



3D-Konstruktionen mit
Autodesk **Inventor 2021**
und **Inventor LT 2021**

Der umfassende Praxiseinstieg
Mit Übungsbeispielen, Aufgaben & Testfragen



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 2021 und Inventor LT 2021

Der umfassende 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 978-3-7475-0233-4

I. Auflage 2020

www.mitp.de

E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2020 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: Lisa Kresse

Sprachkorrektur: Petra Heubach-Erdmann

Coverbild: © Belkin & Co / stock.adobe.com

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

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	15
1	Vorüberlegungen zu einfachen 3D-Konstruktionen	19
1.1	Die Phasen der Inventorkonstruktion	19
1.2	Wie entsteht ein 3D-Modell?	23
1.2.1	Grundkörper	23
1.2.2	Bewegungskörper	25
1.2.3	Erstellung aus Flächen durch Verdicken	34
1.2.4	Erstellung aus geschlossenem Flächenverbund	34
1.2.5	Erstellung aus Freiform-Geometrie	35
1.3	Analyse der Aufgabe vor der Konstruktion	36
1.3.1	Modellierung aus Grundkörpern und Bewegungskörpern	37
1.3.2	Modell aus zwei Extrusionen	38
1.3.3	Aus drei 2D-Darstellungen (Dreitafelbild)	40
1.4	Ergänzungen zum Volumenkörper: Features und Nachbearbeitungen	43
1.5	Die Bottom-Up- und Top-Down-Methoden	45
1.5.1	Bottom-Up	45
1.5.2	Top-Down	46
1.6	Übungsfragen	47
2	Installation, Benutzeroberfläche und allgemeine Bedienungshinweise ...	49
2.1	Download für Test- oder Studentenversion	49
2.2	Hard- und Software-Voraussetzungen	51
2.3	Installation	52
2.4	Installierte Programme	55
2.5	Inventor Professional 2021 und Inventor LT 2021	56
2.6	Inventor starten	56
2.6.1	Start	57
2.7	Die Inventor-Benutzeroberfläche	58
2.7.1	Programmleiste	59

2.7.2	2.7.2	Datei-Menü	59
2.7.3	2.7.3	Schnellzugriff-Werkzeugkasten	61
2.7.4	2.7.4	Kommunizieren und Informieren	63
2.7.5	2.7.5	Multifunktionsleisten, Register, Gruppen und Flyouts.	64
2.7.6	2.7.6	Dokument-Registerkarten	71
2.7.7	2.7.7	Browser	71
2.7.8	2.7.8	Befehlszeile und Statusleiste	72
2.7.9	2.7.9	Ansichtssteuerung mit Maus.	74
2.7.10	2.7.10	Ansichtssteuerung mit der Navigationsleiste.	75
2.7.11	2.7.11	ViewCube	76
2.7.12	2.7.12	Nützliche Optionen-Einstellungen	77
2.8	2.8	Wie kann ich Befehle eingeben?	77
2.8.1	2.8.1	Multifunktionsleisten.	77
2.8.2	2.8.2	Tastenkürzel	79
2.8.3	2.8.3	Kontextmenü.	80
2.8.4	2.8.4	Objekte zum Bearbeiten anklicken	81
2.8.5	2.8.5	Hilfe.	82
2.9	2.9	Übungsfragen	83
3		Erste einfache 3D-Konstruktionen	85
3.1	3.1	Einfache Konstruktion mit Grundkörpern	85
3.1.1	3.1.1	Ein neues Projekt anlegen (nicht in LT)	86
3.1.2	3.1.2	Der erste Quader	88
3.1.3	3.1.3	Speichern	91
3.1.4	3.1.4	Ansicht schwenken.	92
3.1.5	3.1.5	Zwei nützliche Einstellungen	93
3.1.6	3.1.6	Hinzufügen eines Zylinders	94
3.1.7	3.1.7	Halbkugel als Vertiefung	96
3.1.8	3.1.8	Der Torus	96
3.2	3.2	Einfaches Extrusionsteil	97
3.2.1	3.2.1	Eine Skizze erstellen	98
3.3	3.3	Einfaches Rotationsteil	112
3.4	3.4	Übungsfragen	114
4		Die Skizzenfunktion	115
4.1	4.1	Ein Bauteil neu beginnen	115
4.1.1	4.1.1	Wo beginnen?	115
4.2	4.2	Funktionen für zweidimensionales Skizzieren	117
4.2.1	4.2.1	Funktionsübersicht	118

4.2.2	Linienarten	119
4.2.3	Punktfänge	120
4.2.4	Rasterfang	122
4.2.5	Koordinatentyp	124
4.2.6	Objektwahl	126
4.3	Abhängigkeiten	126
4.3.1	Abhängigkeits-Typen	129
4.3.2	Lockerung von Abhängigkeiten	131
4.4	2D-Skizzen	133
4.4.1	Eine erste Kontur	133
4.4.2	Kontur mit Linien und Bögen	136
4.4.3	Bögen in der Kontur	139
4.4.4	Kreise und Ellipsen in der Skizze	140
4.4.5	Rechtecke in der Kontur	141
4.4.6	Splines und Brückenkurven in der Kontur	145
4.4.7	Kurven mit Funktionsbeschreibungen	147
4.4.8	Rundungen und Fasen in der Skizze	149
4.4.9	Texte in der Skizze	150
4.4.10	Punkte in der Skizze	152
4.4.11	Punkte aus Excel importieren	153
4.4.12	Skizze aus AutoCAD importieren	154
4.4.13	Skizzenblöcke	157
4.5	3D-Skizzen	159
4.5.1	3D-Koordinateneingabe	159
4.5.2	Kurven für 3D-Skizzen	163
4.5.3	Kurven mit Funktionsbeschreibungen	165
4.6	Bearbeitungsbefehle für 2D-Skizzen	170
4.6.1	Geometrie projizieren/Schnittkanten projizieren	170
4.6.2	Verschieben	173
4.6.3	Kopieren	174
4.6.4	Drehen	174
4.6.5	Stutzen	175
4.6.6	Dehnen	175
4.6.7	Trennen	176
4.6.8	Skalieren	176
4.6.9	Gestreckt	176
4.6.10	Versatz	177
4.6.11	Muster – Rechteckig	178

4.6.12	Muster – Polar	178
4.6.13	Muster – Spiegeln.....	179
4.7	Bearbeitungsbefehle für 3D-Skizzen	180
4.7.1	Abhängigkeiten in 3D-Skizzen	180
4.7.2	Die 3D-Transformation	180
4.8	Skizzen-Bemaßung	181
4.8.1	Bemaßungsarten	181
4.8.2	Bemaßungsanzeige	183
4.8.3	Maße übernehmen.....	186
4.9	Skizzen überprüfen.....	188
4.9.1	Freiheitsgrade.....	189
4.9.2	Geometrische Abhängigkeiten	190
4.9.3	Skizzenanalyse	192
4.9.4	Hilfslinien, Mittellinien	195
4.10	Arbeitselemente	195
4.10.1	Arbeitsebenen.....	196
4.10.2	Arbeitsachsen	206
4.10.3	Arbeitspunkte	207
4.11	Übungsfragen	207
5	Volumenkörper und Flächen erstellen	209
5.1	Volumenkörper erstellen.....	209
5.1.1	Extrusion	210
5.1.2	Drehung	214
5.1.3	Erhebung.....	218
5.1.4	Sweeping	224
5.1.5	Spirale	227
5.1.6	Prägen	230
5.1.7	Ableiten	231
5.1.8	Rippe	235
5.1.9	Aufkleber.....	238
5.1.10	Importieren.....	239
5.1.11	Abwickeln	243
5.2	Grundkörper	244
5.2.1	Quader.....	245
5.2.2	Zylinder.....	246
5.2.3	Kugel	247
5.2.4	Torus	248

5.3	Flächen.....	249
5.3.1	Heften.....	250
5.3.2	Umgrenzungsfläche.....	251
5.3.3	Formen.....	251
5.3.4	Regelfläche.....	252
5.3.5	Stutzen.....	253
5.3.6	Dehnen.....	253
5.3.7	Fläche ersetzen.....	253
5.3.8	Körper reparieren.....	254
5.3.9	Netzfläche anpassen.....	254
5.3.10	Weitere Flächenbearbeitungen mit Volumenkörper- Funktionen.....	256
5.4	Bemaßungen im Bauteil.....	256
5.5	Übungsfragen.....	258
6	Volumenkörper bearbeiten.....	259
6.1	Features.....	259
6.1.1	Bohrungen.....	259
6.1.2	Rundungen.....	263
6.1.3	Fasen.....	269
6.1.4	Wandung.....	271
6.1.5	Flächenverjüngung.....	272
6.1.6	Trennen.....	274
6.1.7	Gewinde.....	276
6.1.8	Biegungsteil.....	277
6.1.9	Verdickung/Versatz.....	278
6.2	iFeatures.....	279
6.3	Weitere Ändern-Befehle.....	281
6.3.1	Kombinieren.....	281
6.3.2	Fläche löschen.....	283
6.3.3	Körper verschieben.....	283
6.3.4	Objekt kopieren.....	284
6.4	Direkt bearbeiten.....	285
6.4.1	Verschieben.....	286
6.4.2	Größe.....	287
6.4.3	Maßstab (besser: Skalieren).....	288
6.4.4	Drehen.....	289
6.4.5	Löschen.....	289

6.5	Muster.	290
6.5.1	Rechteckige Anordnung.	291
6.5.2	Runde Anordnung.	291
6.5.3	Skizzenbasiert.	292
6.6	Benutzer-Koordinaten-Systeme.	293
6.7	Zwischen Bauteil und Baugruppe: Multipart-Konstruktionen.	294
6.8	Konstruktionsbeispiel.	296
6.9	Übungsfragen.	301
7	Baugruppen zusammenstellen (nicht in LT).	303
7.1	Projekt erstellen.	303
7.2	Bottom-Up – Top-Down.	305
7.3	Funktionsübersicht Baugruppen.	308
7.4	Erster Zusammenbau.	310
7.4.1	Die Bauteile.	310
7.4.2	Das Platzieren.	311
7.4.3	Abhängigkeiten erstellen.	313
7.4.4	Bewegungsanzeige.	316
7.5	Baugruppen-Abhängigkeiten.	317
7.5.1	Passend/Fluchtend.	317
7.5.2	Hilfsmittel Freie Verschiebung/Freie Drehung.	318
7.5.3	Winkel.	319
7.5.4	Tangential.	320
7.5.5	Einfügen.	320
7.5.6	Symmetrie.	320
7.5.7	Abhängigkeiten unterdrücken.	320
7.5.8	Passend/Fluchtend-Beispiel.	321
7.5.9	Einfügen-Beispiel.	326
7.5.10	Winkel-Beispiel.	327
7.5.11	Tangential-Beispiel.	329
7.5.12	Symmetrie-Beispiel.	330
7.6	Bewegungs-Abhängigkeiten.	330
7.6.1	Beispiel für Drehung.	331
7.6.2	Beispiel für Drehung-Translation.	331
7.6.3	Schraubbewegung.	332
7.6.4	Schraubbewegung über Parameter-Manager.	333
7.7	iMates.	335

7.8	Abhängigkeiten über die Verbindungsfunktion	338
7.9	Adaptive Bauteile	343
7.9.1	Adaptivität nachrüsten	343
7.9.2	Bauteil in Baugruppe erstellen	345
7.10	Teile aus Inhaltscenter einfügen	348
7.10.1	Beispiel Kugellager	348
7.10.2	Beispiel Schrauben	352
7.11	iParts	354
7.12	iAssemblies	356
7.13	Übungsfragen	358
8	Zeichnungen erstellen	359
8.1	Ansichten erzeugen	360
8.1.1	Standard-Ansichten	360
8.1.2	Parallel-Ansicht	362
8.1.3	Hilfsansicht	363
8.1.4	Schnittansicht	364
8.1.5	Detailansicht	367
8.1.6	Überlagerung	368
8.2	Ansichten bearbeiten	370
8.2.1	Unterbrochen	371
8.2.2	Ausschnitt	372
8.2.3	Aufgeschnitten	373
8.2.4	Zuschneiden	374
8.2.5	Ausrichtung	374
8.3	Bemaßungen	375
8.3.1	Bemaßungsarten	376
8.3.2	Bemaßungsstil	385
8.4	Symbole	388
8.4.1	Gewindekanten	388
8.4.2	Mittellinien	388
8.4.3	Bohrungssymbole	390
8.5	Beschriftungen	391
8.5.1	Form-/Lagetoleranzen	393
8.5.2	Bohrungstabelle	394
8.5.3	Stückliste	394
8.6	Übungsfragen	398

9	Präsentationen, realistische Darstellungen und Rendern	399
9.1	Funktionsübersicht (nicht in LT)	399
9.2	Drehbuch animieren (nicht in LT)	405
9.3	Darstellungsarten	409
9.3.1	iProperties einstellen	409
9.3.2	Die verschiedenen visuellen Stile	410
9.3.3	Halbschnitt	413
9.3.4	Darstellung mit Volumen-Ausschnitt	415
9.4	Inventor Studio	419
9.4.1	Beleuchtung und Szene	420
9.4.2	Kamera einstellen	421
9.4.3	Rendern	423
9.5	Übungsfragen	424
10	Parameter – Excel – Varianten	425
10.1	Parameter nutzen	425
10.1.1	Parameterliste und manuelle Änderungen	426
10.1.2	Benutzerparameter	429
10.1.3	Formeln	431
10.1.4	Multivalued-Parameter für Varianten	432
10.1.5	Excel-Tabelle	432
10.2	Übungsfragen	435
II	Umgebungen – Erweiterungen	437
II.1	Pack and Go	437
II.2	Blechteile	438
II.2.1	Blechstandards	440
II.2.2	Blechteil erstellen	440
II.2.3	Abwicklungen	449
II.2.4	Abwicklung und gefaltetes Modell	451
II.2.5	Zeichnung erstellen	453
II.2.6	DXF-Ausgabe	454
II.3	Gestellgenerator	455
II.3.1	Basis für Gestell aus Volumenkörper	456
II.3.2	Basis für Gestell aus 3D-Skizze	457
II.3.3	Dateistruktur bei Gestellen	458
II.3.4	Gestell erzeugen	459
II.3.5	Endstopfen	460
II.3.6	Profile bearbeiten	462

II.4	Wellengenerator	467
II.5	Schweißen	468
	II.5.1 Schweißvorbereitung	469
	II.5.2 Erstellen der Schweißnähte	470
II.6	BIM-Export	473
II.7	Revit-Import	475
II.8	Übungsfragen	477
12	iLogic (nicht in LT)	479
12.1	iLogic aktivieren	480
12.2	Das iLogic-Formular	481
12.3	Arbeiten mit Regeln	485
12.4	iLogic ohne Programmieren	490
12.5	Übungsfragen	492
A	Fragen und Antworten	493
B	Benutzte Zeichnungen	505
	Stichwortverzeichnis	537



Einleitung

Neu in Inventor 2021 und Inventor LT 2021

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 2021 gibt es neben Fehlerbehebungen zahlreiche einzelne Verbesserungen, von denen hier nur einige genannt werden sollen:

- Viele alte Dialogoberflächen von Befehlen wurden durch Eigenschaften-Gruppen ersetzt.
- Viele Verbesserungen betreffen den Gestell-Generator, für den viele Dialoge durch die Eigenschaften-Gruppen ersetzt wurden. Für die Gestellkomponenten gibt es die Möglichkeit, individuelle Namenskonventionen zwecks Übersichtlichkeit zu erzeugen. Für den Nuten-Befehl wurden die Querschnittsprofile erweitert.
- Der Import fremder CAD-Dateien (AnyCAD) wurde durch den Import von Autodesk-Revit-Dateien ergänzt. Auch dafür ist der Import als Referenz oder die Konversion in Inventor-Objekte möglich.
- Eine neue Darstellung mit dunklem Hintergrund und dunklen Schaltflächen wird als Vorab-Version angeboten und soll nach Benutzererfahrung noch optimiert werden.

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. 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 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 dann 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.

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 bei einem autorisierten Händler erwerben. Die Adressen dafür finden Sie 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 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 2021 zu geben. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und Freude bei der Arbeit mit dem Buch und der Inventor-Software.

Detlef Ridder

Germering, 16.6.2020

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).

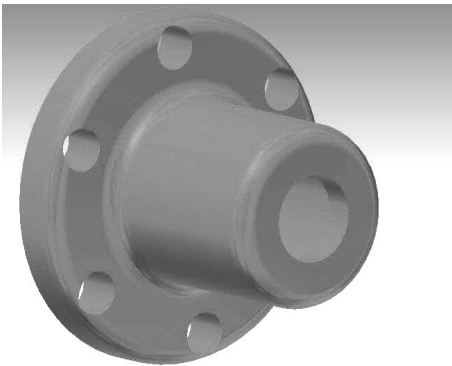


Abb. 1.1: Ein Bauteil (*.ipt-Datei)

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

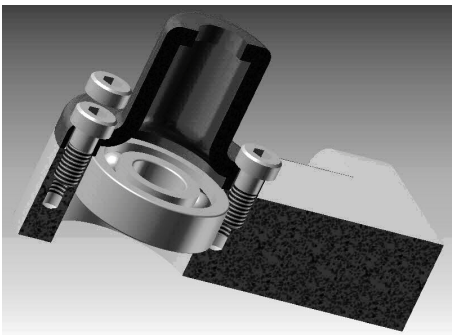


Abb. 1.2: Eine Baugruppe (*.iam-Datei, nicht in Inventor LT) im Halbschnitt

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)

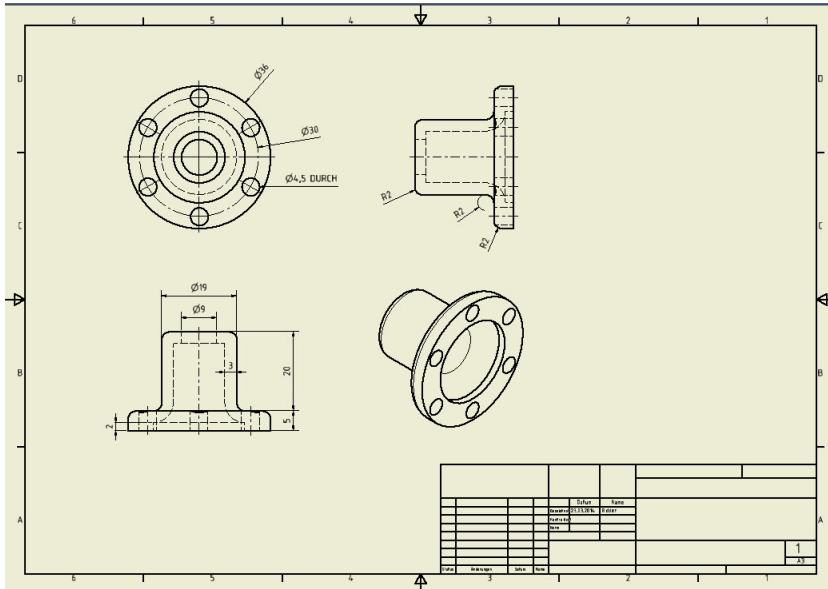


Abb. 1.3: Die technische Zeichnung eines Bauteils (* .dwg-Datei)

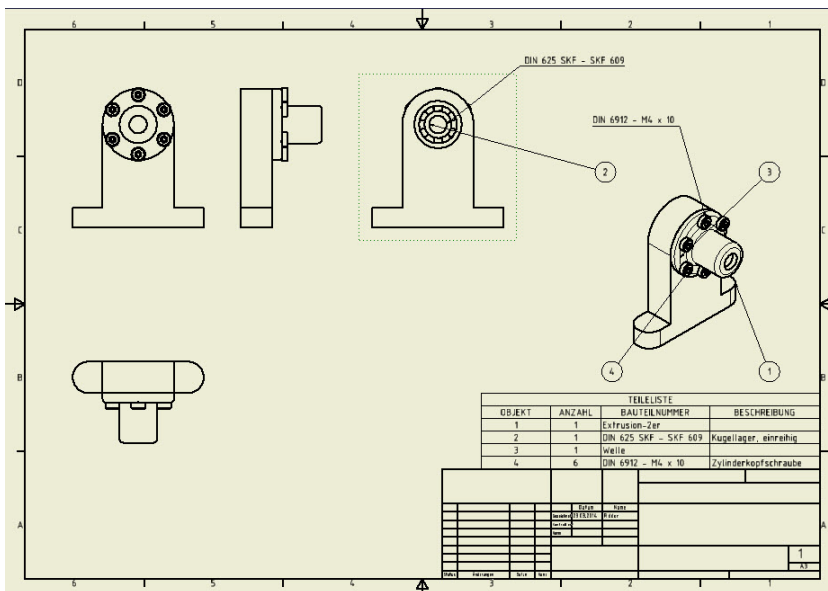


Abb. 1.4: Zeichnung für eine Baugruppe mit Stückliste und Positionsnummern

- 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.

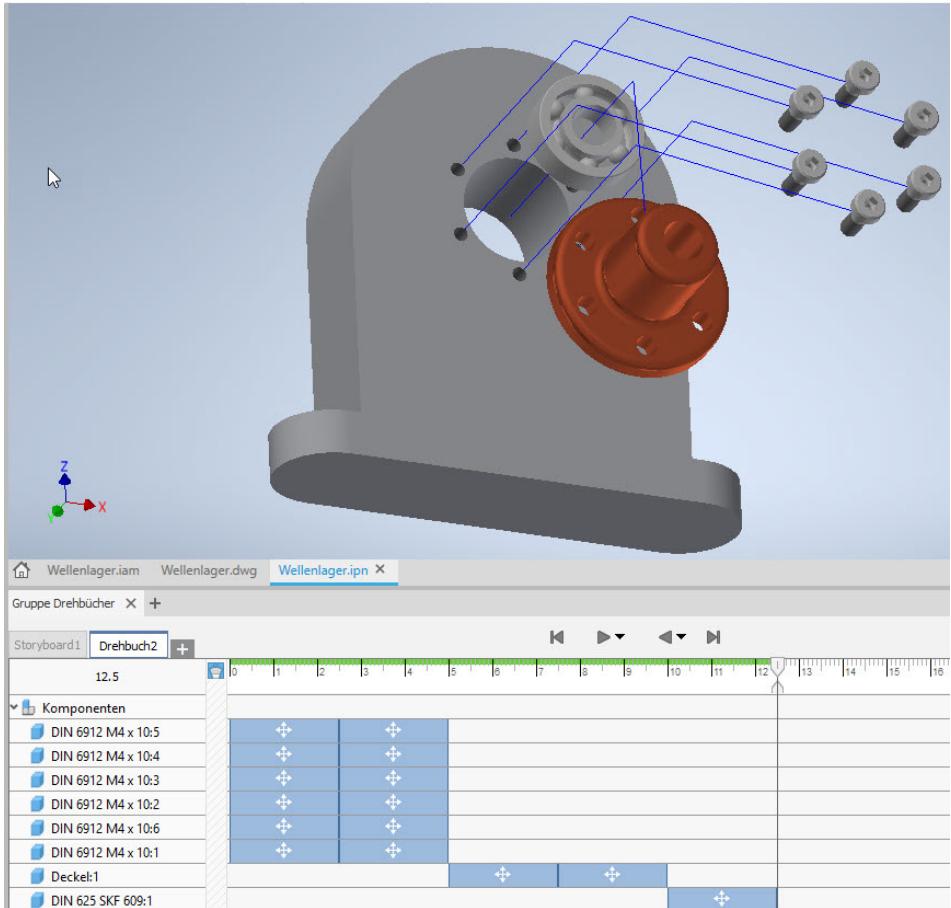


Abb. 1.5: Präsentation mit Animationspfaden und Drehbuch (unten)

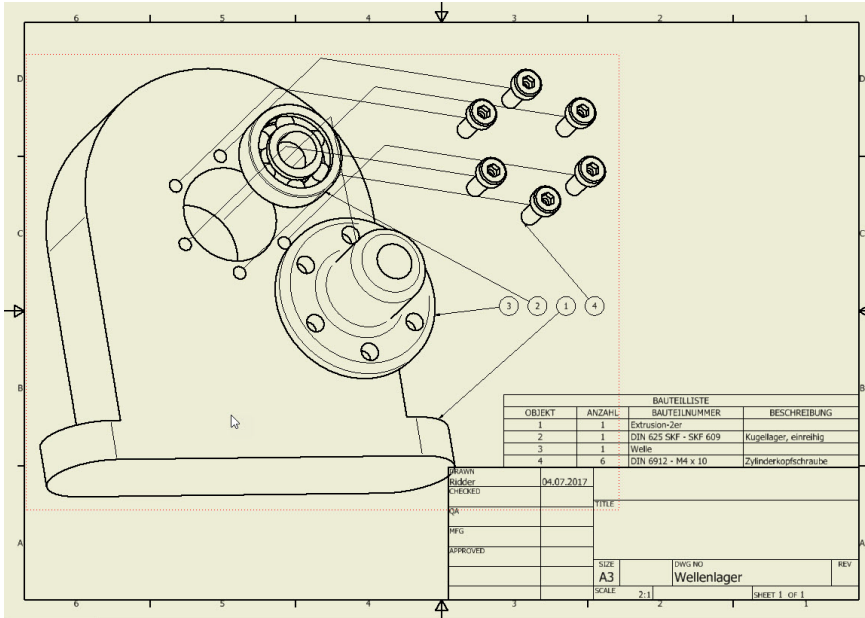


Abb. 1.6: Zeichnung der Explosionsansicht mit Positionsnummern und Stückliste

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).

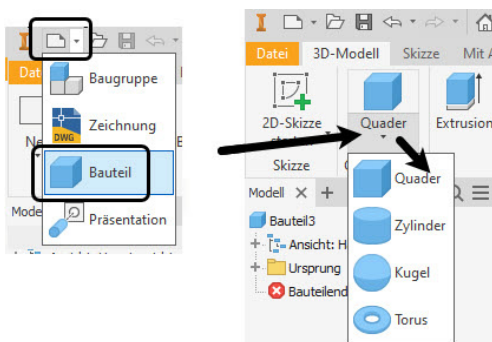


Abb. 1.7: Grundkörper in Inventor

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).

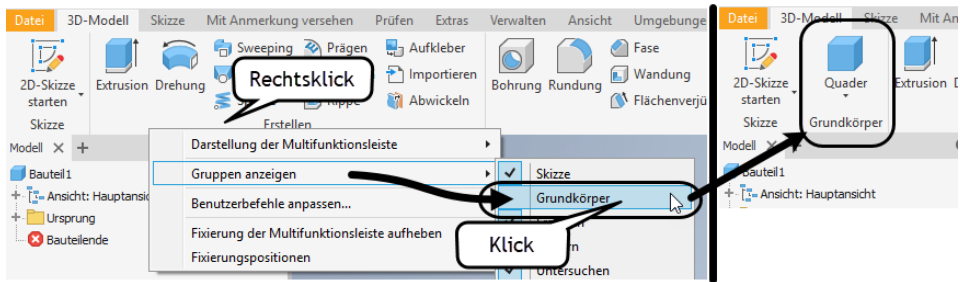







Abb. 1.8: Gruppe GRUNDKÖRPER aktivieren

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 .

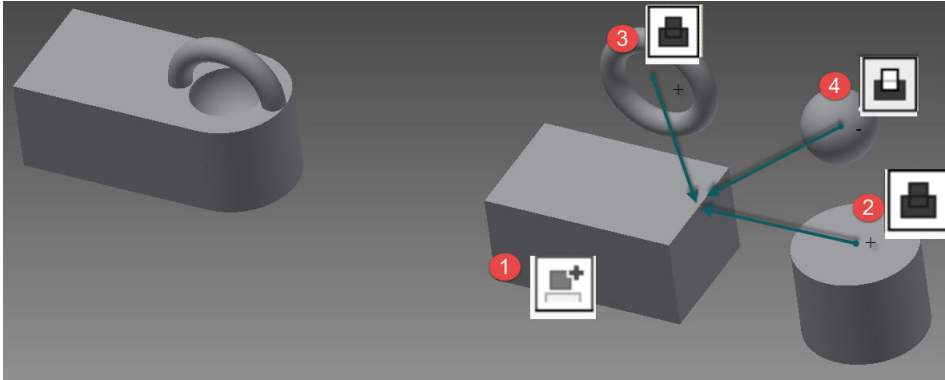


Abb. 1.9: Zusammensetzung eines 3D-Modells aus Grundkörpern

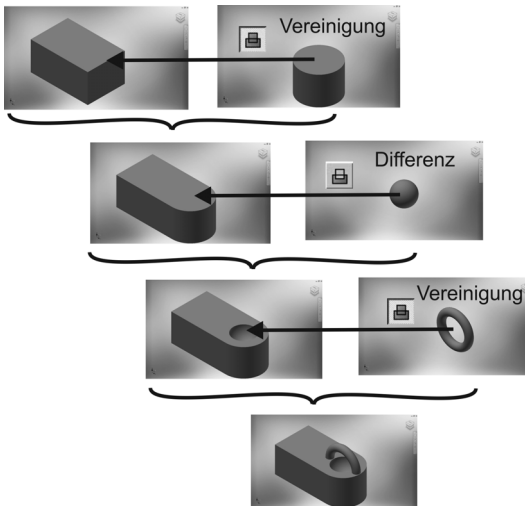


Abb. 1.10: Schrittweiser Zusammenbau aus den Grundkörpern

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.

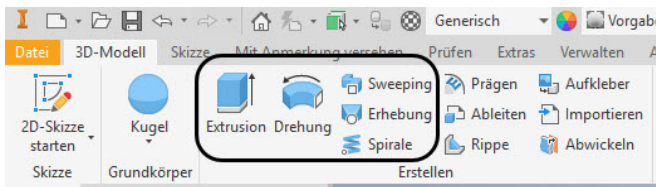


Abb. 1.11: Bewegungskörper in Inventor

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).

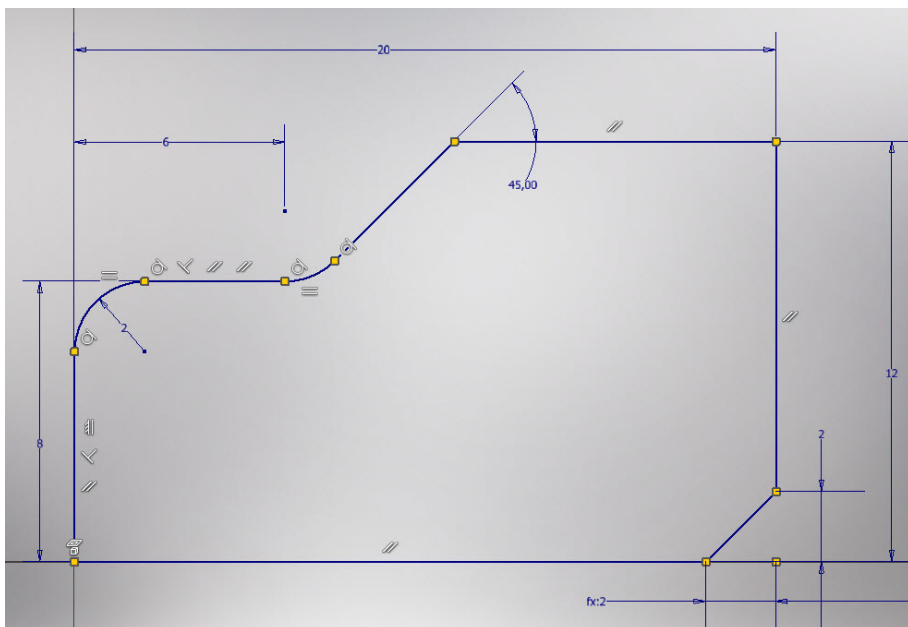



Abb. 1.12: Zweidimensionale vollständig bestimmte Skizze mit angezeigten geometrischen Abhängigkeiten

Extrusion

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

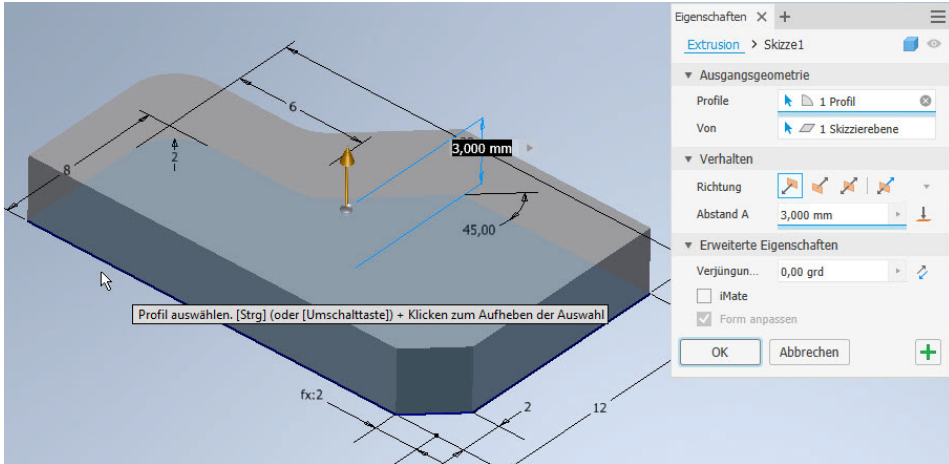



Abb. 1.13: Extrusion eines 2D-Profiles zum 3D-Volumenkörper

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*.

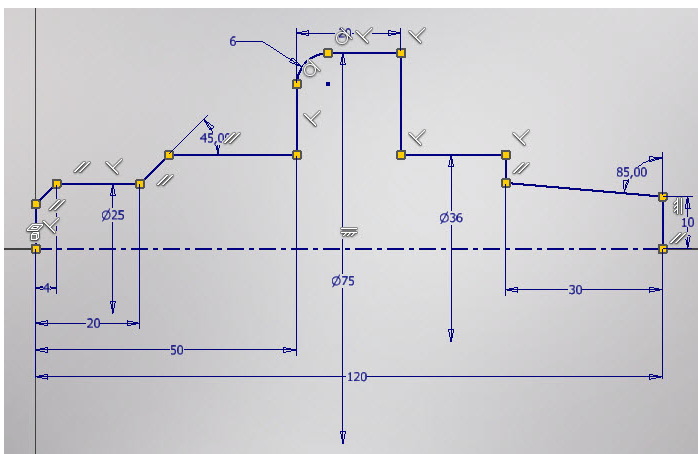


Abb. 1.14: Zweidimensionales Profil mit einer Rotationsachse mit vollständiger Bemaßung und geometrischen Abhängigkeiten

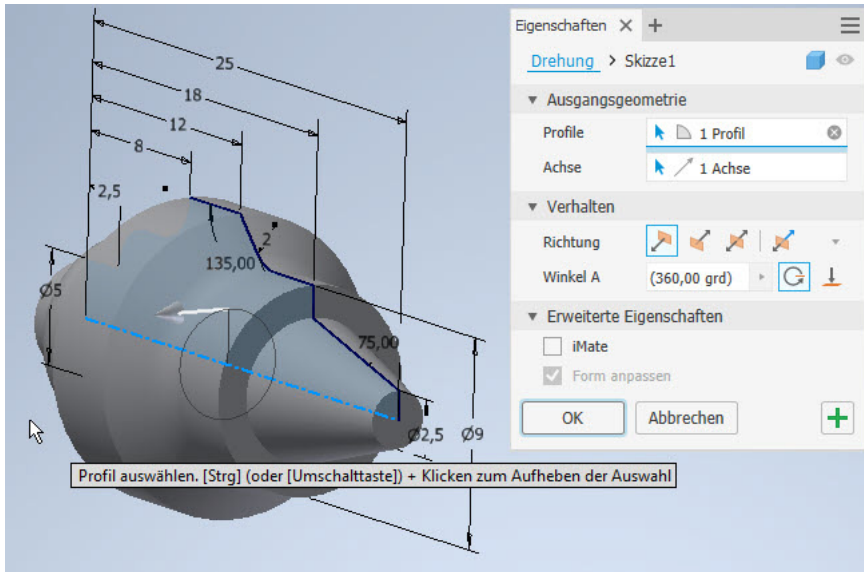


Abb. 1.15: Mit Funktion DREHUNG erzeugtes Rotationsteil

Sweeping

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

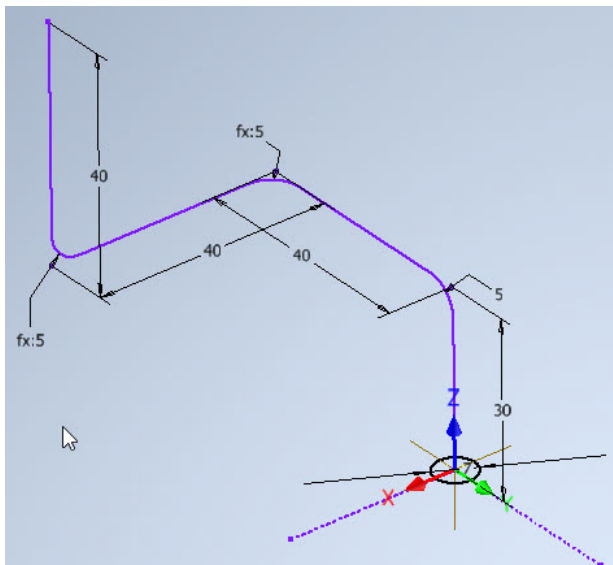


Abb. 1.16: Geschlossene 2D-Skizze (Kreis) für das Profil und 3D-Skizze für den Pfad

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

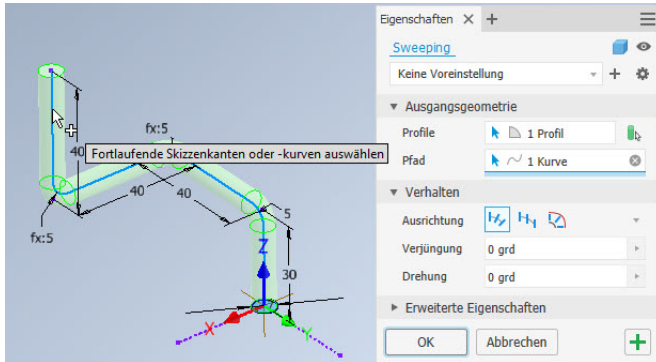


Abb. 1.17: Rohrleitung erstellt mit der Funktion SWEEPING aus Profil und Pfad

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.

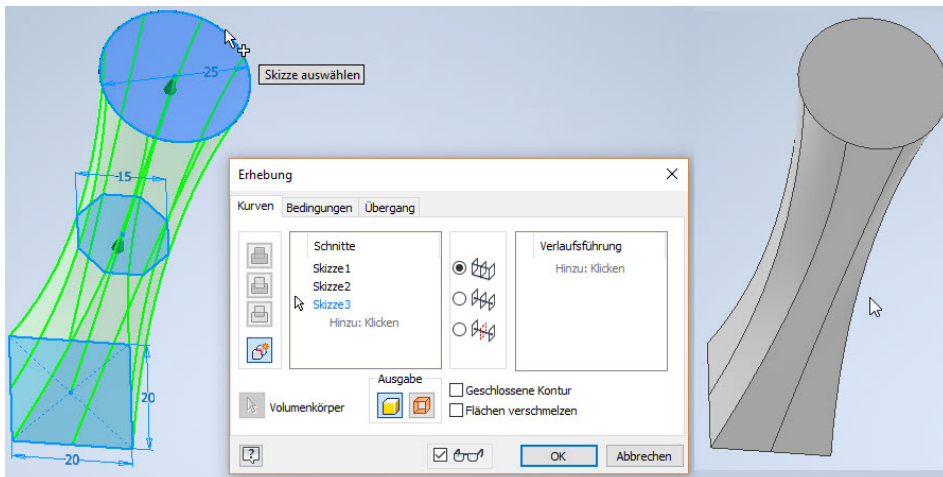



Abb. 1.18: Drei Profilskizzen zur Erstellung eines Lofting-Körpers

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.

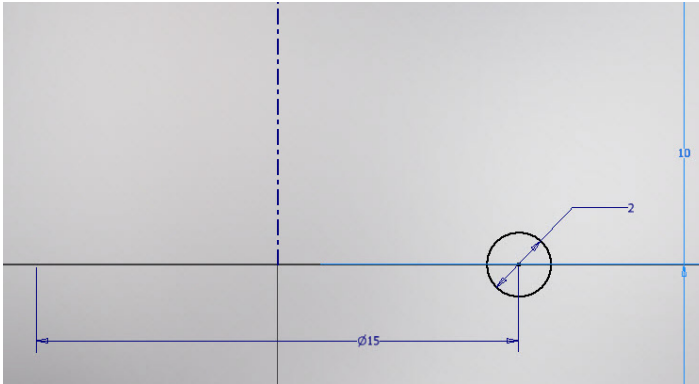


Abb. 1.19: Skizze mit Achse und Kreis-Profil für Spirale

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.

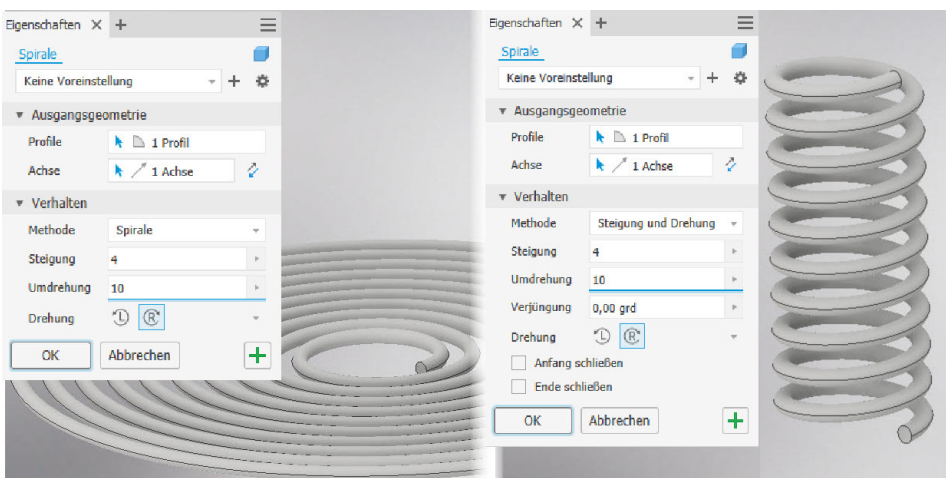


Abb. 1.20: Spirale und Wendel mit Dialogfeldern