Eydia Sloan Cline FUSION 360 für Maker

KII >

Modelle für 3D-Druck und CNC entwerfen







dpunkt.verlag



Zu diesem Buch – sowie zu vielen weiteren dpunkt.büchern – können Sie auch das entsprechende E-Book im PDF-Format herunterladen. Werden Sie dazu einfach Mitglied bei dpunkt.plus⁺:

www.dpunkt.plus

Lydia Sloan Cline

Fusion 360 für Maker

Modelle für 3D-Druck und CNC entwerfen



Lydia Sloan Cline

Lektorat: Gabriel Neumann Übersetzung: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg (www.GundU.com) Copy-Editing: Sandra Gottmann, Münster-Nienberge Satz: G&U Language & Publishing Services GmbH, Flensburg (www.GundU.com) Herstellung: Stefanie Weidner Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

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:

 Print
 978-3-86490-621-3

 PDF
 978-3-96088-623-5

 ePub
 978-3-96088-624-2

 mobi
 978-3-96088-625-9

1. Auflage 2019 Copyright © 2019 dpunkt.verlag GmbH Wieblinger Weg 17 69123 Heidelberg

Authorized German translation of material included in the English edition of Fusion 360 for Makers ISBN 978-1680453553 © 2018 Lydia Sloan Cline, published by Maker Media Inc. This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

Inhaltsverzeichnis

Voi	wor	t	x
Wa	s ist F	usion 360	? x
ln c	ler C	oud	xii
Art	en de	er Modellie	erung
Par	amet	rische und	d direkte Modellierung xv
Wa	s wir	in diesem	Buch tun werden
Vor	auss	etzungen	zur Verwendung von Fusion xvi
	Opt	ionale 3D-	Maus
Fus	ion 3	60 herunt	erladen
Def	initio	onen	xi>
		-	
Tei	11	Grundla	igen von Fusion 360 1
1	Die	Oberfläcl	ne von Fusion 360 3
	1.1	Die Ob	erfläche
		1.1.1	Die Gruppe Daten
		1.1.2	Die Schnellzugriffsleiste
		1.1.3	Hilfe und Links 5
		1.1.4	Der Werkzeugkasten
		1.1.5	Der ViewCube 8
		1.1.6	Arbeitsbereiche
		1.1.7	Die Browserpalette 10
		1.1.8	Das Auswahlwerkzeug 11
		1.1.9	Die Zeitachse 11
		1.1.10	Der Navigationsbereich 13
		1.1.11	Das Kommentarfeld 14
	1.2	Markie	rmenüs
	1.3	Zusam	menarbeit
		1.3.1	Dateien online und offline speichern 16
		1.3.2	Screenshots
	1.4	Grafiko	liagnose
2	Skiz	zieren	19
	2.1	Die Ark	peitsebene
	2.2	Rastere	einstellungen
	2.3	Maßeir	nheiten
	2.4	Das Me	enü Skizze
	2.5	Former	n skizzieren
	2.6	Skizzer	und Skizzenkurven
	2.7	Inferen	zlinien und Abhängigkeiten
	2.8	Skizzer	auswählen und löschen
	2.9	Auswa	hlsätze erstellen

	2.10	Skizzen	bearbeiten	. 28
	2.11	Skizzen	verschieben, drehen und kopieren	. 29
		2.11.1	Skizzen verschieben	. 29
		2.11.2	Skizzen kopieren	. 30
	2.12	Abmess	ungen und Formeln	. 31
	2.13	Bestimm	nende und abhängige Abmessungen	. 34
	2.14	Skizzierv	werkzeuge	. 34
	2.15	Skizziere	en auf einer gewinkelten Ebene	. 55
	2.16	Skizzen	in Fusion einfügen	. 56
		2.16.1 l	Einfügen in den Arbeitsbereich	. 56
		2.16.2 l	Fixierte und nicht fixierte Skizzen	. 57
		2.16.3 l	Hochladen zur Gruppe Daten	. 59
		2.16.4 l	Neue Konstruktion aus Datei	. 59
	2.17	JPEG in S	SVG konvertieren	. 60
3	Mode	lle gesta	lten: Das Menü »Erstellen«	61
	3.1	Der Unte	erschied zwischen direkter und parametrischer Modellierung	. 61
	3.2	Arbeitsa	blauf beim Modellieren	. 63
	3.3	Der Arbe	eitsbereich »Modell«	. 63
	3.4	Körper u	Ind Komponenten	. 64
		3.4.1 l	Körper	. 64
		3.4.2 l	Komponenten	. 65
	3.5	Körper n	nit Konstruktionswerkzeugen erstellen	. 67
		3.5.1 l	Extrusion	. 67
		3.5.2	Sweeping	. 69
		3.5.3 l	Drehen	. 69
		3.5.4 l	Erhebung	. 70
		3.5.5	Geeignete Skizzen für das Erhebungswerkzeug	. 72
		3.5.6 I	Rippe	. 74
		3.5./	Steg	. 75
	3.6	Bohrung	gen und Gewinde	. /6
		3.6.1	Bohrung	. /6
	2 7	3.6.2		. //
	3./	Der Arbe	eltsbereicn »Formen«	. /8
		3./.I I	Einen Quader erstellen	. /8
		3./.Z I	Ebene und Quddball	. /9
		37/	For trustion and Franklung	. 01
	20	Dor Arb	aitsbaraich »Elächa«	. 05
	5.0	2 8 1 I	eitsbeleiti »Fidtie«	. 04
		3.0.1 1	Degrenzungstundig	. 05
		3.8.2	Öffnungen abdecken	. 07
	3 9	Konierei	n Verschieben und Einfügen	. 00
	5.7	3.9.1	Konieren	
		3.9.2	Verschieben	. 90
		3.9.3 I	Einfügen	. 90
		3.9.4	Neu einfügen	. 91
			-	

	3.10 3.11	Körper und K Anordnunger	omponenten spiegeln י von Körpern und Komponenten erstellen	91 92
	3.12	Basiselement	erstellen	94
4	Mode	lle bearbeiter	1: Das Menü »Ändern«	95
	4.1	Werkzeuge in	n Arbeitsbereich »Modell«	. 96
		4.1.1 Schal	e	. 96
		4.1.2 »Entw	/urf« (Formschräge)	97
		4.1.3 Maßs	tab	97
		4.1.4 Kugel	n skalieren	98
		4.1.5 Komb	pinieren	99
		4.1.6 Fläch	e ersetzen	100
		4.1.7 Fläch	e teilen	102
		4.1.8 Körpe	er teilen	103
		4.1.9 Silhou	Jette geteilt	104
		4.1.10 Ausrie	chten	105
	4.2	Material und	Darstellung	106
		4.2.1 Mater	rial	107
		4.2.2 Darst	ellung	108
	4.3	Löschen, Entf	ernen und Ausblenden	109
		4.3.1 Lösch	en	109
		4.3.2 Entre	rnen	112
		4.3.3 Ausbl	enden	112
	4.4	Parameter än	dern	113
	4.5	Direkte Mode	Illierung: Flächen bearbeiten	114
	4.6	Der Arbeitsbe	ereich »Formen«	116
		4.6.1 Fläch	en unterteilen	116
	4.7	Weitere Form	werkzeuge	118
	4.8	Formen im Aı	beitsbereich »Modell« bearbeiten	119
		4.8.1 Einen	geformten Quader verdicken	120
		4.8.2 Eine V	Vürfelperle modellieren	120
		4.8.3 Form	bearbeiten	122
	4.9	Der Arbeitsbe	ereich »Fläche«	122
		4.9.1 Einen	Trichter gestalten	123
		4.9.2 Dehn	en	124
		4.9.3 Stutze	en	125
		4.9.4 Norm	ale umdrenen	126
	4.10	4.9.5 Herte	n und Losen	128
	4.10	Abhangigkeit	en	128
5	Empf	ohlene Vorgel	nensweisen und Netfabb für Fusion	131
	5.1	Wasserdichte	Modelle	132
	5.2	Mannigfaltige	e Kanten	133
	5.3	Nach außen g	Jerichtete Polygone	133
	5.4	Keine überlap	penden Oberflächen	133
	5.5	Ausreichende	Abstände	135
	5.6	Ausreichende	Wandstärke	136

	5.7	Die Scl	hrumpfung des Kunststoffs berücksichtigen	137
	5.8	Millim	eter als Einheiten	137
	5.9	Ausric	htung	138
		5.9.1	Stützstrukturen verringern oder ganz vermeiden	138
		5.9.2	Festigkeit	139
		5.9.3	Verzerrungen verringern	139
		5.9.4	Treppenstufen vermeiden	140
		5.9.5	Details erhalten	140
		5.9.6	Glätte	141
	5.10	Text		142
	5.11	Ausfac	hung	142
	5.12	Die Dr	uckzeit verringern	143
	5.13	Analys	esoftware	143
		5.13.1	Netfabb für Fusion	144
Te	il II N	lodelle	e gestalten	149
6	Emoji	-Wandl	bild	151
	6.1	Ein Bild	d auswählen	151
	6.2	Mit ein	em Onlinekonverter eine SVG-Datei erstellen	152
	6.3	Die SV	G-Datei importieren und entsperren	152
	6.4	Finen	Kreis hinzufügen	154
	6.5	Die Ski	izze modellieren	154
	6.6	Abrun	dungen vornehmen	156
	6.7	Ein Na	gelloch mithilfe der Zeitachse einfügen	156
7	7wei 9	Sesseli	ind eine Vase	159
-	7 1	Dorbo		150
	7.1	7 1 1	Die Form bearbeiten	160
		7.1.1	Abschrägungskante und Knicken	160
	7 2	7.1.Z		164
	1.2	Der nie	Elishon ontfornon	164
		7.2.1	Flächen vordicken und Kanten abrunden	165
		7.2.2	Die Propertienen ändern	166
	72	7.2.5 Die Ver		167
	7.5		Den Beden schließen und flach gestalten	160
		7.5.1 7 2 2 2	Eine Form aus einer STL Datei an der Vose befostigen	160
		7.3.Z	Die Delvgenzahl der STL-Datei verringern	170
		7.5.5 7 2 4	Optional Kenvertierung in PRen	170
		7.5.4	Verdisken im Arbeitebereich "Medell"	1/2
		7.5.5		172
	Fiele	1.5.0		
8			er reis für des Kunstlander skizzieren	175
	ö.1	Den Kr	eis iur das Kugelläger skizzieren	1/6
	8.2	Den Kr	eis tur ale Munzen skizzieren	
	8.3	Die Kre	eise im Abstand von 30 mm platzieren	177

	8.4	Die Kreise umranden	177
	8.5	Kopien eines der Kreise anordnen	178
	8.6	Einen Bogen mit drei Punkten zwischen die Kreise zeichnen	179
	8.7	Kopien des Bogens anordnen	180
	8.8	Die Skizze extrudieren	180
	8.9	Die Kanten abrunden	181
9	Getrie	ebe	183
	9.1	Ein Zahnrad aus dem McMaster-Carr-Katalog herunterladen	183
	9.2	Das McMaster-Carr-Zahnrad bearbeiten	185
	9.3	Zahnradgeneratoren	187
	9.4	Das Stirnradwerkzeug zu Fusion hinzufügen	188
	9.5	Fin Planetengetriebe modellieren	189
	2.5	9.5.1 Die Stirnräder konstruieren	190
		9.5.2 Das Hohlrad modellieren	192
		9.5.3 Die Zahnräder platzieren	194
10	Telefo	onhalter für das Auto	197
	10.1	Die Handskizze importieren	198
	10.2	Den Clip modellieren	200
		10.2.1 Die Skizze der Klammer nachzeichnen	200
		10.2.2 Die Klammerskizze bearbeiten	202
		10.2.3 Den Gelenkkopf erstellen	202
		10.2.4 Die Klammerskizze extrudieren	203
		10.2.5 Den Stiel modellieren	203
		10.2.6 Die Enden der Klammer abrunden	205
		10.2.7 Die Teile des Clips zusammenbauen	205
	10.3	Den Ständer modellieren	206
		10.3.1 Den Kegel modellieren	206
		10.3.2 Den Stiel modellieren	207
		10.3.3 Die Gelenkpfanne modellieren	208
	10.4	Die Aussparungen für die Gelenkpfanne skizzieren	209
	10.5	Die Skizzen für die Aussparungen platzieren und extrudieren	210
		10.5.1 Die Gelenkpfanne am Stiel ausrichten und mit ihm verbinden	212
	10.6	Clip und Ständer skalieren	213
		10.6.1 Die Klammergröße messen	213
		10.6.2 In den direkten Modellierungsmodus wechseln	214
		10.6.3 Die Skalierungsformel eingeben	214
	10.7	Die Teile getrennt als STL-Dateien speichern	216
	10.8	Eine Baugruppe erstellen	217
11	Maßz	eichnungen	221
	11.1	Körper in Komponenten umwandeln	221
	11.2	Den Arbeitsbereich »Zeichnung« aufrufen	221
	11.3	Erstansichten	223
		11.3.1 Mehrere Erstansichten erstellen	223
		11.3.2 Erstansichten bearbeiten	224

		11.3.3 Projektionsansichten	225
		11.3.4 Schnittansichten	226
	11.4	Mittellinien	227
	11.5	Bemaßung	228
	11.6	Text und Führungslinien	229
	11.7	Bezugssymbole	230
	11.8	Tabellen	231
	11.9	Schriftfeld	232
	11.10	Die Zeichnung exportieren	232
12	Slicer	for Fusion	235
	12.1	Herunterladen, Installieren und Verknüpfen	236
	12.2	Die Benutzeroberfläche	. 238
	12.3	Bewegung im Arbeitsbereich	. 241
	12.4	Plattengrößen und Herstellungseinstellungen	. 242
	12.5	Konstruktionstechniken	. 243
	12.6	Der Schneidevorgang	. 244
		12.6.1 Eine Konstruktionstechnik auswählen	. 244
		12.6.2 Optional: Form ändern	246
		12.6.3 Montageschritte	247
	12.7	Die Datei exportieren	248
	12.8	Weitere Konstruktionstechniken	249
		12.8.1 Interlocked Slices	249
		12.8.2 Curve	251
		12.8.3 Radial Slices	252
		12.8.4 Folded Panels	252
		12.8.5 3D Slices	255
	12.9	Speichern und Exportieren	256
13	Der A	rbeitsbereich CAM	257
	13.1	Was ist G-Code?	. 257
	13.2	Was ist ein Werkzeugweg?	257
	13.3	Was ist eine CNC-Maschine?	258
	13.4	Was bedeuten die Angaben 2D, 2,5D und 3D beim Schneiden?	259
	13.5	Der CAM-Arbeitsbereich in Fusion	259
	13.6	Eine NC-Datei für die Emoji-Plakette erstellen	266
	13.7	Ein Setup erstellen	267
	13.8	Eine 3D-Operation erstellen	269
		13.8.1 Geometrie, Höhen und Durchgänge festlegen	272
	13.9	Simulieren	275
	13.10	Nachbearbeitung	276
Ind	ex		279

Vorwort

Da haben Sie nun Ihren 3D-Drucker gekauft und möchten an der neuen industriellen Revolution teilhaben. Vielleicht wollen Sie originelle Entwürfe herstellen, gar für besondere Menschen und Anlässe einzigartige Kreationen erzeugen? In diesem Fall können Sie nicht einfach Dateien mit Konstruktionen anderer Leute herunterladen und drucken, sondern müssen die passende Software dafür beherrschen lernen. Wenn Sie das tun wollen und aus dem Stadium der Anfängeranwendungen herausgewachsen sind, ist dieses Buch das richtige für Sie. Hier erfahren Sie, wie Sie Ihre eigenen Entwürfe mit der Software Fusion 360 von Autodesk gestalten. Schenken Sie sich ein Glas von Ihrem Lieblingsgetränk ein, starten Sie Ihren Computer, um das Gelernte nachzuvollziehen, und lesen Sie weiter!

Was ist Fusion 360?

Fusion 360 (siehe Abb. V–1) ist ein 3D-Konstruktionsprogramm. Mit dem Namen »Fusion« zeigt Autodesk, dass dieses Programm viele verschiedene Arten von Software vereint. Sie können damit Aufgaben aus den Bereichen CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing) und CAE (Computer-Aided Engineering) erfüllen. Mit seinen CAD-Fähigkeiten können Sie praktisch alles modellieren, was Sie wollen (siehe Abb. V–2), mit seinen CAM-Funktionen können Sie NC-Code für CNC-Schneidemaschinen mit bis zu fünf Achsen zum Schneiden, Gravieren und Drehen erstellen. Die CAE-Optionen erlauben eine Untersuchung des Modells auf optimale Funktionsfähigkeit. Fusion 360 ist zwar kein BIM-Werkzeug (Building Information Modeling), allerdings können Sie Fusion-Modelle in einem Format exportieren, das einen Import in BIM-Programme erlaubt.



Abbildung V–1 Fusion 360

Fusion 360 kann Modelle animieren (Videos erstellen), rendern (mit realistischen Farben und Texturen versehen) und in Form von maßstabsgerechten 2D-Konstruktionszeichnungen darstellen. Die einzelnen Teile eines Modells lassen sich zu einer Baugruppe kombinieren. Es ist möglich, Dateien vieler proprietärer Typen zu importieren. Außerdem können Sie mit A360, einem in Fusion integrierten Autodesk-Arbeitsbereich, an Ihren Projekten mit anderen zusammenarbeiten.

Fusion 360 ist ein sehr umfassendes Programm, das ziemlich kompliziert sein kann, aber es eignet sich für Benutzer mit unterschiedlichsten Erfahrungen und Hintergründen. Unabhängig davon, ob Sie ein Einsteiger in die Kunst der Modellierung, ein Hobbybastler oder ein erfahrener Ingenieur sind, ist diese Software für Sie nützlich. In der Fusion 360-Galerie auf *gallery. autodesk.com/fusion360* finden Sie viele Konstruktionen, die von Benutzern wie Ihnen erstellt wurden. Viele davon können Sie herunterladen.



Abbildung V-2 Ein Tassenhalter in der Fusion 360-Galerie

In der Cloud

Fusion wird online ausgeführt, und alle Ihre Dateien werden online gespeichert. Das heißt, dass Sie sie nicht verlieren können und stets Zugriff darauf haben. Allerdings laden Sie das Programm auf Ihren PC, Ihren Mac oder Ihr Mobilgerät herunter. Bei der Onlinearbeit steht Ihnen der größte Funktionsumfang zur Verfügung, aber wenn Ihre Internetverbindung nicht funktioniert oder die Autodesk-Server ausgefallen sind, können Sie auch offline arbeiten. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Ihre Dateien offline zu speichern.

Arten der Modellierung

Modellierung ist Zeichnen in drei Dimensionen. In Fusion gibt es dafür drei Möglichkeiten: Freiform-, Massivkörper- und Oberflächenmodellierung. **Freiformmodellierung:** Hierbei werden Hohlmodelle aus Polygonen erstellt (siehe Abb. V–3). Sie gestalten die Oberfläche des Modells, indem Sie Polygone zu gekrümmten, fließenden Formen extrudieren.



Abbildung V–3 Polygone sind flache Objekte mit mindestens drei geraden Seiten.

Es gibt verschiedene Arten der Freiformmodellierung, z. B. die polygonale, die NURBS- und die T-Spline-Modellierung. Fusion verwendet die letztgenannte Vorgehensweise, die die Vorteile der polygonalen und der NURBS-Modellierung vereint. Sie können dabei Details gezielt dort hinzufügen, wo sie benötigt werden, nicht rechteckige Polygone erstellen und komplizierte Freiformmodelle auf einfache Weise bearbeiten (siehe Abb. V–4). T-Spline-Oberflächen können Bereiche mit sehr unterschiedlichem Detaillierungsgrad enthalten. Steuerungspunkte (Bearbeitungspunkte) lassen sich gezielt dort hinzufügen, wo sie auch wirklich gebraucht werden. Wenn Sie Ihr Modell in ein anderes Modell exportieren möchten, können Sie die T-Spline-Oberflächen in NURBS-Oberflächen umwandeln. Auch eine Konvertierung in ein massives Modell ist möglich.



Abbildung V–4 T-Spline-Freiformmodelle lassen sich auf einfache Weise bearbeiten.

Massivkörpermodellierung: Bei dieser Vorgehensweise addieren und subtrahieren Sie Grundelemente (Primitiva), also geometrische Formen wie Würfel und Zylinder. Technisch wird dieser Vorgang als CSG-Modellierung (konstruktive solide Geometrie) bezeichnet. Sie können dazu zweidimensionale Formen erstellen und in 3D-Körper umwandeln, was BREP-Modellierung (Boundary Representation) genannt wird (siehe Abb. V–5). Wenn Sie solche Modelle aufschneiden, können Sie erkennen, dass sie tatsächlich massiv sind.

Oberflächenmodellierung: Die Objekte, die Sie hiermit erstellen, wirken massiv, doch wenn Sie sie aufschneiden, erweisen sie sich als hohl. Sie haben nur eine Oberfläche, aber das Innere ist nicht ausgefüllt.



Abbildung V–5 Ein massives Modell besteht aus massiven Grundelementen.

Parametrische und direkte Modellierung

Die Modellierung in Fusion kann auf zwei verschiedene Weisen erfolgen:

- Parametrisch: Bei der Gestaltung verwenden Sie Abhängigkeiten und Parameter. Sie können die verschiedenen Dimensionen einzeln bearbeiten. Wenn Sie beispielsweise eine 15 cm dicke Wand haben, dann bleibt sie 15 cm lang, auch wenn Sie den Grundriss des Modells verdoppeln. Eine Möglichkeit zur Änderung von Parametern bietet die Zeitachse mit dem Verlauf, die während Ihrer Arbeit geführt wird. Wenn Sie dort etwas ändern, werden alle darauffolgenden Elemente in der Zeitachse automatisch angepasst.
- Direkt: Sie können ein Modell bearbeiten, indem Sie es einfach ziehen, drücken und drehen. Das geht zwar einfacher, aber dabei steht Ihnen kein Verlauf zur Verfügung, sodass Sie nicht in der Lage sind, ein Merkmal nachträglich zu ändern und alle darauffolgenden Aktionen automatisch anpassen zu lassen.

Allgemein gesagt, ist die direkte Modellierung einfacher und intuitiver als die parametrische. Wenn Sie daran gewöhnt sind, in einem CAD-Programm mit direkter Modellierung zu arbeiten, finden Sie im direkten Modus von Fusion eine vertraute Umgebung. Die parametrische Modellierung erfordert eine andere Denk- und Herangehensweise aufgrund der Tatsache, dass das Vorhandensein fast jeden Elements vom Vorhandensein von irgendetwas anderem abhängt. Allerdings ist die parametrische Modellierung die geeignetste Vorgehensweise für komplex aufgebaute Objekte, da Sie hierbei die Möglichkeit haben, etwas nachträglich zu ändern und alle davon abhängigen Elemente automatisch anpassen zu lassen. Das kann bei der Gestaltung von unschätzbarem Wert sein.

Manche Funktionen der parametrischen Modellierung stehen im direkten Modus nicht zur Verfügung und umgekehrt. Massivkörper- und Oberflächenmodelle können sowohl parametrisch als auch direkt erstellt werden, Freiformmodelle dagegen nur direkt.

Was wir in diesem Buch tun werden

Dieses Buch zeigt Einsteigern und fortgeschrittenen Anfängern, wie sie Fusion 360 verwenden können. Anhand von Projekten steigender Komplexität, bei denen jeweils neue Techniken vorgeführt werden, sollen Sie sich mit der Software vertraut machen. Dabei wird keine vorherige Erfahrung mit diesem oder einem anderen CAD-Programm vorausgesetzt. Wir werden den parametrischen und den direkten Modus sowie die Massivkörper-, Oberflächen- und Freiformmodellierung nutzen und auch eine Baugruppe mit Verbindungen erstellen. Des Weiteren erfahren Sie, wie Sie Netfabb für Fusion installieren, ein Zusatzmodul, das digitale Modelle auf Mängel untersucht. Außerdem verwenden wir Slicer, ein weiteres Fusion-Zusatzmodul, das das Modell in zweidimensionale Teile zerlegt. Von einem der Projekte erstellen wir Konstruktionszeichnungen, und ein anderes bearbeiten wir im CAM-Arbeitsbereich.

Einige der Projekte erstellen wir ganz ohne Vorlage, andere auf der Grundlage importierter Skizzen oder heruntergeladener Konstruktionen. Wir sehen uns auch die empfohlenen Vorgehensweisen zur Optimierung eines digitalen Modells für die Herstellung an.

Die ersten vier Kapitel enthalten grundlegende Informationen über das Skizzieren, Modellieren und Bearbeiten, weshalb Sie sie als Erstes lesen sollten. Diese Informationen werden in den anschließenden Projekten wieder aufgegriffen, noch ausführlicher erläutert und genutzt. Speichern Sie alle Konstruktionen nach der Fertigstellung, da Sie einige Projekte in den Kapiteln weiter hinten noch benötigen werden. In den Kästen finden Sie Tipps zur Verwendung der Software, für den Druck und zur Lösung häufig auftretender Probleme.

Voraussetzungen zur Verwendung von Fusion

Zur Ausführung der Software gelten zurzeit die folgenden Systemvoraussetzungen:

Betriebssystem	Apple macOS Sierra 10.2, macOS 10.11.x (El Capitan), macOS 10.10.x (Yosemite); Microsoft Windows 7 SP1, Windows 8.1, Windows 10 (nur 64 Bit)
Prozessor	64-Bit-Prozessor (32 Bit nicht unterstützt)
Arbeitsspeicher	3 GB RAM (4 GB oder mehr werden empfohlen)
Grafikkarte	512 MB GDDR-RAM oder mehr, ausgenommen Intel GMA X3100-Kar- ten
Festplattenplatz	ca. 2,5 GB
Zeigegerät	Microsoft-kompatible Maus, Apple Mouse, Magic Mouse, MacBook Pro-Trackpad
Internet	DSL-Internetanschluss oder schneller

Fusion kann zwar mit den in der Tabelle aufgeführten Zeigegeräten verwendet werden, aber am besten eignet sich eine Maus mit zwei Tasten und einem Scrollrad. Die linke Taste dient dabei zur Auswahl, die rechte ruft Kontextmenüs auf und fungiert als Eingabetaste, und das Scrollrad wird zum Drehen und Zoomen verwendet.

Optionale 3D-Maus

Ein optionales Zubehör sowohl für PC- als auch für Mac-Benutzer ist der Space Navigator von 3DConnexion (siehe Abb. V–6), der eigens für die Verwendung zusammen mit Modellierungssoftware ausgelegt ist. Er funktioniert ähnlich wie ein Joystick, kombiniert die Zoom-, Pan- und Orbitwerkzeuge der Software und kann die Modelle auch kippen, gieren und neigen. Eingesetzt wird er als Ergänzung zu einer herkömmlichen Maus. Während Sie mit dem Navigator das Modell bewegen, können Sie dann mit der Maus die Links- und Rechtsklicks ausführen. Es ist auch möglich, dem Navigator Ihre am häufigsten verwendeten Werkzeuge einzuprogrammieren, sodass Sie bei einem Klick auf eine beliebige Stelle des Bildschirms darauf zugreifen können.



Abbildung V–6 Der Space Navigator ist eigens für die 3D-Modellierung konstruiert.

Fusion 360 herunterladen

Um ins Fusion-Abenteuer zu starten, benötigen Sie ein kostenloses Autodesk-Konto, das Sie auf http://accounts.autodesk.com/register anlegen können. Dieses Konto gilt für alle Autodesk-Websites. Laden Sie anschließend Fusion von http://autodesk.de/products/fusion-360/subscribe herunter. Für den persönlichen Gebrauch und für Kleinunternehmen ist die Software kostenlos. Alle anderen Benutzer müssen sie als Monats- oder Jahresabonnement erwerben. Sie haben die Wahl zwischen der Standardversion und Fusion 360 Ultimate, wobei Letzteres erweiterte Simulations- und Herstellungsmöglichkeiten bietet.

Um eine kostenlose Version zu beziehen, klicken Sie auf Kostenlose Testversion und folgen dann den Anweisungen unter Sie sind Student? bzw. Sie sind ein Start-Up-Unternehmer oder Freizeitnutzer?



Abbildung V–7 Herunterladen einer kostenlosen Version für Studenten und Freizeitnutzer

Definitionen

Die folgenden Begriffe werden in diesem Buch häufig erwähnt, weshalb sie hier gesammelt erklärt werden.

Abhängigkeiten Einschränkungen für Skizzen.

Baugruppe Eine Konstruktion aus mehreren Teilen, die mithilfe von beweglichen Verbindungen zusammengehalten werden.

CAD Computer-Aided Design (computerunterstütztes Konstruieren)

CAM Computer-Aided Manufacturing oder Computer-Aided Machining (computerunterstützte Fertigung bzw. mechanische Bearbeitung).

CNC Computer Numerial Control (computergestützte numerische Steuerung); die Automatisierung von Werkzeugen zur mechanischen Bearbeitung mithilfe von Computern.

DXF Drawing Exchange Format; ein von Autodesk entwickeltes universelles Dateiformat zur Speicherung von CAD-Modellen.

Element Ein Objekt, dessen Eigenschaften Sie festlegen. Auch Konstruktionsoperationen können Elemente sein. Beispielsweise sind sowohl Bohrungen, Abrundungen und Fasen als auch die Ergebnisse von Extrusions-, Dreh-, Spiegelungs- und Anordnungsoperationen Elemente.

Elementabhängigkeit Die Abhängigkeit eines Elements vom Vorhandensein eines anderen. Beispielsweise muss für eine Fase eine Kante vorhanden sein.

FDM Fused Deposition Modelling, auch Fused Filament Fabrication (FFF) oder Schmelzschichtung genannt. Ein additives Herstellungsverfahren, bei dem ein Extruder Plastikfilamente schmilzt und in der Form des digitalen Modells auf einer Grundplatte ablagert.

Filament Kunststofffaden; wird auf Spule gewickelt geliefert.

Fläche Eine flache Oberfläche, die von Kanten begrenzt ist.

Fräsen Ein Zerspanungsverfahren, das Material in einer Folge von mehreren Durchgängen von der Oberfläche eines Rohteils abträgt.

G-Code Die übliche Bezeichnung für eine weit verbreitete CNC-Programmiersprache.

Gelenk/Verbindung (Englisch »joint«; in der deutschen Oberfläche von Fusion uneinheitlich übersetzt.) Ein Punkt, an dem zwei Teile beweglich miteinander verbunden sind. In einer Baugruppe können Sie Animationen erstellen, die diese Bewegungen zeigen.

Geometrie Ein Oberbegriff für Skizzen, Punkte, Kanten, 3D-Formen und sonstige Konstruktionsobjekte. In einem CAD-Programm ist eine Geometrie technisch gesehen die mathematische Beschreibung einer Form.

Komponente Ein unsichtbarer Container, der Körper, andere Komponenten, Skizzen und sonstige Konstruktionselemente enthält; auch ein unabhängiger Teil einer Baugruppe.

Konstruktionsgeometrie Ebenen, Achsen und Punkte werden als Geometrien oder Konstruktionsobjekte bezeichnet.

Körper Eine einzelne dreidimensionale Form.

Massives Modell Eine durchgängig gefüllte Konstruktion (vergleichbar mit einem Stein).

Modell Eine digitale Konstruktion. Der Begriff bezeichnet gewöhnlich die gesamte Konstruktion, wohingegen mit den *Elementen* die einzelnen Bestandteile gemeint sind.

Modellierung Der Vorgang, eine digitale Konstruktion in einer 3D-Software zu erstellen.

NC Numerical Control (numerische Steuerung); eine Programmiersprache, deren Code eine computergesteuerte Fertigungsmaschine lesen kann.

Netzmodell Eine Konstruktion aus Polygonen, die innen hohl ist (vergleichbar mit einem Luftballon).

Orthografische Ansicht Eine zweidimensionale Ansicht eines dreidimensionalen Objekts, z. B. eine Draufsicht oder Seitenansicht.

Orthografische Zeichnungen Zweidimensionale Zeichnungen zur Beschreibung eines dreidimensionalen Objekts.

Parameter Ein Term, der Bedingungen festlegt. Um beispielsweise dafür zu sorgen, dass eine Bohrung stets den halben Durchmesser einer anderen Bohrung aufweist, verknüpfen Sie die beiden mit einer Parameterformel.

PLA Ein Kunststofffilament auf Maisbasis, das aufgrund seiner einfachen Handhabung für Einsteiger geeignet ist. Es gibt nur milde Dämpfe ab, verzieht sich nicht so sehr und ist hart, spröde und glänzend.

Polygon Eine geschlossene Fläche mit mindestens drei geraden Seiten. Zu den Polygonen gehören Dreiecke, Vierecke und *n*-Gone (mit mehr als vier Seiten).

Slicer Eine Software, die eine STL-Datei in eine für 3D-Drucker lesbare Sprache übersetzt. Sie zerlegt eine digitale Konstruktion in Querschnitte (»Slices«), die später die physischen Schichten des Drucks bilden. Zu den am häufigsten verwendeten Slicern gehören MakerBot Desktop, Simply3D und Cura.

STL Ein Dateiformat für den 3D-Druck. Es beschreibt eine Konstruktion mithilfe eines Netzmodells.

Teil Ein Körper oder eine Komponente. Sie können Teile selbst gestalten, aber auch Teile einsetzen, die von anderen konstruiert wurden.

Topologie Geometrische Eigenheiten der Oberfläche eines Netzmodells.

Unterbaugruppe Eine Komponente.

Wurzel Die Standardkomponente einer Konstruktion. Ihr Namen wird im obersten Feld des Browsers angezeigt.

Und nun geht es los mit Kapitel 1!

Weitere Quellen

3D Hubs Talk (*www.3dhubs.com/talk*): Hier erhalten Sie Antworten auf Fragen rund um den 3D-Druck.

YouTube-Kanal zu Autodesk Fusion 360 (*www.youtube.com/user/AutodeskFusi-on360*): Hier finden Sie viele Lehrvideos.

Fusion 360-Galerie (*gallery.autodesk.com/fusion360*): Hier können Sie sich Projekte anderer Benutzer ansehen.

Fusion 360-Foren (*forums.autodesk.com/t5/fusion-360/ct-p/1234*): Hier erhalten Sie Antworten auf Fragen zu Fusion 360.

YouTube-Kanal von Lydia Cline (*youtube.com/profdrafting*): Viele Lehrvideos über Fusion und andere Software.

Teil I Grundlagen von Fusion 360

Die Oberfläche von Fusion 360

In diesem Kapitel sehen wir uns die Benutzeroberfläche von Fusion an, lernen uns darin zu bewegen, erstellen einige Skizzen und Körper, speichern eine Datei und laden sie hoch und sehen uns an, wo Dateien gespeichert werden.

Wie Sie Fusion herunterladen, haben Sie im Vorwort erfahren. Auf dem Mac starten Sie es im Ordner *Programme*; auf einem PC klicken Sie auf das zugehörige Desktopsymbol. Daraufhin erscheint ein Fenster, in dem Sie aufgefordert werden, sich anzumelden (siehe Abb. 1–1). Wenn Sie noch kein Autodesk-Konto angelegt haben, holen Sie dies auf *accounts.autodesk.com* nach.

F	Anmelden
Autodask Fusion 200	E-Mail
	name@example.com
	WEITER
	NEU BEI AUTODESK? KONTO ERSTELLEN

Abbildung 1–1 Desktopsymbol und Anmeldebildschirm von Fusion

1.1 Die Oberfläche

Abb. 1–2 zeigt die Benutzeroberfläche. Sie besteht aus der Gruppe Daten, der gerasterten Arbeitsebene, der Browserpalette, den Symbolleisten, dem ViewCube und den Achslinien, die sich im sogenannten Ursprung schneiden. All diese Elemente wollen wir uns im Folgenden genauer ansehen.



Abbildung 1–2 Die Benutzeroberfläche von Fusion 360

1.1.1 Die Gruppe Daten

Durch einen Klick auf das Rastersymbol öffnen Sie die Gruppe Daten, in der Sie auf Ihre bestehenden Konstruktionen zugreifen, Dateien importieren, Mitarbeiter hinzufügen und sehen können, wer zurzeit eine Datei geöffnet hat. Wenn Sie auf das Vorschaubild einer Datei doppelklicken, wird die Datei geöffnet, und wenn Sie das Vorschaubild in den offenen Arbeitsbereich ziehen, werden die Komponenten der Datei in die offene Datei übernommen. (Bevor Sie irgendetwas in eine offene Datei ziehen können, müssen Sie diese jedoch erst speichern.) Durch einen Klick auf das Rastersymbol schließen Sie die Gruppe wieder.

1.1.2 Die Schnellzugriffsleiste

Diese Leiste enthält die Symbole *Datei, Speichern, Rückgängig* und *Wiederherstellen*. Durch einen Klick auf das Dateisymbol haben Sie Zugriff auf Fusion-Funktionen wie *Neue Konstruktion* und *Exportieren* (siehe Abb. 1–3).

1.1.3 Hilfe und Links

Durch einen Klick auf den Dropdownpfeil neben dem Fragezeichen erhalten Sie Zugriff auf Foren, Lernprogramme, eine Galerie benutzerdefinierter Dateien usw. (siehe Abb. 1–4). Der Pfeil neben Ihrem Namen führt zum Voreinstellungsfenster, in dem Sie die Benutzeroberfläche nach Ihren Bedürfnissen anpassen können (siehe Abb. 1–5). Wenn Sie beispielsweise QuickInfos ausblenden, die Zoomrichtung umkehren oder die Vorgabeausrichtung für das Modellieren ändern möchten, können Sie das hier tun. Da die Einstellungen in der Cloud gespeichert werden, bleiben sie auch dann erhalten, wenn Sie auf einem anderen Computer arbeiten.





Abbildung 1–3 Durch einen Klick auf das Dateisymbol erhalten Sie Zugriff auf Fusion-Funktionen.

Abbildung 1–4 Hier haben Sie Zugriff auf Hilfe in der Community sowie auf Lernprogramme.



Abbildung 1–5 Anpassen der Benutzeroberfläche im Menü Voreinstellungen

1.1.4 Der Werkzeugkasten

Diese Symbolleiste enthält die Modellierungswerkzeuge. Wenn Sie auf die Pfeile neben den einzelnen Menüeinträgen klicken, erhalten Sie Zugriff auf die Untermenüs. Sie können auch an einer beliebigen Stelle auf dem Bildschirm **S** eingeben, um ein Suchfeld aufzurufen. Geben Sie dort den Namen des Werkzeugs oder sein Tastaturkürzel ein, um es zu aktivieren. Im Abschnitt *Weitere Quellen* am Ende dieses Kapitels finden Sie den URL zu einem Verzeichnis der Fusion-Tastaturkürzel.

Wir wollen nun versuchen, eines dieser Werkzeuge zu benutzen. Klicken Sie auf den Pfeil neben dem Menü *Skizze* und wählen Sie dann *Rechteck* > *Rechteck mit zwei Punkten* (siehe Abb. 1–6). Wenn Sie den Mauszeiger über ein Werkzeug halten, das noch nicht im Werkzeugkasten vorhanden ist, erscheint eine senkrechte Linie aus drei Punkten. Bei einem Klick darauf erscheint ein Menü, in dem Sie das Werkzeug zum Werkzeugkasten hinzufügen können.



Abbildung 1–6 Rechteck mit zwei Punkten (links). Wenn sich ein Werkzeug nicht im Werkzeugkasten befindet, werden daneben drei Punkte angezeigt. Klicken Sie darauf, um ein Menü zu öffnen, in dem Sie das Werkzeug hinzufügen können (rechts).

Jetzt erscheinen drei Flächen – eine horizontale und zwei vertikale. Klicken Sie auf die horizontale und dann auf zwei Punkte des Rechtecks (siehe Abb. 1–7). Klicken Sie auf *Skizze beenden*, um den Vorgang abzuschließen (siehe Abb. 1–8).



Abbildung 1–7 Ein Rechteck zeichnen



Tipp

Je nachdem, ob Sie auf das Raster, eine Skizze, eine markierte Skizze oder einen markierten Körper rechtsklicken, erscheint ein anderes Kontextmenü. Abbildung 1–8 Klicken Sie auf Skizze beenden, um das Rechteck zu vollenden und zur 3D-Ansicht zurückzukehren.

Rechtsklicken Sie auf das Rechteck, um es zu markieren und ein Kontextmenü zu öffnen. Wählen Sie *Drücken/Ziehen* und ziehen Sie den Pfeil nach oben. Drücken Sie die Eingabetaste. Damit haben Sie eine massive Form erzeugt, einen sogenannten *Körper* (siehe Abb. 1–9).



Abbildung 1–9 Mit Drücken/Ziehen verwandeln Sie eine Skizze in einen Körper.

1.1.5 Der ViewCube

Der ViewCube zeigt die Ausrichtung des Modells auf der Arbeitsebene. Klicken Sie auf den Würfel und ziehen Sie, um ihn zu drehen; das Modell dreht sich dabei mit ihm. Wenn Sie auf die Seiten des Würfels klicken, sehen Sie