

Detlef Ridder

3. Auflage

Autodesk FUSION 360 Praxiswissen für Konstruktion, 3D-Druck und CNC

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,

Dhr mitp-Verlagsteam





Detlef Ridder

Fusion 360

Praxiswissen für Konstruktion, 3D-Druck und CNC



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 978-3-7475-0356-0 3. Auflage 2021

www.mitp.de E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de Telefon: +49 7953 / 7189 - 079 Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2021 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 Sprachkorrektorat: Petra Heubach-Erdmann Covergestaltung: Christian Kalkert Coverbild: Detlef Ridder Satz: III-satz, www.drei-satz.de

Inhaltsverzeichnis

	Einlei	tung	11	
1	Allgen	neine Informationen und Benutzeroberfläche	15	
1.1	Zielse	tzung und Umfang der Software	15	
1.2	System	nvoraussetzungen	15	
1.3	Besch	affung und Installation	16	
1.4	Fusio	n starten	17	
1.5	Der M	Iodellierungsmodus	17	
1.6	Die Be	enutzeroberfläche	19	
	1.6.1	Die Gruppe »Daten«	20	
	1.6.2	Die Schnellzugriff-Leiste	22	
	1.6.3	Der Werkzeugkasten	25	
	1.6.4	Anpassung der Werkzeugkästen	27	
	1.6.5	Autodesk-Account, Voreinstellungen und Hilfe-Menü	28	
	1.6.6	Der ViewCube	31	
	1.6.7	Die Navigationsleiste	32	
	1.6.8	Der Browser	35	
	1.6.9	Die Kommentare	35	
	1.6.10	Die Zeitachse	36	
	1.6.11	Cursor-Menü und Kontextmenü	37	
1.7	Konst	ruktionsverfahren	37	
2	Skizze	en als Vorbereitung für 3D-Konstruktionen	43	
2.1	Typisc	ches Beispiel für die Verwendung von Skizzen	43	
	2.1.1	Voreinstellungen für Skizzen	44	
	2.1.2	Skizze starten	45	
2.2	2D-Zeichenfunktionen			
	2.2.1	Übersicht über die Zeichenfunktionen	46	
	2.2.2	Die Skizzenpalette	46	
	2.2.3	Objektfang-Möglichkeiten	48	
	2.2.4	2D-Zeichenfunktionen	49	
2.3	Die Be	earbeitungsfunktionen in Skizzen	55	
	2.3.1	Objektwahl-Methoden	55	
	2.3.2	Die Bearbeitungsfunktionen	59	
	2.3.3	Abhängigkeiten	66	

2.4	Bemai	Sungen	69
	2.4.1	Objekte gleich mit Bemaßung erstellen	69
	2.4.2	Objekte nachträglich bemaßen	71
	2.4.3	Skizze beenden	75
2.5	Beispi	el: Skizze für Flaschenöffner	75
3	3D-Vo	lumenkörper-Modellierung	83
3.1	Hilfsn	nittel: Ebenen, Achsen, Punkte	84
3.2	Volum	nenkörpermodellierung aus Skizzen heraus	91
	3.2.1	Extrusion	92
	3.2.2	Parameter variieren	97
	3.2.3	Drehen	100
	3.2.4	Lofting, Erhebung	105
	3.2.5	Sweeping	113
	3.2.6	Übungsteil für Drehen: Deckelflansch	116
3.3	Volum	enkörpermodellierung aus Grundkörpern	119
	3.3.1	Modellierung mit Quader und Zylinder	120
	3.3.2	Spirale	123
	3.3.3	Leitung	125
4	Fläche	nmodellierung	127
4 4.1	Fläche Param	enmodellierung	127 127
4 4.1	Fläche Param 4.1.1	e nmodellierung ietrische Modellierung Fläche	127 127 128
4 4.1	Fläche Param 4.1.1 4.1.2	enmodellierung. netrische Modellierung. Fläche. Extrusion.	127 127 128 128
4 4.1	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3	enmodellierung letrische Modellierung Fläche Extrusion Fläche mit Anschlussbedingungen	127 127 128 128 129
4 4.1	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4	enmodellierung. etrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung.	127 127 128 128 129 131
4 4.1	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5	enmodellierung. etrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften	127 127 128 128 129 131 131
4 4.1	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen.	127 127 128 128 129 131 131 132
4 4.1 4.2	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifo	enmodellierung. etrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen. rmflächen.	127 127 128 128 129 131 131 132 133
4 4.1 4.2	Fläche Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften. Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren.	127 128 128 129 131 131 132 133
4 4.1 4.2	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2	enmodellierung. etrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren. Fläche erstellen.	127 128 128 129 131 131 132 133 133 134
4 4.1 4.2	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2 4.2.3	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen. Tmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren. Fläche erstellen. Fläche bearbeiten.	127 128 128 129 131 131 132 133 133 134 134
4 4.1 4.2	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren Fläche erstellen. Fläche bearbeiten. Fläche teilen.	127 128 128 129 131 131 132 133 133 134 134 134
4 4.1 4.2	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4 4.2.5	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften. Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren. Fläche erstellen. Fläche bearbeiten. Fläche bearbeiten. Fläche heften. Flächen heften.	127 128 128 129 131 131 132 133 133 134 134 137 138
4 4.1 4.2	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4 4.2.5 Freifor	enmodellierung. Hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften. Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren. Fläche erstellen. Fläche bearbeiten. Fläche teilen. Fläche heften. Flächen heften. Fläche heften. Fläche heften.	127 128 128 129 131 131 132 133 133 134 134 137 138 141
4 4.1 4.2 5 5.1	Flächer Param 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5 4.1.6 Freifor 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4 4.2.5 Freifor Mit de	enmodellierung. hetrische Modellierung. Fläche. Extrusion. Fläche mit Anschlussbedingungen. Begrenzungsfüllung. Flächen heften Flächen stutzen. rmflächen. Direktbearbeitungsmodus aktivieren. Fläche erstellen. Fläche bearbeiten. Fläche bearbeiten. Fläche heften. Flächen heften. Fl	127 128 128 129 131 131 132 133 134 134 134 134 137 138 141 141

5.3	Beispi	Beispiel aus Quader			
5.4	Form	Form bearbeiten 1			
5.5	Neue	eue Kante als Knick 1			
5.6	Kante	iten und Flächen verschieben			
5.7	Formen voneinander abziehen				
	5.7.1	Extrusionsformen hinzufügen	146		
	5.7.2	Begrenzungsfüllung im Volumenkörpermodus	147		
5.8	Durch	ıbrüche im Volumenkörpermodus	148		
5.9	Model	llierbeispiel Dinosaurier	149		
	5.9.1	Der Körper	150		
	5.9.2	Schwanz	153		
	5.9.3	Hals und Kopf	155		
	5.9.4	Der Kamm	157		
	5.9.5	Die Beine	159		
6	Netzn	nodellierung	161		
6.1	Der N	etz-Arbeitsbereich	161		
6.2	Netzd	ateien einlesen	162		
6.3	Netz ü	iberarbeiten	163		
6.4	Quers	chnitt analysieren	164		
6.5	Vom 1	Netz zum Volumen	165		
6.6	Revers	se Engineering	166		
7	2D-Fe	rtigungszeichnungen ableiten	169		
7.1	Der W	erkzeugkasten »Zeichnung« 17			
7.2	Ansicl	hten erzeugen, Projektionen und Details	173		
	7.2.1	Erstansicht	173		
	7.2.2	Projektionsansicht	175		
	7.2.3	Schnittansicht	175		
	7.2.4	Detailansicht	176		
	7.2.5	Ansichten manipulieren	177		
7.3	Bemai	ßung, Texte und Hinweistexte	178		
	7.3.1	Bemaßungsfunktionen	178		
	7.3.2	Geometrische Ergänzungen	185		
	7.3.3	Texte und Hinweistexte	187		
	7.3.4	Symbole	189		
7.4	Ausga	be, Speichern, Plot	190		

8	Simula	ation	193
8.1	Übersi	cht	193
	8.1.1	Die Aufgabenstellung	194
	8.1.2	Die Berechnung	195
	8.1.3	Die Simulationsergebnisse	196
8.2	Festigl	keitsberechnungen für den Flaschenöffner	197
	8.2.1	Material	198
	8.2.2	Abhängigkeiten	199
	8.2.3	Lastfall erstellen	199
	8.2.4	Berechnen: Lösen	201
8.3	Formo	ptimierung	202
8.4	Modala	analyse	204
8.5	Therm	ische Analyse	208
9	3D-Dr	uck	215
9.1	Verfah	ren	215
9.2	3D-Dru	uckfunktion	216
9.3	Arbeite	en mit Meshmixer	219
9.4	3D-Dru	uck mit einem anderen Filament-Extruder-Drucker	221
	9.4.1	Druckbahnen erzeugen	221
	9.4.2	Druck-Beispiele	225
	9.4.3	Gcode-Dateien	227
9.5	3D-Dru	uck unter Fertigung – Additiv	229
10	Baugru	ıppen zusammenfügen	239
10.1	Vorein	stellung einer Baugruppe	240
10.2	Model	lierung der Einzelteile	241
	10.2.1	Skizze, Extrusion und Abrunden.	241
10.3	Der Zı	ısammenbau	249
	10.3.1	Körper und Komponenten	249
	10.3.2	Gelenkbeziehungen einbauen	253
	10.3.3	Externes Bauteil einfügen	259
	10.3.4	Bibliotheksteile einfügen	261
	10.3.5	Bewegungen durch Kontaktsatz beschränken	265
	10.3.6	Beliebige Bewegungen mehrerer Gelenke	266
	10.3.7	Positionsdarstellungen	267
10.4	Param	eter ändern	268
10.5	Beispie	el: Zusammenbau eines Schraubenschlüssels	271
	10.5.1	Konstruktion der Einzelteile	272
	10.5.2	Obere Backe	273

	10.5.3	Untere Backe	276
	10.5.4	Gelenk für Verschiebung der Backen	279
	10.5.5	Zahnstange	281
	10.5.6	Trapezgewindespindel	282
	10.5.7	Spindelgelenk, Gelenkverbindung und	
		Bewegungssimulation	286
11	Baugru	uppen – Zeichnungen, Animation, Rendern	289
11.1	Vorein	stellungen für Zeichnungen	289
11.2	Zeichr	uungen von Baugruppen	290
	11.2.1	Ansichten	291
	11.2.2	Stücklisten	296
11.3	Anima	tionen	299
	11.3.1	Funktionsübersicht	299
	11.3.2	Voreinstellungen	300
	11.3.3	Animationspfade erstellen	301
	11.3.4	Animationsfilm erstellen	304
11.4	Zeichr	nungen von Animationen ableiten	305
11.5	Rende	rn	305
	11.5.1	Material und Darstellung	305
	11.5.2	Gestaltung der Beleuchtung	306
	11.5.3	Oberflächen-Einstellungen	307
	11.5.4	Renderausgabe	308
12	Blech-	Bearbeitungen	311
12.1	Blecht	eil konstruieren	311
	12.1.1	Blechregel	313
	12.1.2	Flansch-Konstruktionen (Laschen)	314
	12.1.3	Einzelne Biegung	319
	12.1.4	Ausklinkung	319
	12.1.5	Konturlasche	320
	12.1.6	Bohrungen	321
12.2	Abwic	klung und Zeichnungen	321
12.3	Lasers	chneiden, Stanzen und Biegen eines Blechteils	323
13	CNC-E	Bearbeitung	325
13.1	Fräsbe	arbeitungen	327
	13.1.1	Vorbereitung für Fräsen	327

	13.1.2	Fräsbearbeitungen des Teils (2½-Achsen-CNC-	
		Bearbeitungen)	330
	13.1.3	NC-Datei aus den Werkzeugwegen erstellen	342
13.2	Drehbe	earbeitungen	347
	13.2.1	Setup fürs Drehen	348
	13.2.2	Die Drehbearbeitungen	350
	13.2.3	Postprocessing	361
14	Weiter	e CNC-Bearbeitungen.	363
14.1	Tasche	en-Fräsbearbeitung	363
	14.1.1	Skizze zeichnen	364
	14.1.2	Volumenkörper aufbauen	364
	14.1.3	Schruppbearbeitung der Tasche	366
	14.1.4	Schlichtbearbeitung der Tasche	375
	14.1.5	Postprozessing	376
	14.1.6	G-Code-Datei für die Maschine	378
14.2	Laserso	chneiden eines Blechteils	380
	14.2.1	Vorbereitung des Blechteils	380
	14.2.2	Generierung der Werkzeugwege	380
	14.2.3	Auswahl eines Postprozessors	383
14.3	Bearbe	itung von Freiformflächen	384
	14.3.1	Beispiel mit Adaptive Clearing	384
	14.3.2	Weitere 3D-Bearbeitungen	389
14.4	Bohrbe	earbeitungen	393
	14.4.1	Setup für Bohren	393
	14.4.2	Zentrierbohren	394
	14.4.3	Kernlochbohrungen	395
	14.4.4	Fase	396
	14.4.5	Gewinde	397
15	Elektro	onik	399
15.1	Schalt	plan	400
	15.1.1	Bauteile einfügen	400
15.2	Bauteil	l-Bibliotheken	403
15.3	Leiterp	lattenlayout	405
15.4	3D-Lei	terplatte	407
	Stichw	ortverzeichnis	409

Einleitung

Was ist Fusion 360

Fusion 360 ist ein *äußerst umfangreiches cloudbasiertes CAD/CAM-Programmsystem* (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Es deckt viele Bereiche des Konstruktions- und Fertigungsprozesses ab, beginnend mit dem skizzenhaften Entwurf bis hin zur Fertigung mit 3D-Druckern oder CNC-Maschinen. Es beinhaltet Funktionen für folgende Konstruktionsschritte:

- Entwurf von 2D- oder 3D-Skizzen
- Modellieren der 3D-Formen
- Zusammenbau einzelner Teile zu Baugruppen mit Abhängigkeiten
- Ableitung der Fertigungszeichnungen
- Strukturuntersuchung mit der Finite-Elemente-Methode
- Simulation von zusammengebauten Mechanismen
- Schaltplanentwurf und Leiterplatten-Layout

Die Software begnügt sich nicht mit der Modellierung und dem Testen von Bauteilen und Baugruppen, sondern bietet eine große Anzahl an Programm-Modulen für die Vorbereitung der Fertigung bis hin zur Erstellung der Steuerungsdaten für 3D-Druck und eine Vielzahl von CNC-Fertigungsverfahren an:

- Aufbereitung von Fertigungsdaten für 3D-Drucker
- Aufbereitung von Fertigungsdaten für diverse NC-Bearbeitungen
- Optimierung von Teilen

Das schon länger am Markt befindliche CAD-Programm Fusion 360 wird zum Abonnement angeboten, und zwar mit einem großen Funktionsumfang, wobei für die komplexeren rechenintensiven und nur in der Cloud ausführbaren Funktionen mit individuellen Cloud-Credits bezahlt wird.

Das Programm kann sowohl auf Windows-PCs als auch auf Mac-Rechnern verwendet werden.

Für wen ist das Buch gedacht?

Dieses Buch wurde in der Hauptsache als Buch zum Selbststudium konzipiert. Es soll Fusion-360-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 Beispiel-konstruktionen in den Kapiteln erläutert.

Sie werden im Laufe des Lesens einerseits die Befehle und Bedienelemente von Fusion 360 in kleinen Schritten erlernen, andererseits aber auch ein Gespür für die vielen Anwendungsmöglichkeiten entwickeln. Wichtig ist insbesondere, die Funktionsweise der Software unter verschiedenen praxisrelevanten Einsatzbedingungen kennenzulernen. Erlernen Sie die Vorgehensweisen am besten an Beispielen, indem Sie gleich Hand anlegen und mit dem Buch vor sich am Computer die ersten Schritte gehen. Sie finden hier zahlreiche Demonstrationsbeispiele. 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 fünfzehn Kapitel gegliedert. Der gesamte Stoff kann, sofern genügend Zeit vorhanden ist, vielleicht in einigen Wochen durchgearbeitet werden. Die meisten Beispielkonstruktionen aus dem Buch finden Sie als Download auf der Website des Verlags unter www.mitp.de/0355.

Sie werden natürlich feststellen, dass dieses Buch nicht alle Möglichkeiten und Optionen von Fusion 360 beschreibt. Sie werden gewiss an der einen oder anderen Stelle tiefer einsteigen wollen. Den Sinn des Buches sehe ich darin, Sie für die selbstständige Arbeit mit der Software vorzubereiten. Bei den meisten Funktionen erhalten Sie automatische Hilfestellungen, sobald Sie länger mit dem Cursor auf einem Begriff oder einem Eingabefeld stehen blieben. Wenn das nicht reicht, stellen Sie dann weitergehende Fragen an die Online-Hilfe bei Autodesk und studieren Sie dort auch Videos.

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.

Achtung: Fusion ist dynamisch!

Die Software Fusion 360 wird sehr dynamisch weiterentwickelt. Das bedeutet, dass die Entwicklung besonders schnell fortschreitet und immer wieder neue Funktionen und Verfahren in die Software aufgenommen werden. Daraus ergeben sich natürlich immer wieder kleine Änderungen in der Benutzeroberfläche. Seien Sie also bereit, zu einem späteren Zeitpunkt auch einmal eine bekannte Funktion an anderer Stelle suchen zu müssen. Auch könnten die Funktionen, die mit Cloud-Punkten bezahlt werden müssen, variieren.

Schüler und Studenten können sich über das Studentenportal der Firma Autodesk nach Angabe ihrer Ausbildungsstelle auch eine freie Studentenversion herunterladen.

Test-, Schüler- und Gratisversionen

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 erwerben. Es gibt auch für kleine Unternehmen und Start-ups eine günstigere Abonnementsregelung.

Schüler und Studenten können sich über das Studentenportal der Firma Autodesk nach Angabe ihrer Ausbildungsstelle auch eine freie Studentenversion herunterladen.

Wie geht's weiter?

Mit einer Fusion-360-Testversion, dem Buch und den hier gezeigten Beispielkonstruktionen hoffe ich, Ihnen ein effektives Instrumentarium zum Erlernen der Software zu bieten. Benutzen Sie auch das Stichwortverzeichnis zum Nachschlagen und unter Fusion 360 die Hilfefunktion zum Erweitern Ihres Horizonts.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und Freude bei der Arbeit mit dem Buch und der Fusion-360-Software.

Detlef Ridder Germering, 14.3.2021

Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

1.1 Zielsetzung und Umfang der Software

Die Software FUSION 360 von der Firma AUTODESK beinhaltet viele Funktionen, die für die Bereiche CAD, CAM und CAE benötigt werden. Damit wird sie zu Recht als »Integrierte CAD-, CAM- und CAE-Software« beworben.

Alle nötigen Schritte vom Design, beginnend mit dem Entwurf, über die Entwicklung mit Test, Berechnung und Simulation bis hin zur Produktion mit NC-Fertigung und 3D-Druck werden inklusive dem Elektronik-Design mit Leiterplatten-Layout unter einer *einheitlichen Oberfläche* angeboten.

Die Software läuft sowohl auf dem Windows-PC als auch auf Mac-Rechnern.

Das Programm ist *cloudbasiert*, bietet aber auch die Möglichkeit, lokal zu arbeiten, wenn kein Internet verfügbar ist. Die Basis in der Cloud ermöglicht natürlich die Zusammenarbeit und Kommunikation mit anderen Personen, die an der Produktentwicklung beteiligt sind, über einen umfassenden Zugriff auf die zur Verfügung gestellten Daten, wenn nötig auch ohne die Software über den Browser. Damit wird das Ziel erreicht, dass Sie überall und mit allen zusammenarbeiten können.

Die aktuell im Buch benutzte Version ist 2.0.9854. Die aktuelle Versionsnummer erfahren Sie unter ?|HILFE|INFO. Fusion ist eine Software, die sich sehr dynamisch weiterentwickelt und auch in kurzen Abständen aktualisiert wird. Deshalb kann es immer vorkommen, dass gewisse Menüaufrufe, Befehlsdialoge oder Bilder der Icons kleine Abweichungen vom Buch aufweisen. Falls die Änderungen in einem Release so umfangreich sind, dass die Menüstruktur und die im Buch geschilderten Befehlsaufrufe nicht mehr zutreffen, wird auf der Homepage des Verlags unter www.mitp.de/0355 eine Änderungsliste für das Buch erscheinen.

1.2 Systemvoraussetzungen

FUSION 360 läuft auf Windows-PCs und Mac-Rechnern mit folgenden Betriebssystemen:

- Windows 8.1
- Windows 10 (nur 64 Bit)
- Apple[®] macOS[™] Big Sur 11.0, Catalina 10.15, Mojave v10.14

Die CPU muss ein 64-Bit-Prozessor sein. Für den Arbeitsspeicher werden mindestens 3 GB RAM, besser 4 GB oder mehr empfohlen.

1.3 Beschaffung und Installation

Die Software FUSION 360 können Sie über die Autodesk-Homepage unter www. autodesk.de dauerhaft abonnieren (Abbildung 1.1 Mitte).

Alternativ können Sie die Software 30 Tage lang erst einmal kostenlos testen (Abbildung 1.1 Mitte unten).

Als Student oder Auszubildender können Sie die Software zu Studienzwecken kostenlos nutzen, solange Sie jährlich Ihre Berechtigung nachweisen (Abbildung 1.1 unten rechts). Dazu müssen Sie sich zunächst bei Autodesk anmelden. Dabei müssen Sie auch Ihre Ausbildungsstätte angeben. Falls Sie die nicht in der angebotenen Liste finden, gibt es eine Option »Can't find my school«. Dann geben Sie dort die nicht in der Liste befindliche Ausbildungsstätte an. Nach der Anmeldung können Sie dann die Software herunterladen.

Es gibt auch für Start-ups eine Möglichkeit, die Software gratis zu nutzen (Abbildung 1.1 links ganz unten). Dazu müssen Sie sich registrieren lassen und spezielle Bedingungen erfüllen.



Abb. 1.1: Fusion 360 beschaffen

Wenn Sie beim Download von Autodesk-Software eine Seriennummer und einen Produktschlüssel erhalten, sollten Sie sie sofort notieren, weil sie später zum Verifizieren Ihrer Lizenz nötig ist.

Der Download der Gratisversionen kann sofort über die Homepage nach Anmeldung gestartet werden, ansonsten erhalten Sie eine E-Mail mit einer Download-Aufforderung. Der Download läuft unproblematisch ab und führt normalerweise gleich weiter zur Installation und zum ersten Start der Software.

1.4 Fusion starten

Nach erfolgreicher Installation finden Sie das Icon für FUSION 360 unter Windows auf dem Desktop. Das Programm läuft standardmäßig mit Internet-Verbindung. Deshalb dauert es etwas länger als ein normaler Programmstart. Nach dem Doppelklick auf das Icon erscheinen dann noch zwei Vorlauf-Bilder (Abbildung 1.2), ehe sich die Benutzeroberfläche zeigt (Abbildung 1.5).



Abb. 1.2: Icon für FUSION 360 und Vorlaufbilder in der Startphase

Hinweis: Klicken bzw. Rechts-Maus-Klick

In modernen Computerprogrammen findet der Benutzer-Dialog meist durch *Anklicken* von Icons oder Texten statt. Dazu wird üblicherweise die *linke Maustaste* benutzt. Wenn Sie also im Text zum Klicken aufgefordert werden, ist immer *die linke Maustaste* gemeint.

Es gibt aber auch oft weitere Funktionen, die über einen Klick mit der *rechten Maustaste* aktiviert werden können. Dies wird dann im Text oder in den Abbildungen durch *RMK* gekennzeichnet (Rechts-Maus-Klick).

1.5 Der Modellierungsmodus

In Fusion gibt es zwei Modellierungsmodi:

- PARAMETRISCH
- DIREKT

Kapitel 1 Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

Die PARAMETRISCHE MODELLIERUNG (PM) legt fest, dass die einzelnen Konstruktionsschritte in der Verlaufsreihenfolge protokolliert werden. Gleichzeitig werden die benutzten Abmessungen in einer PARAMETERTABELLE gespeichert und können später zur Variation der Konstruktion verändert werden. Da der Konstruktionsverlauf erfasst wird, können Sie die Konstruktionsschritte später über die zeitliche Reihenfolge, die in der ZEITACHSE grafisch dargestellt wird, auch ändern und rückgängig machen.

Bei der DIREKTEN MODELLIERUNG (DM) wird der Konstruktionsverlauf nicht protokolliert; dann ist der jeweilige Stand der Konstruktion praktisch ein Unikat und kann später nicht variiert werden und es können keine Produktvarianten abgeleitet werden. Die derart erstellten Bauteile bezeichnet man als Basisbauteile. Die Modellierungsfunktionen FORM und NETZ sind aber nur im DIREKTEN MODUS verfügbar.

Sie können den Modellierungsmodus über die VOREINSTELLUNGEN des Projekts vorgeben. Wenn Sie dort die dritte Variante BEFEHLSZEILE wählen, erscheint bei jedem neuen Projekt eine individuelle Abfrage nach dem Modellierungsmodus.



Abb. 1.3: Zwischen PARAMETRISCHER und DIREKTER MODELLIERUNG über VOREINSTELLUNGEN wählen oder die Entscheidung auf BEFEHLSZEILE verschieben

Sie können aber auch mitten im Projekt über den PROJEKTBROWSER den Modellierungsmodus umschalten (Abbildung 1.4). Dadurch ist es beispielsweise möglich, Details der Konstruktion zu verbergen und nicht komplett offenzulegen. Sie erhalten dann allerdings eine Warnung, dass ab jetzt die Zeitachse entfernt wird.



Abb. 1.4: Modellierungsmodus PARAMETRISCH oder DIREKT im Browser wählbar

1.6 Die Benutzeroberfläche

Die wichtigsten Bereiche der Benutzeroberfläche zeigt Abbildung 1.5. In diesem Beispiel wurde eine ziemlich willkürliche Konstruktion erstellt, die dann als fertige Konstruktion in der Gruppe DATEN angezeigt wird und dort durch einen Doppelklick zur Weiterbearbeitung geöffnet wurde. Die geometrische Form der Konstruktion hat keine besondere Bedeutung. Eine kleine 3D-Konstruktion ist hier nur nötig, um möglichst viele Elemente der Bedienoberfläche vorzustellen.

Außerdem ist bei dem hier konstruierten Beispiel eine Fläche des Volumenkörpers markiert worden, um die Möglichkeiten des CURSORMENÜS und des KON-TEXTMENÜS zu demonstrieren.

Wenn Ihnen in der Benutzeroberfläche Bedienelemente abhandengekommen sind, dann gibt es unter dem DATEI-Icon die Kategorie ANSICHT mit vielen Möglichkeiten zum Restaurieren bestimmter Elemente. Insbesondere können Sie sie hier auch AUF VORGABE-ANORDNUNG ZURÜCKSETZEN (Abbildung 1.6).

Kapitel 1 Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche



Abb. 1.5: Benutzeroberfläche von Fusion 360



Abb. 1.6: Bedienelemente ein-/ausblenden

1.6.1 Die Gruppe »Daten«

Die Gruppe DATEN **WI** wird über die SCHNELLZUGRIFF-LEISTE aktiviert und bietet den Zugriff auf bereits erstellte Konstruktionen an (Abbildung 1.7). Es gibt eine Gliederung Ihrer Arbeiten in *Projekte*, darunter können Sie *Ordner* und *Unterordner* einrichten und darin die einzelnen Konstruktionen. Sie finden dort auch die Schaltflächen NEUER ORDNER bzw. NEUES PROJEKT, um neue *Ordner* bzw. *Projekte* anzulegen.



Abb. 1.7: Gruppe DATEN mit Projekten bzw. Ordnern und Konstruktionen

Neben dem normalen EINZELBENUTZER-KONTO können Sie auch ein TEAM-KONTO anlegen (Abbildung 1.8) **●**–**④** um dort Projekte auch zur Beteiligung anderer freizugeben.



Abb. 1.8: EINZELBENUTZER- und TEAM-KONTO

Die Anzahl der *Versionen* einer Konstruktion können Sie im Vorschaubild rechts unten sehen. Mit einem Klick darauf werden sie angezeigt, erst nur die drei letzten, aber Sie können auf ALLE X VERSIONEN ANZEIGEN klicken (Abbildung 1.9).

Kapitel 1 Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche



Abb. 1.9: Versionsverwaltung

Die Dateianzeige kann über die Einstellungen auch in eine zeitliche Reihenfolge gebracht und statt in Rasterform etwas kompakter in Listenform gestaltet werden.

1.6.2 Die Schnellzugriff-Leiste

In der SCHNELLZUGRIFF-LEISTE finden Sie zuerst den Schalter zur Anzeige der Gruppe DATEN, dann die üblichen Funktionen zur Dateiverwaltung (Abbildung 1.10). Außerdem können Sie mit ZURÜCK und WIEDERHERSTELLEN einzelne Konstruktionsschritte zurückgehen und wieder vorwärtsgehen, auch mehrfach.

Die Dateiverwaltungsfunktionen sind:

■ NEUE KONSTRUKTION – Hiermit beginnen Sie im aktuellen Projekt und im aktuellen Ordner eine neue 3D-Konstruktion.

- NEUER ELEKTRONIKENTWURF dient zum Erstellen von Elektronikplänen.
- NEUE ELEKTRONIKBIBLIOTHEK Hiermit kann eine neue Bibliothek für Elektronikbauteile bearbeitet werden.
- NEUE ZEICHNUNG Hiermit erstellen Sie zu einer 3D-Konstruktion die üblichen 2D-Ansichten einer Standard-Zeichnung.
- NEUE ZEICHNUNGSVORLAGE Hiermit gestalten Sie eine Vorlage f
 ür Zeichnungen.
- ÖFFNEN <u>Strg</u> + 0 öffnet eine Fusion-Konstruktion oder -Zeichnung aus der Cloud oder auf Ihrem PC.
- DOKUMENTE WIEDERHERSTELLEN erlaubt die Wiederherstellung von Konstruktionen mit Fehlern.
- HOCHLADEN dient zum Hochladen lokaler Projekte.
- SPEICHERN <u>Strg</u> + <u>S</u> speichert eine Fusion-Konstruktion oder -Zeichnung in der Cloud. Beim Speichern können Sie eine eigene VERSIONSBEZEICHNUNG angeben. Wenn Sie im TEAM-KONTO speichern, können Sie eine besonders wichtige Version als MEILENSTEIN markieren (Abbildung 1.11).



Abb. 1.10: DATEIVERWALTUNGSFUNKTIONEN

Wenn in einer Baugruppe eine Komponente als Meilenstein markiert ist, erfolgt ein Upgrade erst, wenn es auch eine neue Komponente mit Meilenstein-Markierung gibt.

Lettef Ridde	er 🛩		III Detlef Ridder	~
F Versionsbeschreib	ung hinzufügen	×	E Speichern	×
Versionsbeschreibung	Benutzer gespeich	ertmit Bohrung	Versionsbeschreibung	Benutzer gespeichert
	ОК	Abbrechen	Mellenstein	OK Abbrechen

Abb. 1.11: Speichern im EINZELBENUTZER- bzw. TEAM-KONTO

- SPEICHERN UNTER speichert eine Fusion-Konstruktion oder -Zeichnung in der Cloud, auch in einem anderen Projekt oder Ordner, oder auf Ihrem PC.
- ALS NEUE SPEICHERN Hiermit wird aus einer älteren Version die neueste erstellt.
- EXPORTIEREN dient zur Ausgabe Ihrer Konstruktion in einem Austauschformat für 3D-Modelle wie
 - **F3D** <u>F</u>usion-<u>3D</u>-Format,
 - IGS allgemeines Austauschformat (Initial Graphics Exchange Specification),
 - SAT Austauschformat vieler CAD-Systeme, die auf dem ACIS-Geometrie-Kern basieren (<u>S</u>tandard <u>A</u>CIS <u>T</u>ext),
 - SMT Austauschformat zu Fusion und Inventor (Shape Manager Text),
 - STP allgemeines Austauschformat <u>STEP</u>.
- 3D-DRUCKEN überträgt die Modelldaten an ein 3D-Druckprogramm oder gibt sie einfach als normale STL-Datei zur Weiterverwendung durch 3D-Druckdienste aus.
- BILD ERFASSEN erzeugt Bilder mit wählbarer Auflösung im Format PNG, JPG oder TIF.
- FREIGEBEN erstellt wahlweise
 - einen Screencast mit einem Rekorder, den Sie von Autodesk herunterladen können,
 - eine öffentliche Verknüpfung,
 - eine Abbildung in der Fusion-360-Galerie,
 - eine Ansicht für die GrabCAD-Plattform.

- DETAILS IM WEB ANZEIGEN generiert eine Ansicht in Ihrem Fusion-Cloudbereich.
- ANSICHT Hiermit konfigurieren Sie die Benutzeroberfläche, indem Sie folgende Elemente ein- oder ausschalten (Abbildung 1.5):
 - VIEWCUBE zur Ansichtssteuerung,
 - BROWSER für die Übersicht über die Konstruktionsschritte,
 - KOMMENTARE für den Austausch von Informationen mit Projektpartnern,
 - TEXTBEFEHLE zur manuellen Eingabe,
 - NAVIGATIONSLEISTE zur detaillierten Gestaltung der Ansicht(en),
 - GRUPPE DATEN für die Verwaltung von Konstruktionen und Projekten in einer Ordnerstruktur.
 - AUF VORGABE-ANORDNUNG ZURÜCKSETZEN zeigt die Benutzeroberfläche wie beim ersten Start.

1.6.3 Der Werkzeugkasten

Im WERKZEUGKASTEN kann links der gewünschte ARBEITSBEREICH ausgewählt werden, zu dem dann rechts daneben die zugehörigen Funktionen in Form von Aufklappmenüs mit Unterfunktionen erscheinen (Abbildung 1.12). Beim Arbeitsbereich KONSTRUKTION gibt es noch mehrere Register für verschiedene Modellierungsarten.

Folgende Arbeitsbereiche sind bei parametrischer Modellierungsart verfügbar:

- KONSTRUKTION, Register VOLUMENKÖRPER Das ist der normale Bereich, um Konstruktionen zu erstellen, üblicherweise zunächst als 2D-Skizze, aus der dann mit den Erstellungswerkzeugen wie EXTRUSION oder ROTATION die Volumenkörper entstehen. Mehrere Volumenkörper können zu Baugruppen zusammengefügt und auch mit Gelenken versehen werden.
- KONSTRUKTION, Register FLÄCHE Mit diesen Werkzeugen können Sie ähnlich wie Volumenkörper Flächen und Flächenverbände erstellen und kombinieren. Auch können hier aus komplett geschlossenen Flächenmodellen wieder Volumenkörper erzeugt werden.
- KONSTRUKTION, Register BLECH enthält die Werkzeuge, um Blechkonstruktionen über verschiedenste Biege- und Stanzoperationen zu gestalten.
- KONSTRUKTION, Register WERKZEUG enthält verschiedene Hilfs- und Analyseprogramme, unter anderem ein Modul zur Übergabe einer Konstruktion an 3D-Druck-Software.
- GENERATIVES DESIGN bietet verschiedene Hilfsmittel zur Optimierung eines Designs unter verschiedenen Zielsetzungen.

Kapitel 1

Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

- RENDERN umfasst die Werkzeuge zur Erzeugung einer fotorealistischen grafischen Darstellung.
- ANIMATION Hiermit können Baugruppen in Bewegung gesetzt und auch explodiert werden.
- SIMULATION Bauteile können hiermit bezüglich statischer Belastungen geprüft werden und Baugruppen können auch dynamisch getestet werden.
- FERTIGEN Mit diesen Werkzeugen können die Fertigungsdaten für Verfahren wie beispielsweise Fräsen, Drehen oder 3D-Drucken erstellt werden.
- ZEICHNUNG Mit diesen Werkzeugen werden die herkömmlichen Zeichnungsansichten von Bauteilen und Baugruppen mit Bemaßung und Beschriftung und auch mit Stücklisten erzeugt.



Abb. 1.12: Werkzeugkasten mit den verschiedenen Arbeitsbereichen und deren Funktionen

Bei DIREKTER MODELLIERUNG, also ohne Parameter und ohne Zeitleiste, sind zusätzlich noch folgende Register im Arbeitsbereich KONSTRUKTION verfügbar (Abbildung 1.12, Zeile 3-4):

- KONSTRUKTION, Register FORM Hier sind Funktionen für das Modellieren freier Formen enthalten. Die normalen Freiformflächen können in T-SPLINES umgewandelt werden, um mehr Modellierungsmöglichkeiten wie Knickstellen zu erlauben.
- KONSTRUKTION, Register NETZ Netze aus Facetten können aus vorhandenen Volumenkörpern erzeugt oder importiert und mit speziellen Netzbearbeitungen modelliert werden.

Der Arbeitsbereich KONSTRUKTION, Register BLECH ist bei direkter Modellierung nicht verfügbar, weil dafür Parametrik nötig ist.

Tipp: Parametrische oder direkte Modellierung

Die Wahl zwischen parametrischer oder direkter Modellierung wird normalerweise beim Start einer neuen Konstruktion getroffen. Sie können aber nach Rechtsklick auf den obersten BROWSER-Knoten am unteren Ende des KONTEXT-MENÜS jederzeit auch zwischen KONSTRUKTIONSVERLAUF ERFASSEN (parametrisch) und KONSTRUKTIONSVERLAUF NICHT ERFASSEN (direkt, nichtparametrisch) umschalten.

1.6.4 Anpassung der Werkzeugkästen

Die WERKZEUGKÄSTEN enthalten in der Titelleiste schon einige der nützlichsten Werkzeuge zum direkten Aufruf. Die übrigen Werkzeuge müssen dann eben über die Drop-down-Menüs aufgerufen werden. Wenn Sie für Ihre Arbeit weitere Werkzeuge zum bequemen direkten Aufruf brauchen, dann können Sie bei diesen im Drop-down-Menü auf die drei Pünktchen am rechten Rand klicken und die Option AN WERKZEUGKASTEN FIXIEREN wählen (Abbildung 1.11). Dann erscheinen sie in der Titelleiste und können danach auch dort noch mit gedrückter linker Maustaste verschoben werden.

Als weitere Option für einen schnellen Aufruf können Sie über : AN VERKNÜP-FUNGEN FIXIEREN aktivieren. Danach erscheinen diese Funktionen dann im KON-TEXTMENÜ, das unter dem CURSOR-Menü angehängt ist.

Als dritte Variante können Sie auch TASTATURKURZBEFEHL ÄNDERN wählen und im Dialogfenster dann ein *Kürzel* eingeben. Sofern das Tastenkürzel schon vergeben ist, erhalten Sie eine Warnung. Sie können das Original dann überschreiben oder Sie verzieren es mit den bekannten Zusatztasten wie (a), (Strg) oder (Alt) bzw. bei Apple mit (m) oder (m) davor.



Abb. 1.13: Werkzeugkasten KONSTRUKTION, Register VOLUMENKÖRPER mit zusätzlichen fixierten Werkzeugen

1.6.5 Autodesk-Account, Voreinstellungen und Hilfe-Menü

Oben rechts am Rand der Benutzeroberfläche liegt die *Informationsleiste* (Abbildung 1.14).



Abb. 1.14: Informationsbereiche

Links in der INFOLEISTE liegt der EXTENSION-MANAGER 🙆. Damit können Sie einige Erweiterungen des Programms aktivieren, die nicht im normalen Abonne-