet werden, die sich nicht nach den globalen Koordinatenachsen ausrichten, sondern nach den echten maximalen Ausdehnungen der einzelnen Objekte. Das ist beispielsweise interessant für die Versand-Verpackung der Bauteile.
- **FUSION-VERBINDUNG** – Die Anzahl der Verbindungen zu FUSION wurde erweitert um eine Übertragung von Konstruktionen in die Gruppe MANUELLE PRÜFUNG aus dem Fusion-Bereich FERTIGEN.
- **SCHWEIßSYMBOLE** – In normalen Baugruppen können im Modellbereich nun auch Schweißsymbole angebracht werden, ohne eine extra Schweißkonstruk-

tion gestartet zu haben. Diese Symbole können natürlich wieder bei der Zeichnungserstellung oder beim Datenexport abgerufen werden.

- KANTENSYMBOL – Unter den SYMBOLEN im Zeichnungsbereich finden Sie jetzt auch KANTENSYMBOLE, die Sie objektspezifisch anwenden oder global in die Zeichnung einfügen können.
- ILOGIC – Im Bereich der ILOGIC-Programmierung wurden Funktionen zur Verbindung mit dem VAULT-Modul hinzugefügt.

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 10 Kapitel gegliedert. Der gesamte Stoff kann, sofern genügend Zeit (ganztägig) 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 verstehen. 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 Helfefunktion 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 mich 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.

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 Deinstallation und Neuinstallation 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 erwerben.

Downloads zum Buch

Auf der Webseite des Verlags können Sie zusätzlich zu den Anleitungen und Zeichnungen im Buch die vollständigen Projekte der 3D-Beispiele inklusive der Bauteile, Baugruppen und Zeichnungen kostenlos herunterladen.

Außerdem werden hier weiterführende Themen als PDF-Dateien angeboten:

Unter »Kapitel 11.pdf« finden Sie kurze Einführungen zu den Themen Blechteile, Wellengenerator, Schweißen und Interoperabilität mit Revit und Fusion.

Unter »Kapitel 12.pdf« gibt es eine kurze Einführung in die Programmierung von Variantenteilen mit iLogic.

Besuchen Sie hierzu www.mitp.de/0659 und wählen sie den Reiter DOWNLOADS aus.

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 durch die Erstellung der vielen Illustrationen viel Mühe gekostet, und ich hoffe, Ihnen als Leser damit eine gute Hilfe zum Start in das Thema Inventor 2024 zu geben. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und Freude bei der Arbeit mit dem Buch und der Inventor-Software.

Detlef Ridder

Germering, 17.6.2023

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.

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).

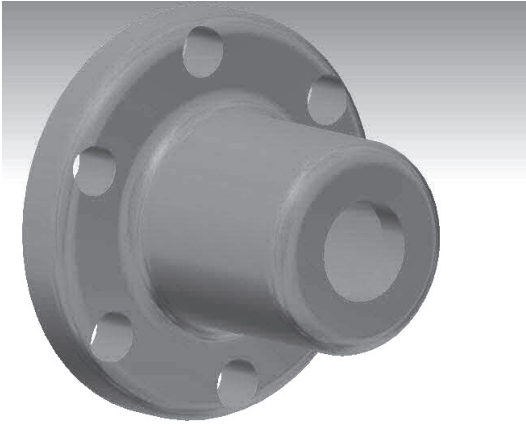


Abb. 1.1: Ein Bauteil (*.ipt-Datei)

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

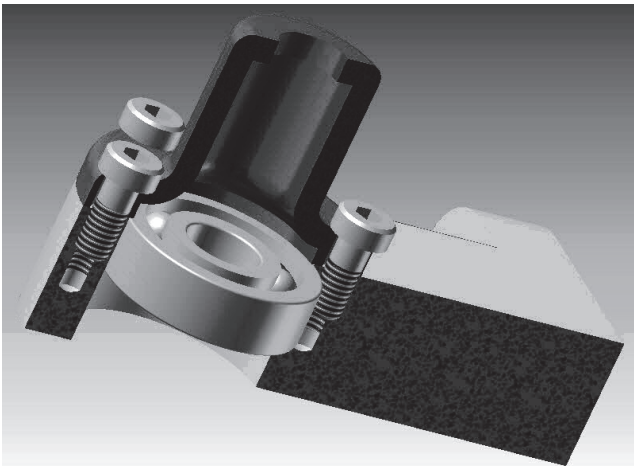


Abb. 1.2: Eine Baugruppe (*.iam-Datei) im Halbschnitt

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)

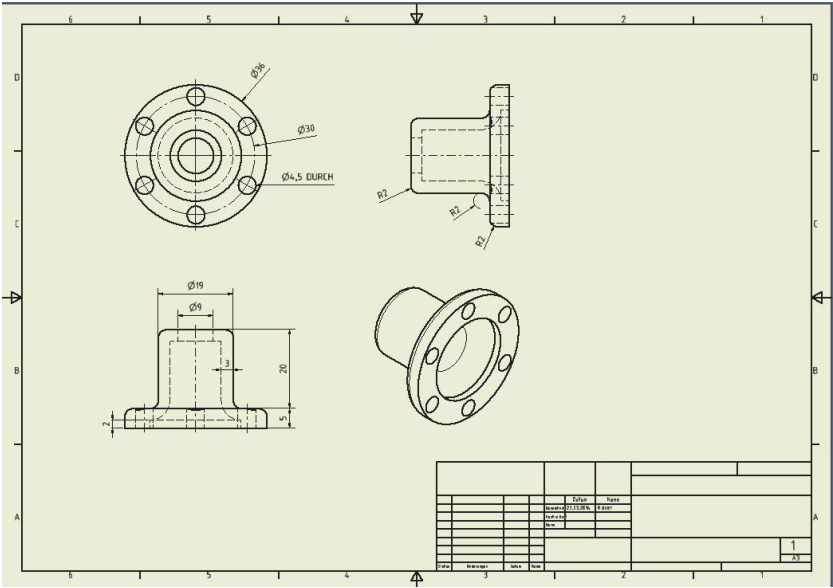


Abb. 1.3: Die technische Zeichnung eines Bauteils (*.dwg-Datei)

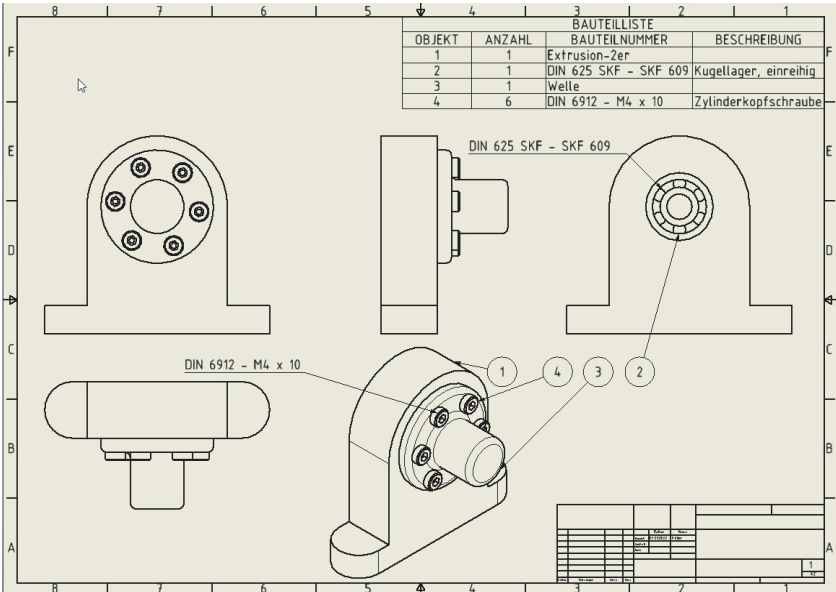


Abb. 1.4: Zeichnung für eine Baugruppe mit Stückliste und Positionsnummern

4. 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.

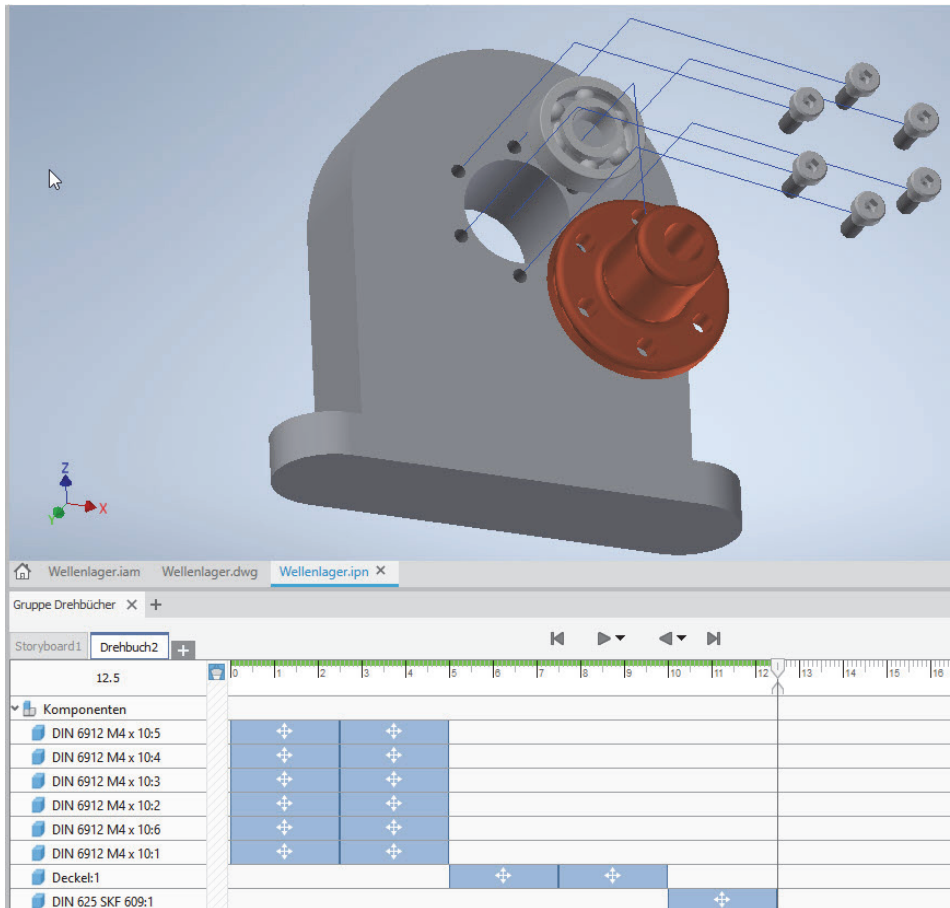


Abb. 1.5: Präsentation mit Animationspfaden und Drehbuch (unten)

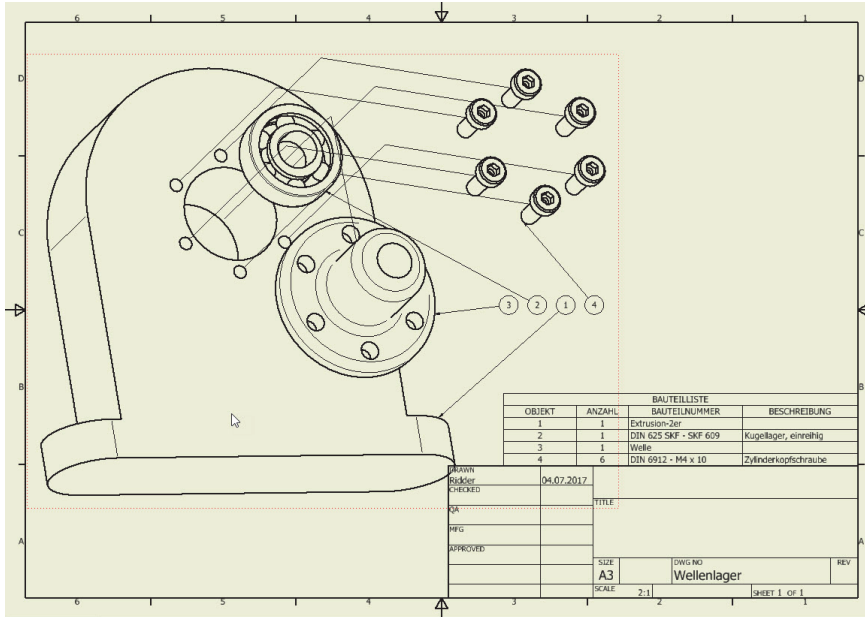


Abb. 1.6: Zeichnung der Explosionsansicht mit Positionsnummern und Stückliste

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. Diese Grundelemente können einfache *Grundkörper* sein, zweidimensionale *Konturen*, die durch *Bewegung* eine dritte Dimension erhalten, eventuell auch *Flächen* oder eine Art knetbare Volumenkörper, sogenannte *Freiformelemente*.

1.2.1 Grundkörper

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

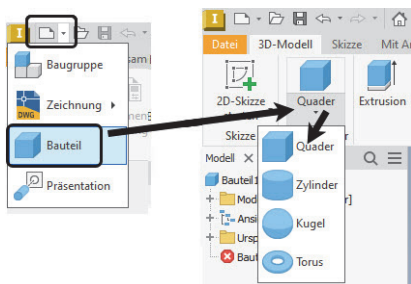


Abb. 1.7: Grundkörper in Inventor

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).

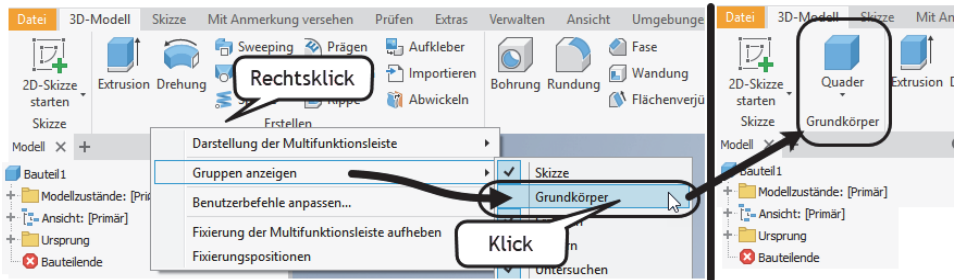


Abb. 1.8: Gruppe GRUNDKÖRPER aktivieren

Beim ersten Volumenkörper müssen Sie aus den drei orthogonalen Ebenen die gewünschte Konstruktionsebene aussuchen und anklicken. Hier wird üblicherweise die XY-Ebene gewählt. Danach ist noch der Mittelpunkt des Körpers anzugeben, beim ersten Element meist der Nullpunkt. Dann folgen die Abmessungen wie Länge, Breite oder Radius und die Höhe in Z-Richtung.

Für jeden weiteren Körper ist wieder eine Konstruktionsebene – meist eine Fläche eines bestehenden Körpers – und eine Position zu wählen. Dann sind die Abmessungen einzugeben, dabei ist auch die Richtung für die Z-Ausdehnung zu beachten, 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 .

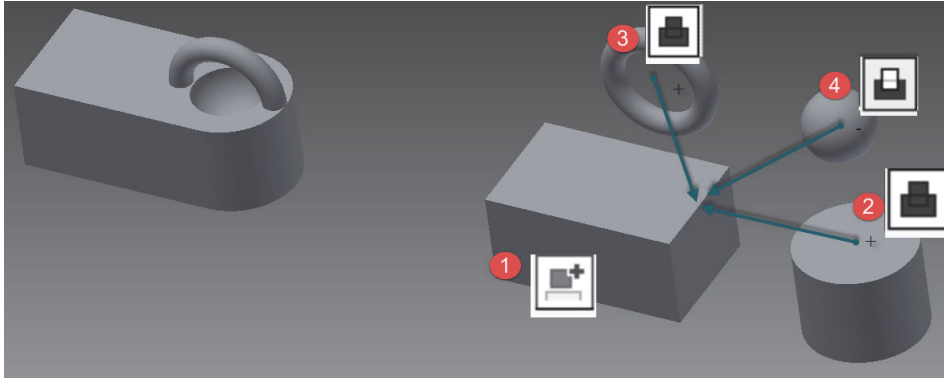


Abb. 1.9: Zusammensetzung eines 3D-Modells aus Grundkörpern

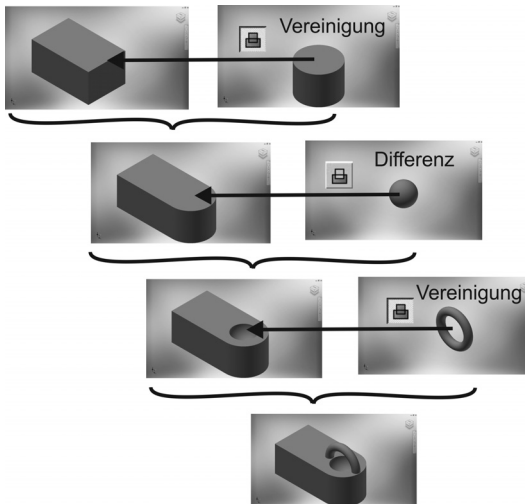


Abb. 1.10: Schrittweiser Zusammenbau aus den Grundkörpern

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 oder mehrere einfach geschlossene Konturen. *Einfach* bedeutet, dass sich jede Einzelkontur 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).

Mehrere Konturen

Wenn ein Profil aus mehreren Konturen besteht, muss jede für sich einfach sein. Um ein Gebilde in Form einer Acht zu verarbeiten, muss nur dafür gesorgt sein, dass es zwei einzelne Konturen sind, die sich zwar punktuell berühren dürfen, aber keine übergreifenden Begrenzungskurven aufweisen.

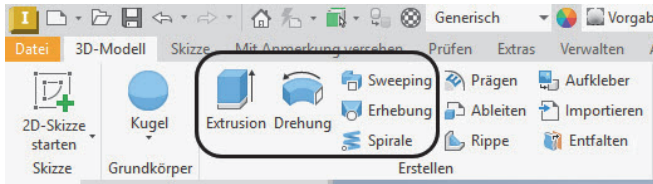


Abb. 1.11: Bewegungskörper in Inventor

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).

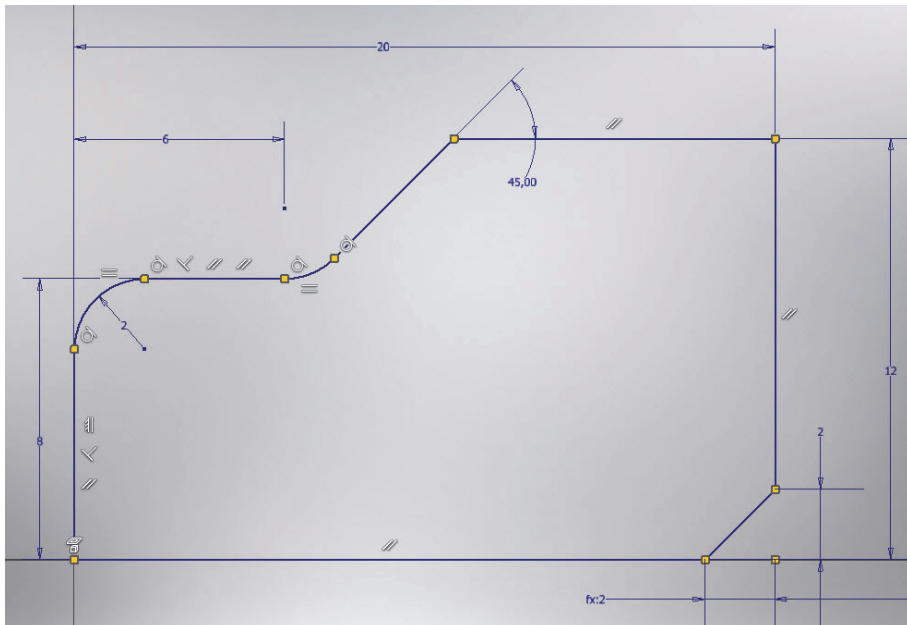


Abb. 1.12: Zweidimensionale vollständig bestimmte Skizze mit angezeigten geometrischen Abhängigkeiten

Extrusion

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

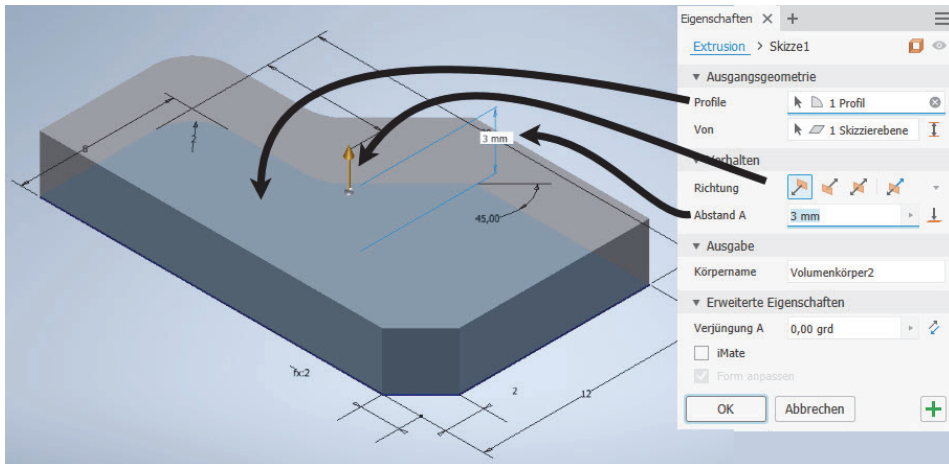


Abb. 1.13: Extrusion eines 2D-Profiles zum 3D-Volumenkörper

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 *Drehung*  bezeichnet oder auch als *Rotation*.

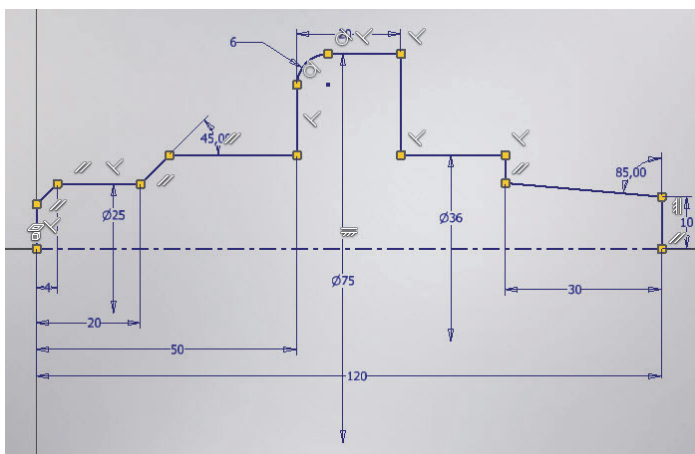


Abb. 1.14: Zweidimensionales Profil mit einer Rotationsachse mit vollständiger Bemaßung und geometrischen Abhängigkeiten

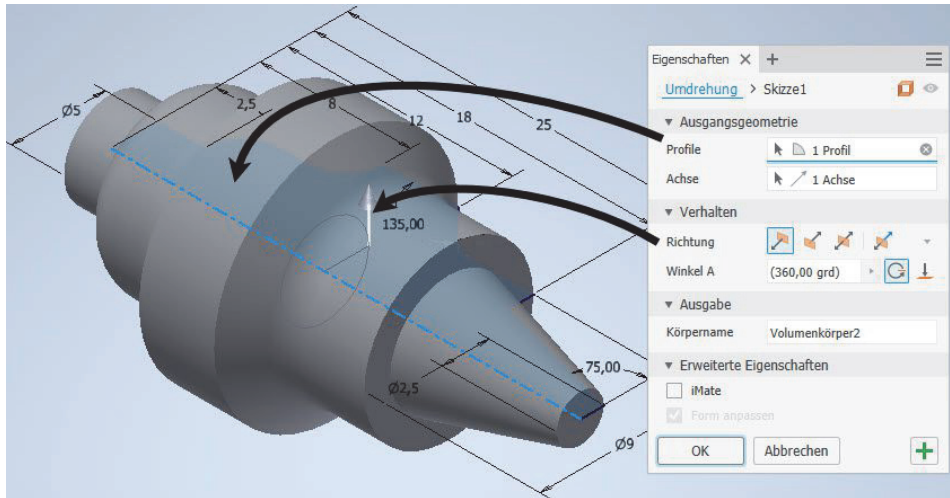


Abb. 1.15: Mit Funktion DREHUNG erzeugtes Rotationsteil

Sweeping

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

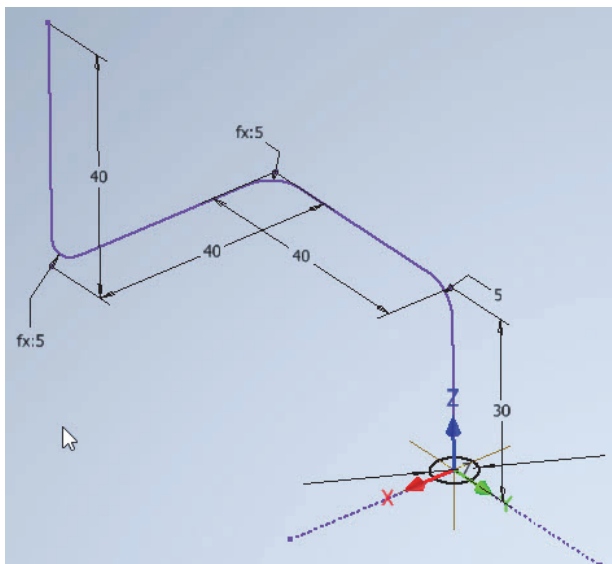


Abb. 1.16: Geschlossene 2D-Skizze (Kreis) für das Profil und 3D-Skizze für den Pfad

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

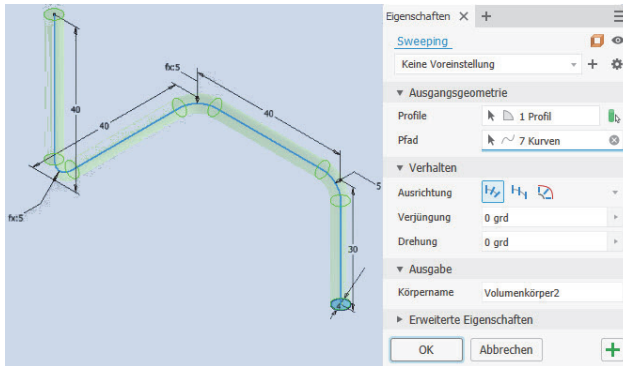


Abb. 1.17: Rohrleitung erstellt mit der Funktion SWEEPING aus Profil und Pfad

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 *Spanten* bezeichnet. Hierzu sind mehrere geschlossene Profile über- oder hintereinander nötig. Die Eindeutschung 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.

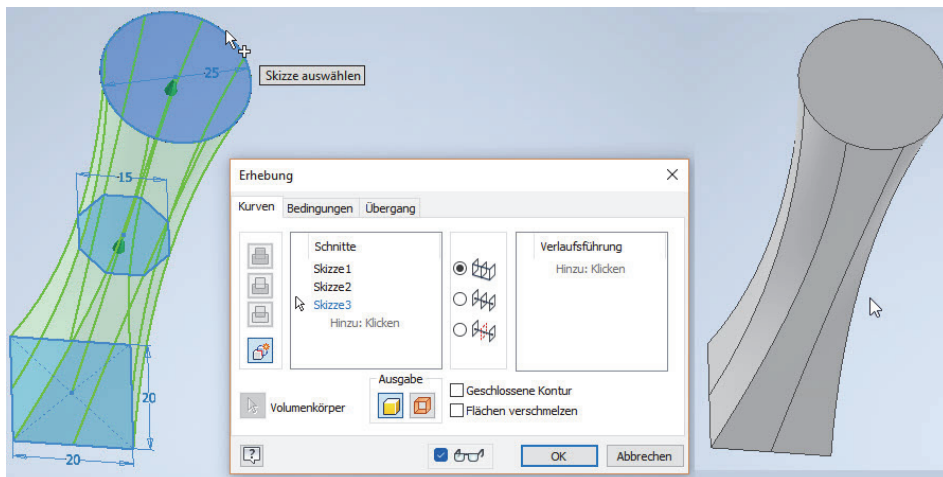


Abb. 1.18: Drei Profilskizzen zur Erstellung eines Lofting-Körpers

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.

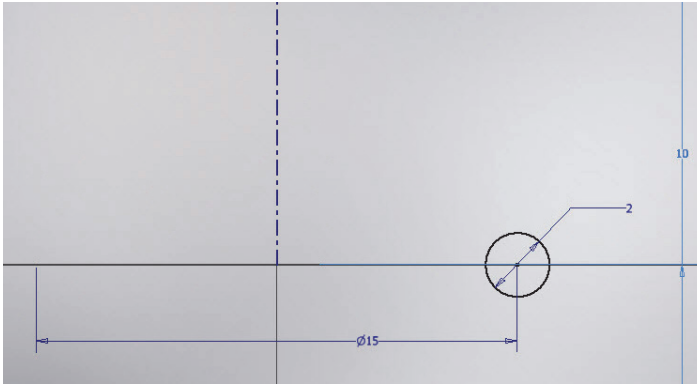


Abb. 1.19: Skizze mit Achse und Kreis-Profil für Spirale

Der Abstand von der Achse definiert schon den Radius der Spirale oder Wendel und die restliche Form wird dann über einen Dialog festgelegt. Natürlich sind auch Übergangsformen zwischen Spirale und Wendel möglich, wie die konische Wendel, sowie die für Spiralfedern nötige Gestaltung der Endstücke.

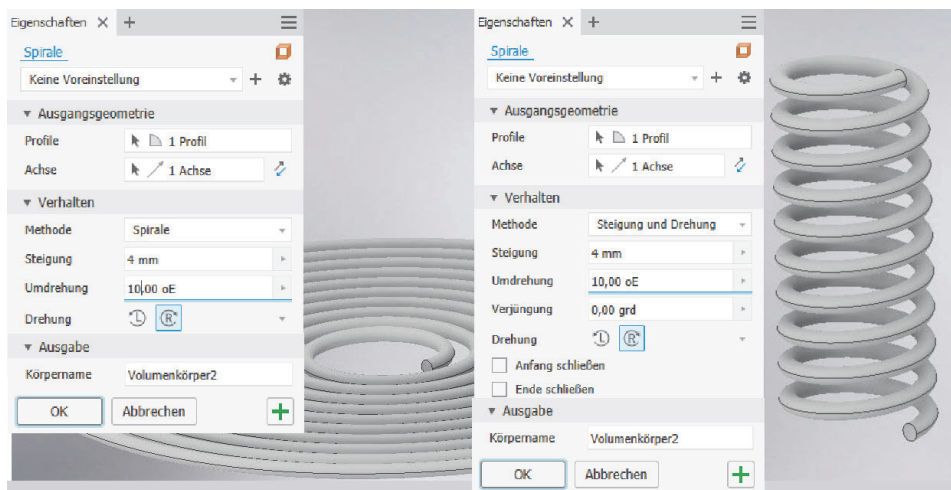


Abb. 1.20: Spirale und Wendel mit Dialogfeldern

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.

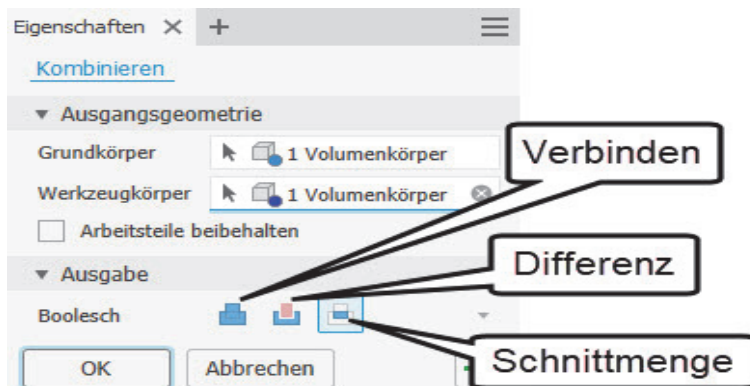


Abb. 1.21: Boolesche Operationen VEREINIGUNG, DIFFERENZ und SCHNITTMENGE

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 1.22). 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 1.23). Dann können Sie später noch mit dem Befehl 3D-MODELL|KOMBINIEREN die nötigen booleschen Operationen ausführen lassen (Abbildung 1.24 oben).

Kapitel 1

Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen

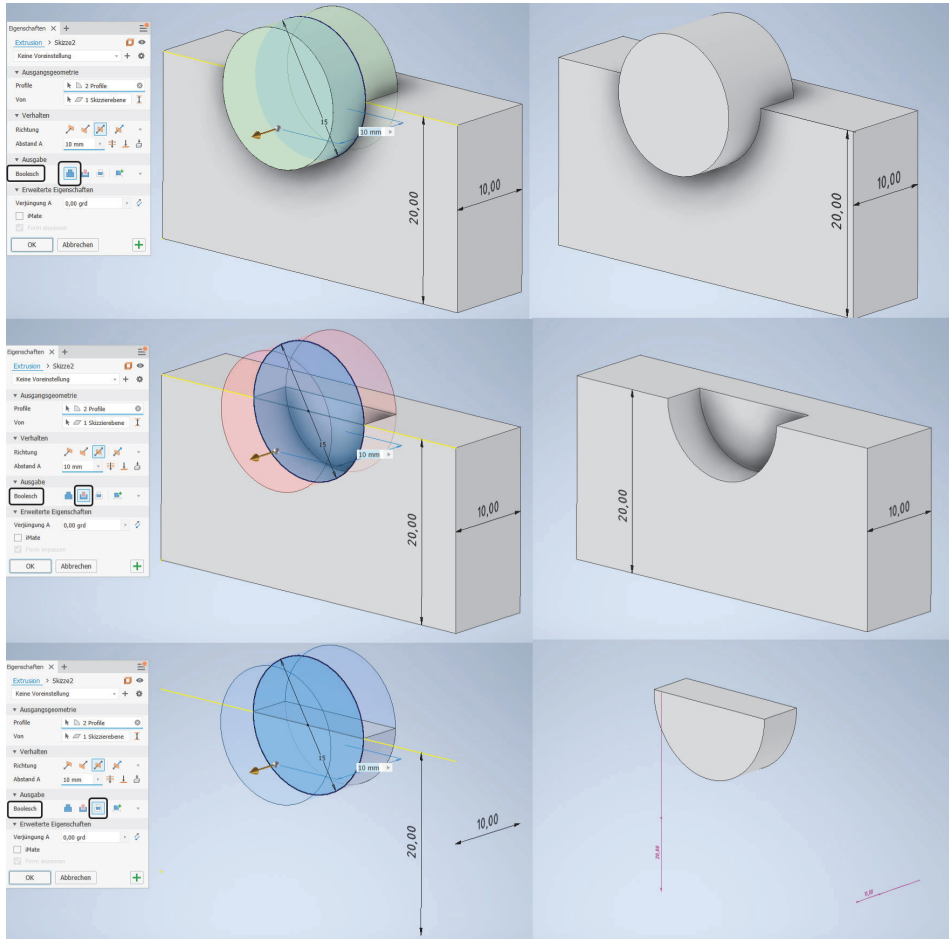


Abb. 1.22: Wirkung der booleschen Operationen

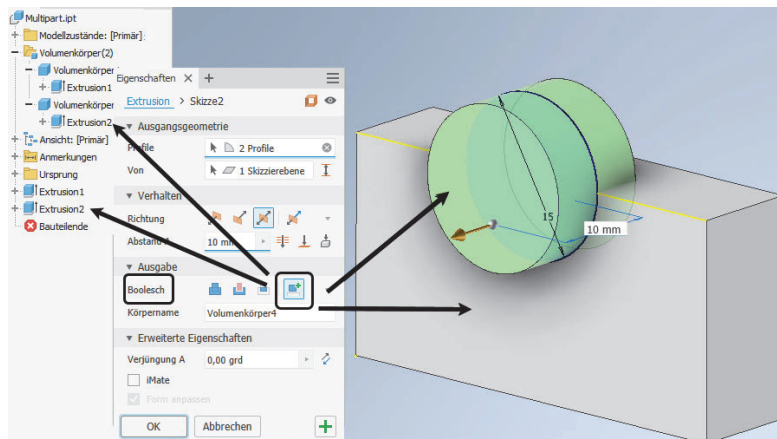


Abb. 1.23: Multipart-Teil mit zweitem Volumenkörper als eigenständiges Teil