

# Autodesk **Fusion 360**

Praxiswissen für Konstruktion,  
3D-Druck und CNC

komplett  
in Farbe

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	11
<b>1 Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche</b> .....	15
1.1 Zielsetzung und Umfang der Software .....	15
1.2 Systemvoraussetzungen .....	15
1.3 Beschaffung und Installation .....	16
1.4 Fusion starten .....	17
1.5 Der Modellierungsmodus .....	17
1.6 Die Benutzeroberfläche .....	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 Konstruktionsverfahren .....	37
<b>2 Skizzen als Vorbereitung für 3D-Konstruktionen</b> .....	43
2.1 Typisches Beispiel für die Verwendung von Skizzen .....	43
2.1.1 Voreinstellungen für Skizzen .....	44
2.1.2 Skizze starten .....	45
2.2 2D-Zeichenfunktionen .....	46
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 Bearbeitungsfunktionen in Skizzen .....	55
2.3.1 Objektwahl-Methoden .....	55
2.3.2 Die Bearbeitungsfunktionen .....	59
2.3.3 Abhängigkeiten .....	66

2.4	Bemaßungen . . . . .	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	Beispiel: Skizze für Flaschenöffner . . . . .	75
3	<b>3D-Volumenkörper-Modellierung</b> . . . . .	83
3.1	Hilfsmittel: Ebenen, Achsen, Punkte . . . . .	84
3.2	Volumenkörpermodellierung 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	Volumenkörpermodellierung aus Grundkörpern . . . . .	119
3.3.1	Modellierung mit Quader und Zylinder . . . . .	120
3.3.2	Spirale . . . . .	123
3.3.3	Leitung . . . . .	125
4	<b>Flächenmodellierung</b> . . . . .	127
4.1	Parametrische Modellierung . . . . .	127
4.1.1	Fläche . . . . .	128
4.1.2	Extrusion . . . . .	128
4.1.3	Fläche mit Anschlussbedingungen . . . . .	129
4.1.4	Begrenzungsfüllung . . . . .	131
4.1.5	Flächen heften . . . . .	131
4.1.6	Flächen stutzen . . . . .	132
4.2	Freiformflächen . . . . .	133
4.2.1	Direktbearbeitungsmodus aktivieren . . . . .	133
4.2.2	Fläche erstellen . . . . .	134
4.2.3	Fläche bearbeiten . . . . .	134
4.2.4	Fläche teilen . . . . .	137
4.2.5	Flächen heften . . . . .	138
5	<b>Freiformmodellierung</b> . . . . .	141
5.1	Mit der Konstruktionsart »Form« starten . . . . .	141
5.2	Gruppe »Erstellen« . . . . .	142

5.3	Beispiel aus Quader . . . . .	143
5.4	Form bearbeiten . . . . .	144
5.5	Neue Kante als Knick . . . . .	144
5.6	Kanten und Flächen verschieben . . . . .	145
5.7	Formen voneinander abziehen . . . . .	146
5.7.1	Extrusionsformen hinzufügen . . . . .	146
5.7.2	Begrenzungsfüllung im Volumenkörpermodus . . . . .	147
5.8	Durchbrüche im Volumenkörpermodus . . . . .	148
5.9	Modellierbeispiel 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
<b>6</b>	<b>Netzmodellierung . . . . .</b>	<b>161</b>
6.1	Der Netz-Arbeitsbereich . . . . .	161
6.2	Netzdateien einlesen . . . . .	162
6.3	Netz überarbeiten . . . . .	163
6.4	Querschnitt analysieren . . . . .	164
6.5	Vom Netz zum Volumen . . . . .	165
6.6	Reverse Engineering . . . . .	166
<b>7</b>	<b>2D-Fertigungszeichnungen ableiten . . . . .</b>	<b>169</b>
7.1	Der Werkzeugkasten »Zeichnung« . . . . .	170
7.2	Ansichten 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	Bemaßung, 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	Ausgabe, Speichern, Plot . . . . .	190

<b>8</b>	<b>Simulation . . . . .</b>	193
8.1	Übersicht . . . . .	193
8.1.1	Die Aufgabenstellung. . . . .	194
8.1.2	Die Berechnung . . . . .	195
8.1.3	Die Simulationsergebnisse . . . . .	196
8.2	Festigkeitsberechnungen 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	Formoptimierung . . . . .	202
8.4	Modalanalyse . . . . .	204
8.5	Thermische Analyse . . . . .	208
<b>9</b>	<b>3D-Druck . . . . .</b>	215
9.1	Verfahren . . . . .	215
9.2	3D-Druckfunktion . . . . .	216
9.3	Arbeiten mit Meshmixer . . . . .	219
9.4	3D-Druck 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-Druck unter Fertigung – Additiv . . . . .	229
<b>10</b>	<b>Baugruppen zusammenfügen . . . . .</b>	239
10.1	Voreinstellung einer Baugruppe. . . . .	240
10.2	Modellierung der Einzelteile. . . . .	241
10.2.1	Skizze, Extrusion und Abrunden. . . . .	241
10.3	Der Zusammenbau . . . . .	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 Kontaktatz beschränken . . . . .	265
10.3.6	Beliebige Bewegungen mehrerer Gelenke . . . . .	266
10.3.7	Positionsdarstellungen. . . . .	267
10.4	Parameter ändern . . . . .	268
10.5	Beispiel: 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
<b>11</b>	<b>Baugruppen – Zeichnungen, Animation, Rendern . . . . .</b>	<b>289</b>
11.1	Voreinstellungen für Zeichnungen . . . . .	289
11.2	Zeichnungen von Baugruppen . . . . .	290
11.2.1	Ansichten . . . . .	291
11.2.2	Stücklisten . . . . .	296
11.3	Animationen . . . . .	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	Zeichnungen von Animationen ableiten . . . . .	305
11.5	Rendern . . . . .	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
<b>12</b>	<b>Blech-Bearbeitungen . . . . .</b>	<b>311</b>
12.1	Blechteil 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	Abwicklung und Zeichnungen . . . . .	321
12.3	Laserschneiden, Stanzen und Biegen eines Blechteils . . . . .	323
<b>13</b>	<b>CNC-Bearbeitung . . . . .</b>	<b>325</b>
13.1	Fräsbearbeitungen . . . . .	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	Drehbearbeitungen . . . . .	347
13.2.1	Setup fürs Drehen . . . . .	348
13.2.2	Die Drehbearbeitungen . . . . .	350
13.2.3	Postprocessing . . . . .	361
<b>14</b>	<b>Weitere CNC-Bearbeitungen</b> . . . . .	<b>363</b>
14.1	Taschen-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	Postprocessing . . . . .	376
14.1.6	G-Code-Datei für die Maschine . . . . .	378
14.2	Laserschneiden 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	Bearbeitung von Freiformflächen . . . . .	384
14.3.1	Beispiel mit Adaptive Clearing . . . . .	384
14.3.2	Weitere 3D-Bearbeitungen . . . . .	389
14.4	Bohrbearbeitungen . . . . .	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
<b>15</b>	<b>Elektronik</b> . . . . .	<b>399</b>
15.1	Schaltplan . . . . .	400
15.1.1	Bauteile einfügen . . . . .	400
15.2	Bauteil-Bibliotheken . . . . .	403
15.3	Leiterplattenlayout . . . . .	405
15.4	3D-Leiterplatte . . . . .	407
	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>409</b>

# 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 Beispielkonstruktionen 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](http://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](mailto: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](http://www.autodesk.de) eine Testversion für 30 Tage herunterladen. Diese dürfen Sie ab Installation 30 aufeinanderfolgende Tage (Kalendertage) zum Testen benutzen. Der 30-Tage-Zeitraum 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](http://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](https://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

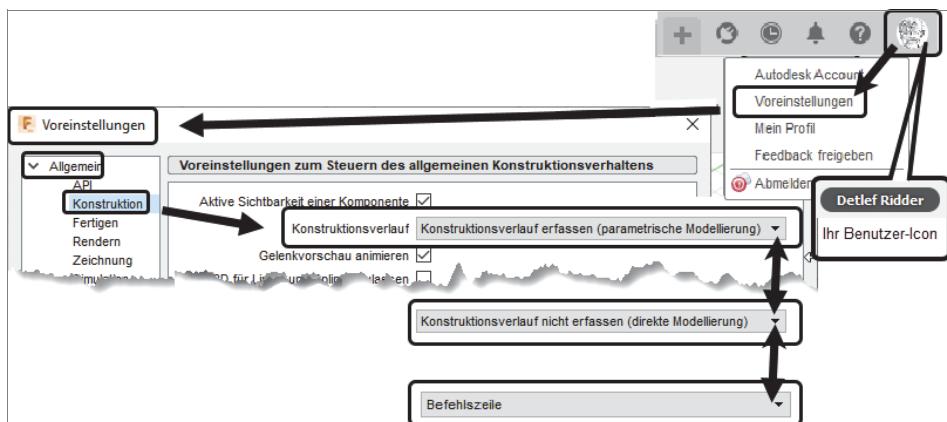
In Fusion gibt es zwei Modellierungsmodi:

- PARAMETRISCH
- DIREKT

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 verborgen und nicht komplett offenzulegen. Sie erhalten dann allerdings eine Warnung, dass ab jetzt die Zeitachse entfernt wird.

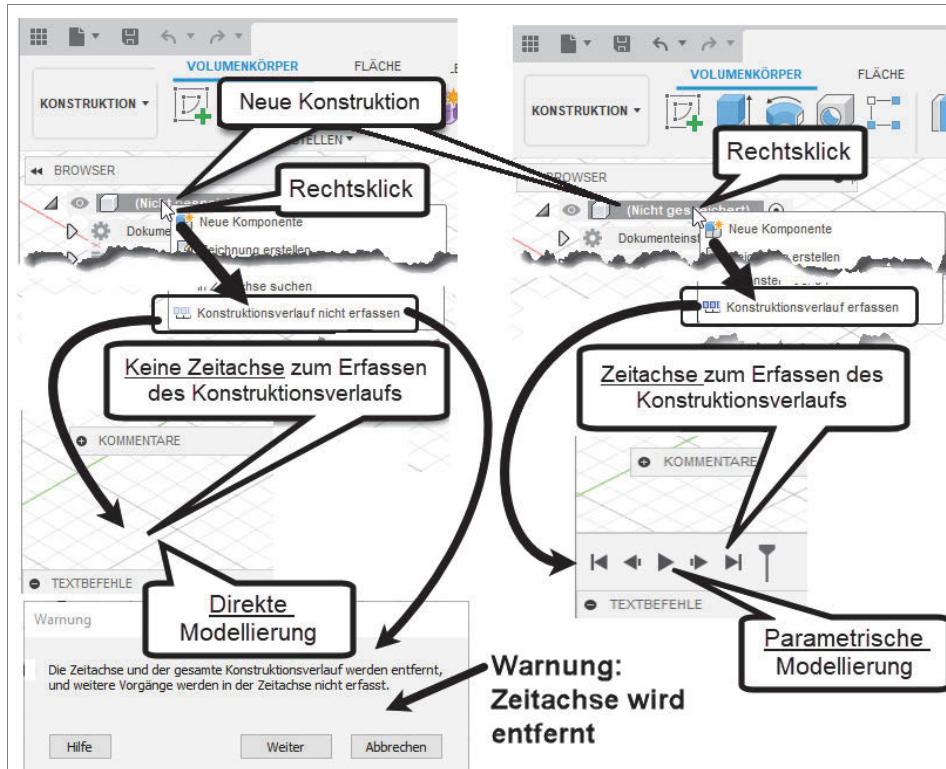


Abb. 1.4: Modellierungsmodus PARAMETRISCH oder DIREKT im Browser wählbar

## 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 KONTEXTMENÜS 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

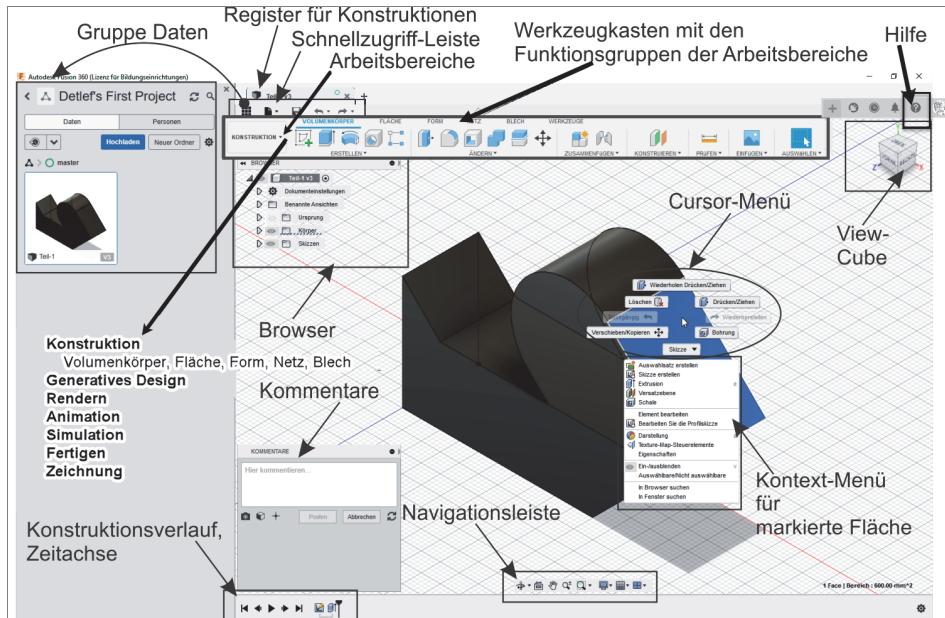


Abb. 1.5: Benutzeroberfläche von Fusion 360

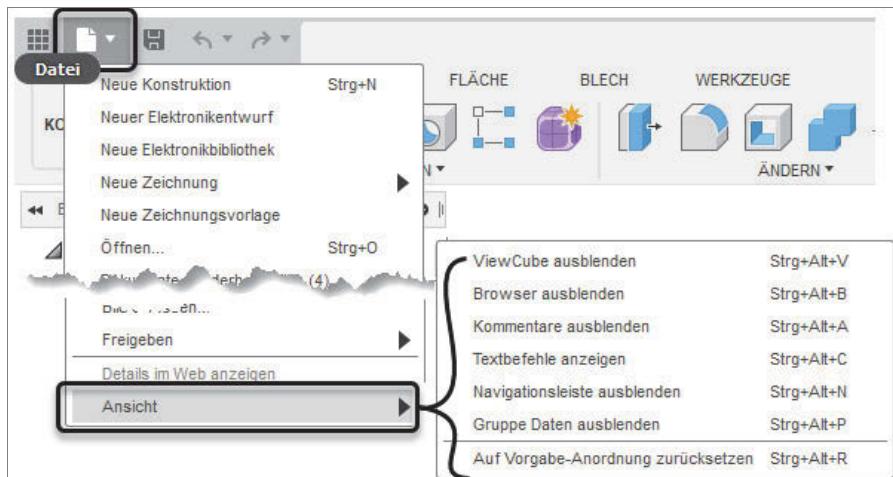


Abb. 1.6: Bedienelemente ein-/ausblenden

#### 1.6.1 Die Gruppe »Daten«

Die Gruppe DATEN 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.

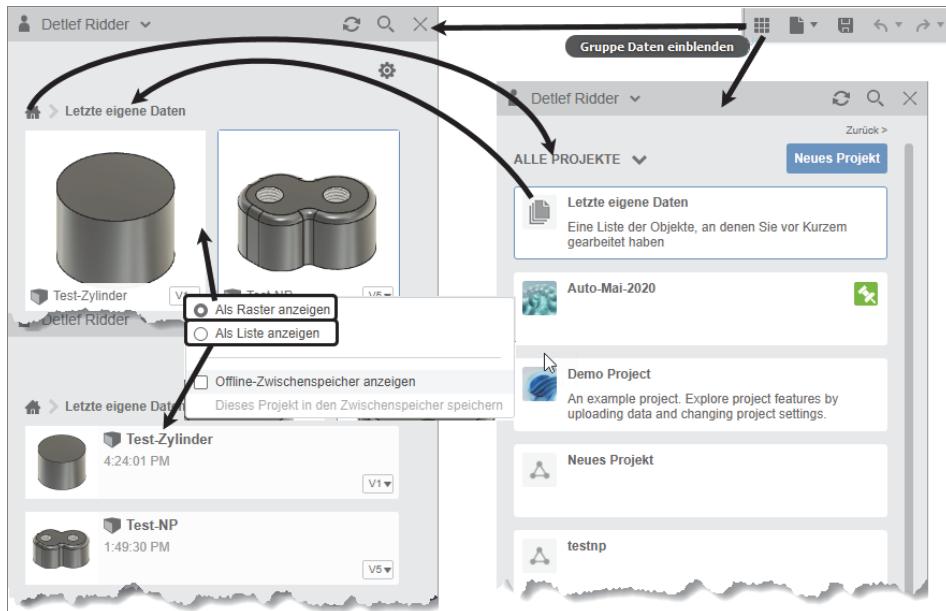


Abb. 1.7: Gruppe DATEN mit Projekten bzw. Ordnern und Konstruktionen

Neben dem normalen EINZELBENUTZER-KONTO können Sie auch ein TEAM-KONTO anlegen (Abbildung 1.8) ①–④ um dort Projekte auch zur Beteiligung anderer freizugeben.

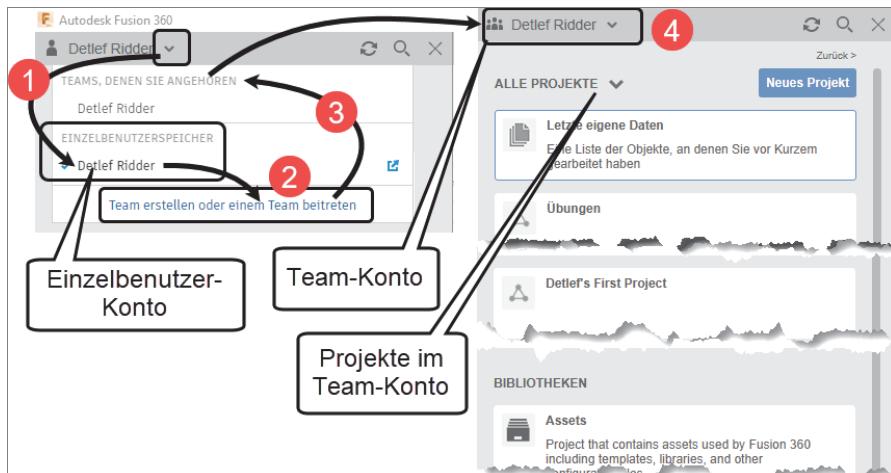


Abb. 1.8: EINZELBENUTZER- und TEAM-KONTO

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).

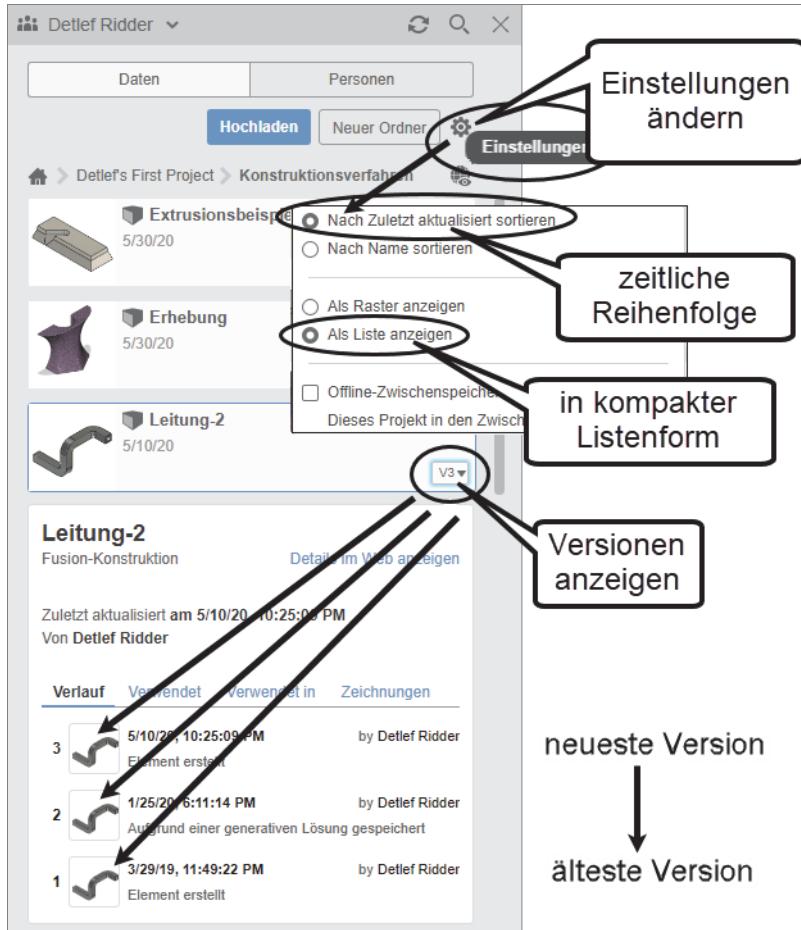


Abb. 1.9: Versionsverwaltung

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 für Zeichnungen.
- ÖFFNEN [Strg] + [O] – 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 [Strg] + [S] – 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).

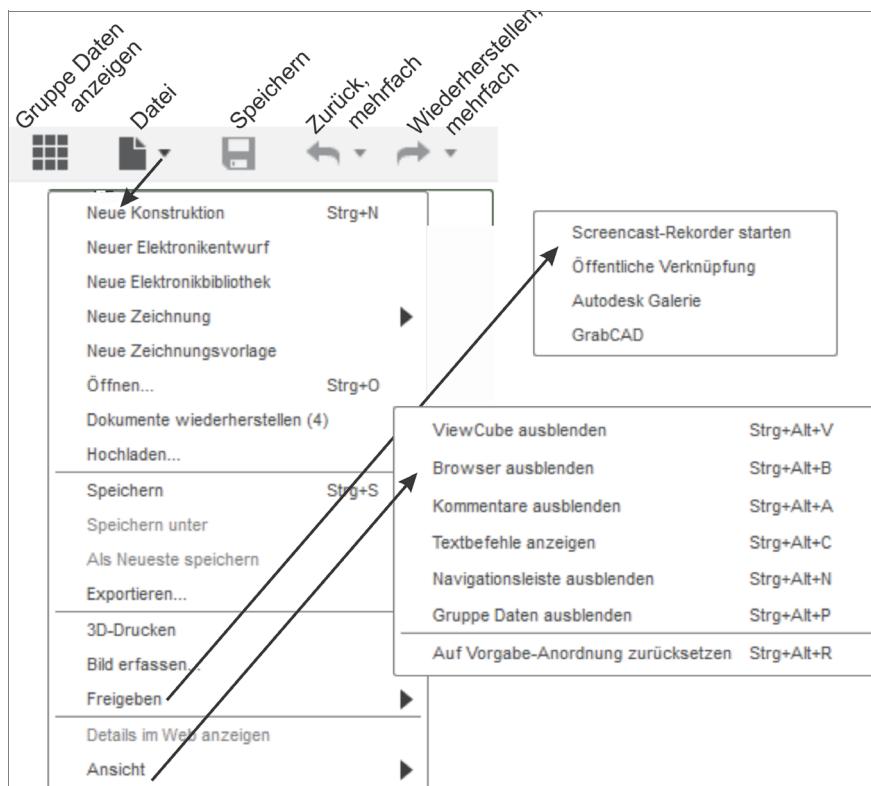
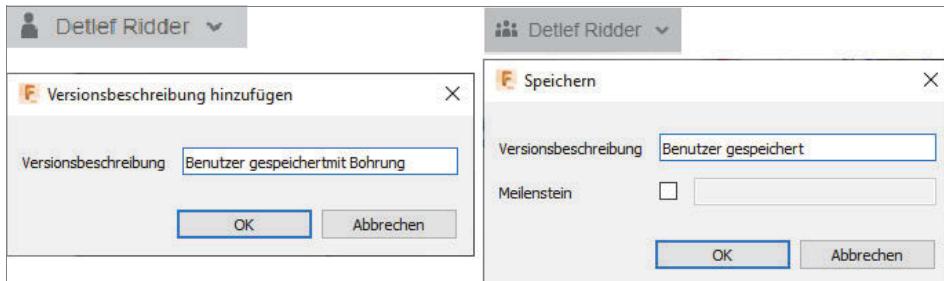


Abb. 1.10: DATEIVERWALTUNGSFUNKTIONEN

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



**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 – Fusion-3D-Format,
  - IGS – allgemeines Austauschformat (Initial Graphics Exchange Specification),
  - SAT – Austauschformat vieler CAD-Systeme, die auf dem ACIS-Geometrie-Kern basieren (Standard ACIS Text),
  - SMT – Austauschformat zu Fusion und Inventor (Shape Manager Text),
  - STP – allgemeines Austauschformat STEP.
- 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

- RENDER – 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.

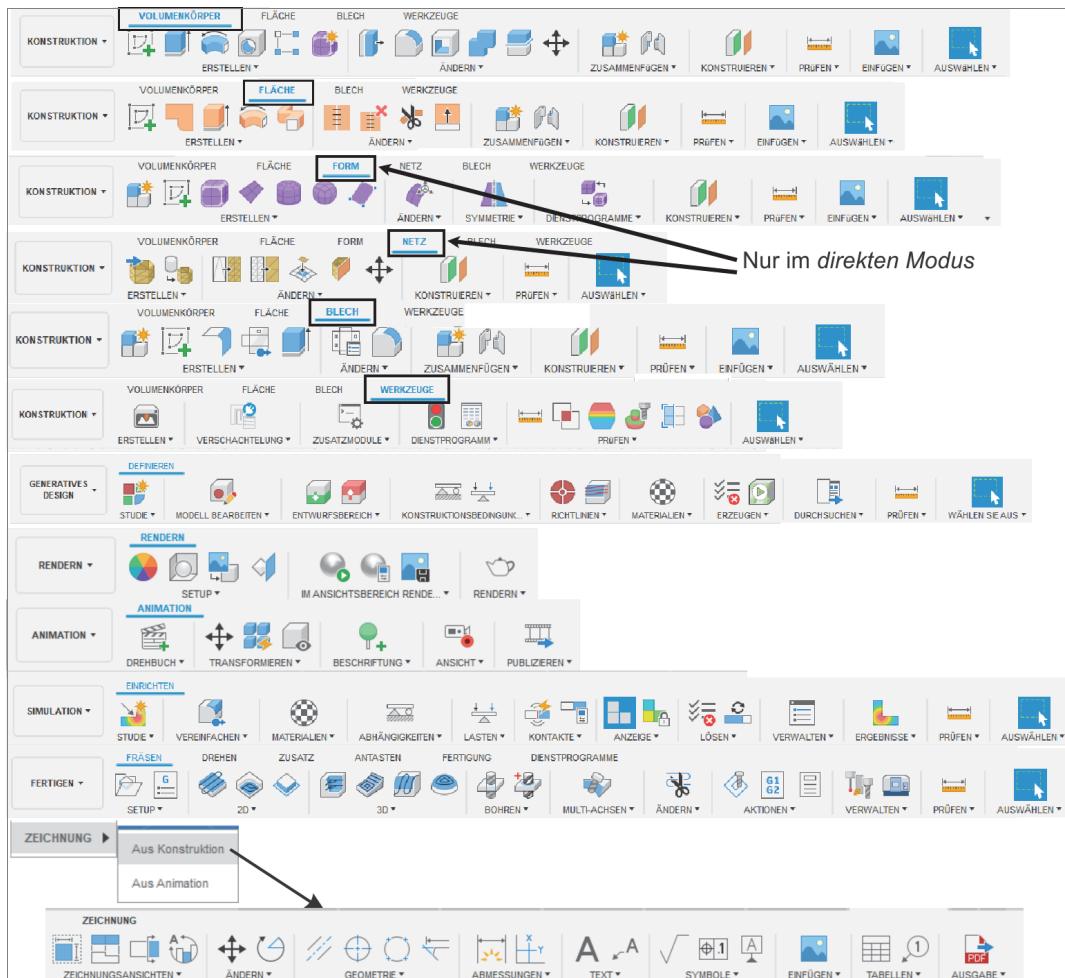


Abb. 1.12: Werkzeugkasten mit den verschiedenen Arbeitsbereichen und deren Funktionen

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 KONTEXTMENÜS 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 VERKNÜPFUNGEN FIXIEREN aktivieren. Danach erscheinen diese Funktionen dann im KONTEXTMENÜ, 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 ,  oder  bzw. bei Apple mit  oder  davor.

## Kapitel 1

### Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

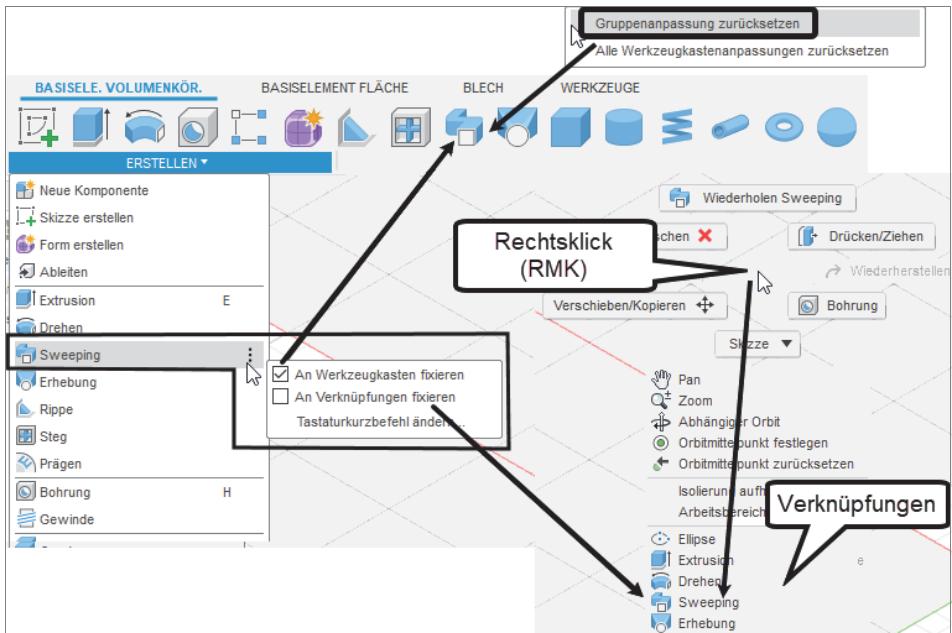


Abb. 1.13: Werkzeugkasten KONSTRUKTION, Register VOLUMENKÖRPER mit zusätzlichen fixierten Werkzeugen

## 1.6.5 Autodesk-Account, Voreinstellungen und Hilfe-Menü

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

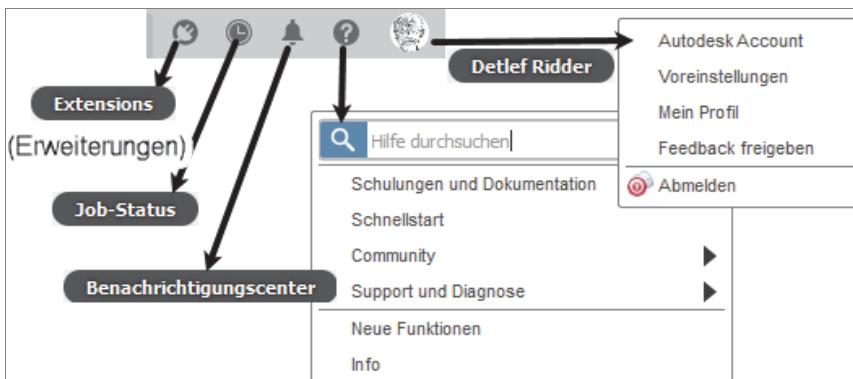


Abb. 1.14: Informationsbereiche

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

ment enthalten sind und zusätzlich über Cloud-Punkte bei Autodesk zu bezahlen sind. Probeweise können diese Erweiterungen kostenlos getestet werden. Funktionen, die als Extensions aktiviert werden müssen, sind im Icon dann immer durch ein blaues *Steckersymbol* gekennzeichnet. Dazu gehört beispielsweise die BOHRUNGSERKENNUNG  im Bereich FERTIGUNG.

Über das Uhrensymbol  können Sie den JOB-STATUS abfragen, nämlich ob Berechnungen für generatives Design oder Simulation in Arbeit oder abgeschlossen sind. Auch über Hochladevorgänge können Sie sich hier informieren. Des Weiteren können Sie hier vom *Online-Modus* in den *Offline-Modus* schalten und umgekehrt. Sobald Sie den *Offline-Modus* beenden, werden Ihre Offline-Konstruktionen automatisch hochgeladen.

Falls die Internet-Leitung nicht verfügbar ist, können Sie mit dem letzten Stand der Konstruktionen lokal arbeiten und der Job-Status wird wie in Abbildung 1.15 angezeigt.

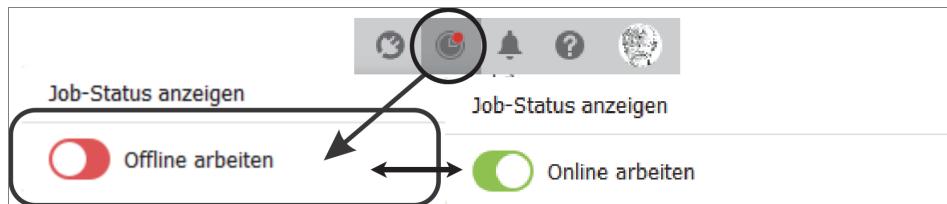


Abb. 1.15: Job-Status ohne Internet

Unter Ihrem *Benutzernamen* finden Sie den direkten Zugang zu Ihrem AUTODESK ACCOUNT. In der nächsten Funktion VOREINSTELLUNGEN finden sich ganz generelle Einstellungen, die Ihre gesamte Arbeit mit dem Programm betreffen (Abbildung 1.16).

Im Bereich ALLGEMEIN können Sie beispielsweise die *Spracheinstellung* ändern, die dann nach erneutem Programmstart wirksam wird. Interessant ist hier insbesondere das SPEICHERINTERVALL FÜR AUTOMATISCHE WIEDERHERSTELLUNG. Geometrisch interessant ist die VORGABEAUSRICHTUNG BEIM MODELLIEREN, die ich lieber auf **Z nach oben** ändere. Beim VORGABE-ORBITTYP bevorzuge ich den flexibleren **Freien Orbit**. ZOOMRICHTUNG UMDREHEN ist für diejenigen interessant, die eine andere Rollrichtung bei der Maus wie beispielsweise in Inventor gewöhnt sind.

Unter ALLGEMEIN|KONSTRUKTION können Sie für 3D-Konstruktionen die Eingabe *dreidimensionaler Koordinaten für Linien und Splines* aktivieren.

Unter EINHEITEN- UND WERTEANZEIGE können Sie auf *Dezimalkomma* umstellen.

## Kapitel 1

### Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

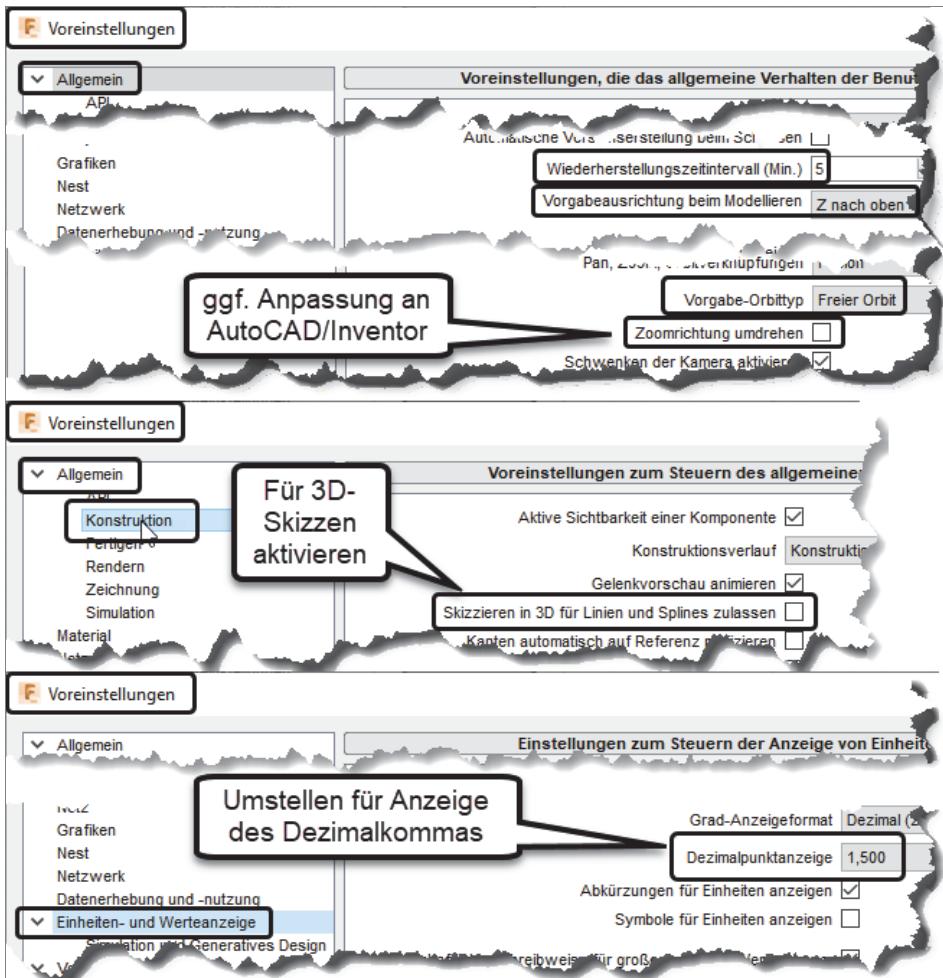


Abb. 1.16: Allgemeine Voreinstellungen

Unter PREVIEW FEATURES können Sie einige neue Funktionen aktivieren, die sich noch im Teststadium befinden (Abbildung 1.17).

Weitere Zusatzprogramme finden Sie in der INFORMATIONSLEISTE unter ERWEITERUNGEN . Dafür müssen Sie dann aber gleich bezahlen. Autodesk rechnet das in Cloud-Punkten ab, die Sie über Ihren Account beziehen können.

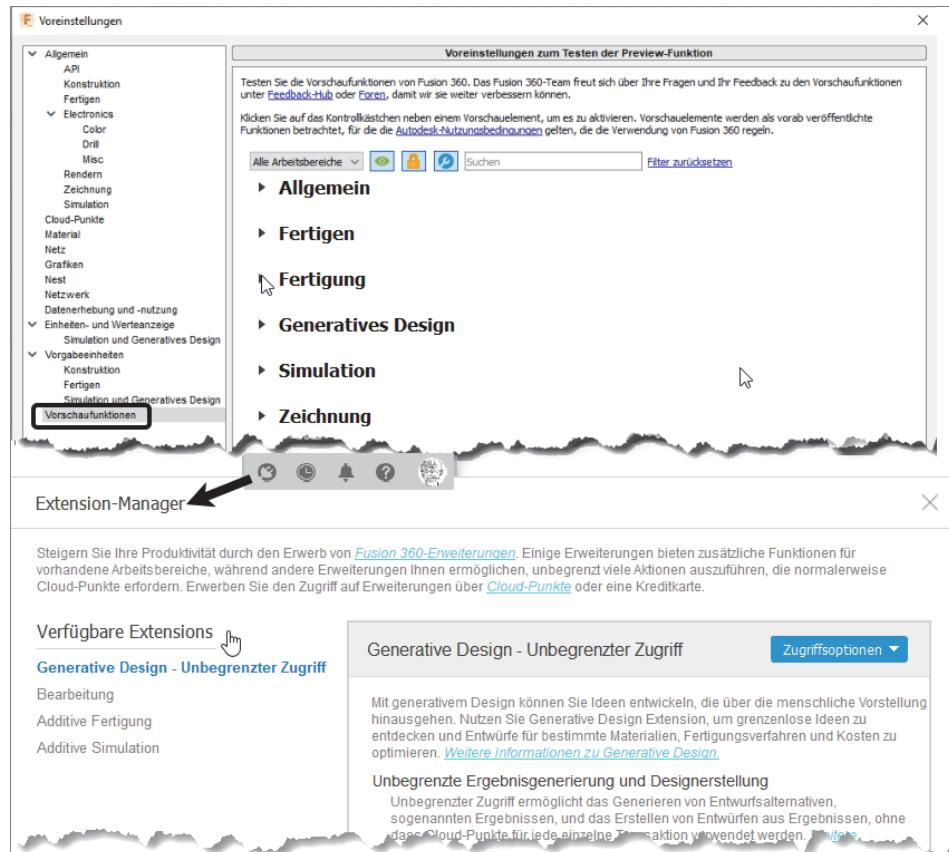


Abb. 1.17: Neue aktivierbare Funktionen im Teststadium

### 1.6.6 Der ViewCube

Der VIEWCUBE ist ein ideales Werkzeug zur Einstellung der Ansichtsrichtung. Sie brauchen nur auf eine der Seiten zu klicken, um die *Standard-Ansichten* zu erhalten. Mit einem Klick auf eine der Ecken erhalten Sie die *Iso-Ansichten*. Über die Optionen am VIEWCUBE können Sie zwischen *perspektivischer* und *orthogonaler Darstellung* wählen. Die Option PERSPEKTIVE MIT ORTHOGONALEN FLÄCHEN bedeutet, dass die Perspektive nur wirkt, wenn die gewählte Ansicht keine der orthogonalen ist.

Weitere Funktionen zum Schwenken der Ansicht finden sich unterhalb der Zeichenfläche.

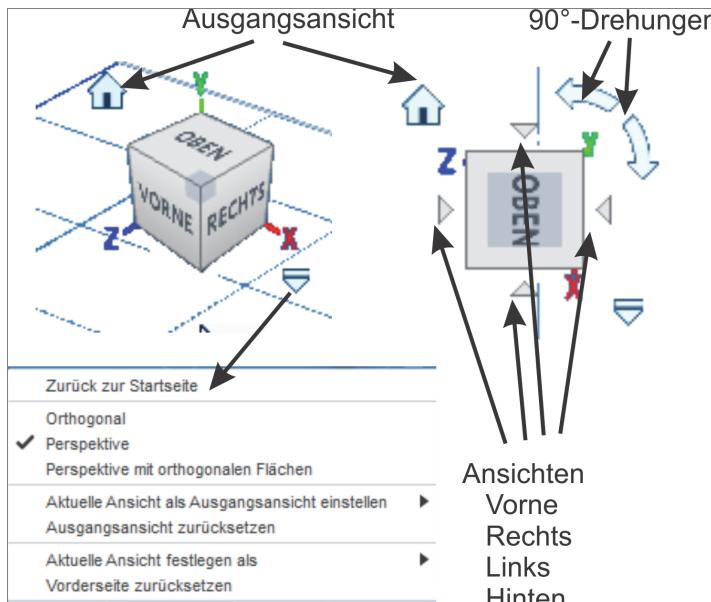


Abb. 1.18: VIEWCUBE mit Bedienelementen

### 1.6.7 Die Navigationsleiste

Wie es der Name schon sagt, enthält die NAVIGATIONSLEISTE hauptsächlich Werkzeuge zum Navigieren im Projekt, d.h. zum Einstellen der Ansicht.

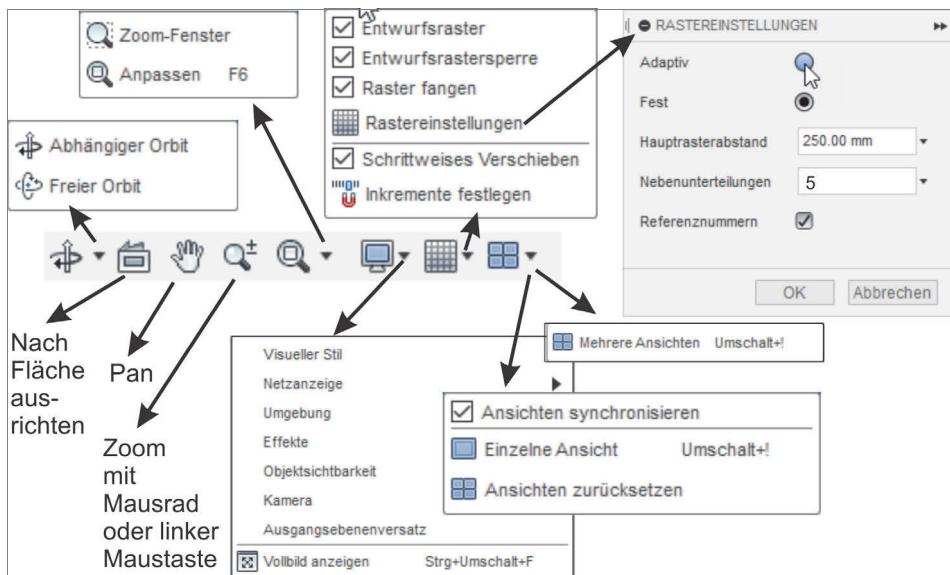


Abb. 1.19: Navigationsleiste mit Untermenüs

- ORBIT – dient zum Schwenken der Ansicht mit gedrückter Maustaste. Alternativ kann die Funktion auch mit der Kombination -Taste und gedrücktes Mausrad ausgeführt werden. Die Standard-Option ist der FREIE ORBIT. Im Drop-down-Menü darunter verbirgt sich der ABHÄNGIGE ORBIT. Er hebt sich auf dem Bildschirm durch eine sehr schwache Markierung mit einem großen Kreis und vier Achsenmarken nur wenig vom Hintergrund ab (Abbildung 1.20).

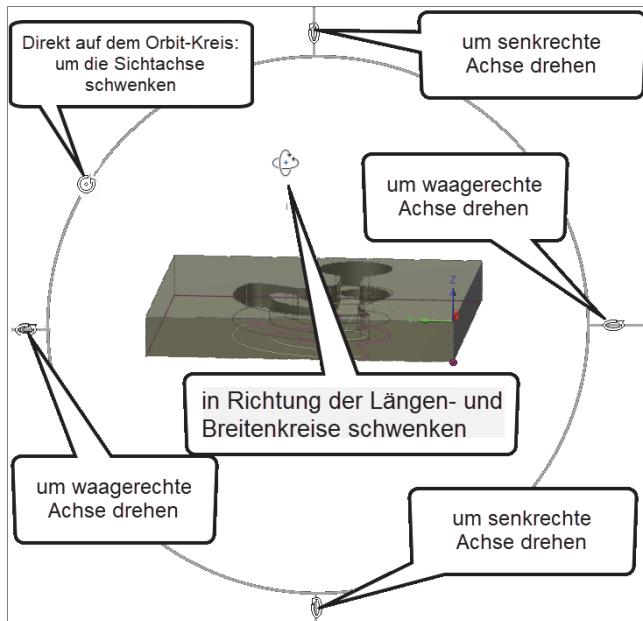


Abb. 1.20: Abhängiger Orbit mit Markierung und unterschiedlichen Cursor-Funktionen

Je nachdem, wo der Cursor steht, wird unterschiedlich geschwenkt. Mit diesem Modus kann man viel gezieltere Schwenks ausführen als mit dem FREIEN ORBIT.

- AUSRICHTEN NACH – Hiermit können Sie die aktuelle Ansicht nach einer gewählten Fläche in der Konstruktion ausrichten.
- PAN – Damit verschieben Sie den Ansichtsbereich mit gedrückter Maustaste. Alternativ bewegen Sie für die PAN-Aktion die Maus bei gedrücktem Mausrad.
- ZOOM – erlaubt das Vergrößern oder Verkleinern des Ansichtsbereichs, indem Sie mit gedrückter Maustaste nach oben oder unten fahren. Alternativ wird durch Rollen des Mausrades gezoomt.

**■ ANPASSEN**

- ZOOM-FENSTER – vergrößert einen als Fenster gewählten Bereich auf die gesamte Zeichenfläche.
- ANPASSEN – zoomt das gesamte Projekt auf das Zeichenfenster. Alternativ können Sie das auch mit einem Doppelklick aufs Mausrad erreichen.

**■ ANZEIGEEINSTELLUNGEN**

- VISUELLE STILE – Hier stehen verschiedene Darstellungen der Oberflächen zur Verfügung wie schattiert mit und ohne Kanten, Drahtmodell mit oder ohne verdeckte Kanten.
- NETZANZEIGE – steuert die Darstellung von Netzkörpern.
- UMGBUNG – erlaubt die Wahl zwischen verschiedenfarbigem Umgebungslicht.
- EFFEKTE – Hier können diverse Effekte aktiviert werden, die für eine realistische Darstellung nötig sind.
- OBJEKTSICHTBARKEIT – steuert die Sichtbarkeit diverser Projekthilfsmittel.
- KAMERA – Hier können Sie so wie oben beim VIEWCUBE (siehe Abschnitt 1.6.6, »Der ViewCube«) zwischen *perspektivischer* und *orthogonaler Darstellung* wählen und auch die Option PERSPEKTIVE MIT ORTHOGONALEN FLÄCHEN aktivieren.
- AUSGANGSEBENENVERSATZ – Hiermit können Sie die Ebene für die visuellen Effekte unabhängig von der Vorgabeebene wählen.
- VOLLBILD STRG+SHIFT+F – Der Vollbildmodus unterdrückt die Darstellung der Programmleiste.

**■ RASTER UND OBJEKTFÄNGE**

- Unter ENTWURFSRASTER kann hier die Rasterdarstellung für den Modellbereich aktiviert werden. Das ist aber nicht die Rasterdarstellung der Skizzerebene, die nämlich erst im Skizziermodus in der Skizzierpalette aktiviert wird.

Aber hier muss die Option RASTER FANGEN aktiviert sein, damit im Skizziermodus der Zeichen-Cursor auf den Positionen des Skizzenrasters einrastet.

- Unter RASTEREINSTELLUNGEN können Sie den HAUPTRASTERABSTAND für beide Raster einstellen sowie die Anzahl der NEBENUNTERTEILUNGEN. Mit der Option REFERENZNUMMERN können in der Skizze die Achsen automatisch beschriftet werden. Die Option ADAPTIV führt hier beim Heraus-Zoomen, also bei Vergrößerung des sichtbaren Bereichs, zu einer Vergrößerung des Rasters, was nicht so praktisch ist. Beim Hineinzoomen, also bei der Lupenvergrößerung, wird dagegen dann das Raster verfeinert, was sehr nützlich sein kann.

- Mit SCHRITTWEISES VERSCHIEBEN können Sie für das interaktive Verschieben und Drehen von Objekten die Schritte aktivieren, die im nächsten Menüpunkt INKREMENTE FESTLEGEN unter LINEARE INKREMENTE und ROTATIONSSCHRITTE definiert werden.
- ANSICHTSFENSTER – Hier können Sie die Bildschirmfläche mit MEHRERE ANSICHTEN in vier Ansichten aufteilen. Mit EINZELNE ANSICHT geht es wieder zurück. ANSICHTEN SYNCHRONISIEREN wird verwendet, um die Ansichten gegeneinander nach Änderungen wieder auszurichten.

### 1.6.8 Der Browser

Im BROWSER zeigt sich die Struktur des gesamten Projekts. Es gibt verschiedene Knoten, die oft noch Untergliederungen enthalten. Unter dem obersten Knoten finden sich die DOKUMENTEINSTELLUNGEN, die lediglich die Einstellung der ZEICHENEINHEITEN enthält, vorgabemäßig sind es **mm**.

Darunter liegen die BENANNTEN ANSICHTEN, unter denen Sie die Ansichten OBEN, VORNE, RECHTS und STARTSEITE durch Anklicken aktivieren können. Die STARTSEITE ist eine isometrische Ansicht.

Unter URSPRUNG finden Sie die *orthogonalen Ebenen*, die *x-, y- und z-Achsen* und den *Nullpunkt*. Sie können hier auch wieder sichtbar gemacht oder ausgeschaltet werden.

Darunter finden sich dann die dreidimensionalen Körper und die zweidimensionalen Skizzen des Projekts.

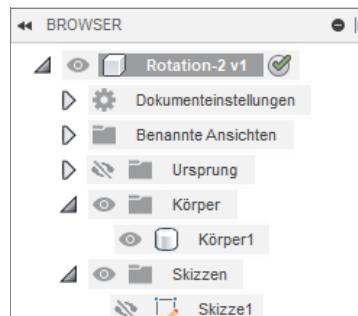
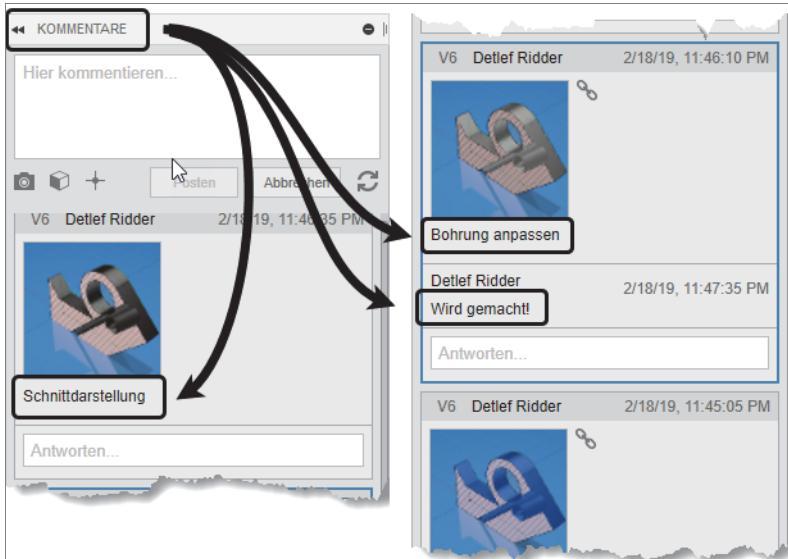


Abb. 1.21: Browser eines Beispielteils

### 1.6.9 Die Kommentare

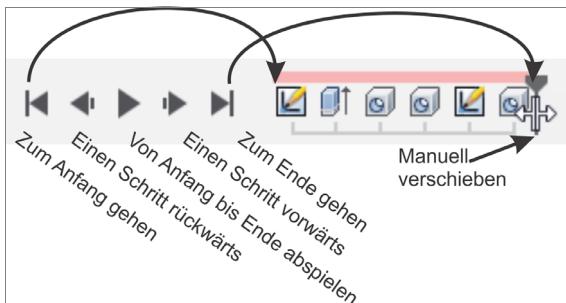
Im Bereich KOMMENTARE können Informationen zur Konstruktion für die Kommunikation mit Projektpartnern eingegeben werden.



**Abb. 1.22:** Kommentare mit drei Eintragungen

### 1.6.10 Die Zeitachse

Die ZEITACHSE gibt den zeitlichen Ablauf des Projekts wieder. Hier können Sie die Historie der Konstruktion virtuell durchlaufen, indem Sie entweder die Zeitmarke manuell verschieben oder mit den Pfeilsymbolen auf der linken Seite arbeiten. Hier können Sie auch auf die einzelnen Konstruktionselemente rechtsklicken, um sie nachträglich weiterzubearbeiten.



**Abb. 1.23:** Werkzeuge der ZEITACHSE

Die ZEITACHSE und damit die hier gezeigte Verwaltung des Konstruktionsablaufs kann mit KONSTRUKTION|ERSTELLEN|BASISELEMENT ERSTELLEN abgeschaltet werden. Damit ist dann auch die Erfassung von Konstruktionsparametern deaktiviert. Das ist für manche Konstruktionsschritte der Freiformmodellierung nötig.

### 1.6.11 Cursor-Menü und Kontextmenü

Immer wenn Sie Objekte mit einem Klick markieren und dann rechtsklicken, erscheinen das CURSOR-MENÜ und das KONTXTMENÜ wie in Abbildung 1.24 gezeigt. Dort finden Sie nützliche Funktionen, die im Zusammenhang mit dem markierten Objekt angewendet werden können.

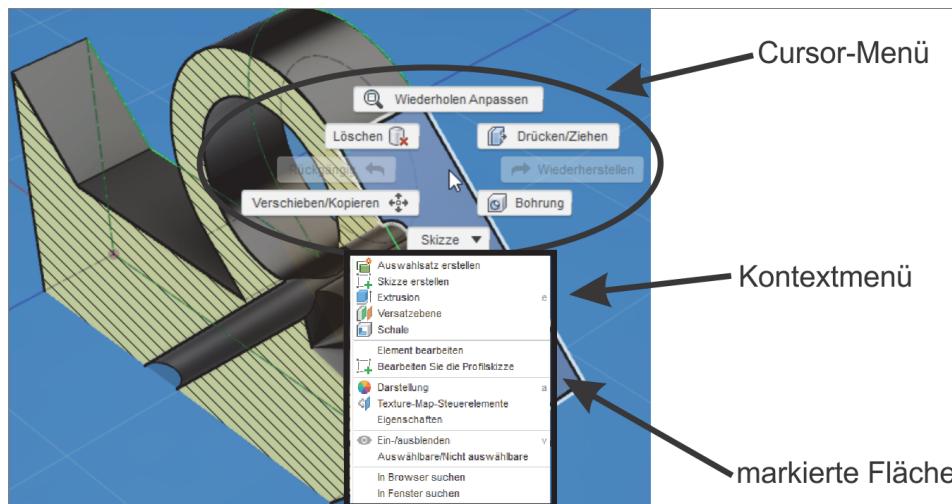


Abb. 1.24: Cursor- und Kontextmenü bei einer markierten Fläche

## 1.7 Konstruktionsverfahren

FUSION 360 kennt verschiedene Konstruktionsweisen für die Erstellung der dreidimensionalen Objekte:

- Bei der *Volumenkörpermodellierung* aus zwei- und/oder dreidimensionalen Skizzzen entstehen die Körper durch Bewegung dieser Profile.

## Kapitel 1

### Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

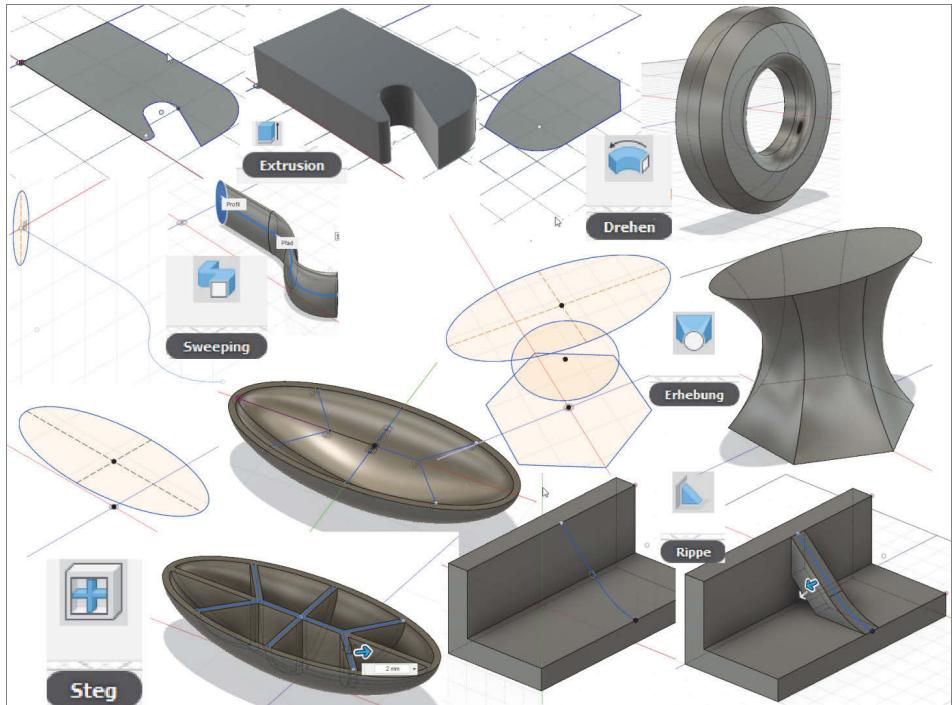


Abb. 1.25: Skizzenbasierte Konstruktionsverfahren

- Bei der *Volumenkörpermodellierung aus Grundkörpern* werden Objekte durch Kombination dieser einfachen Körper erstellt.

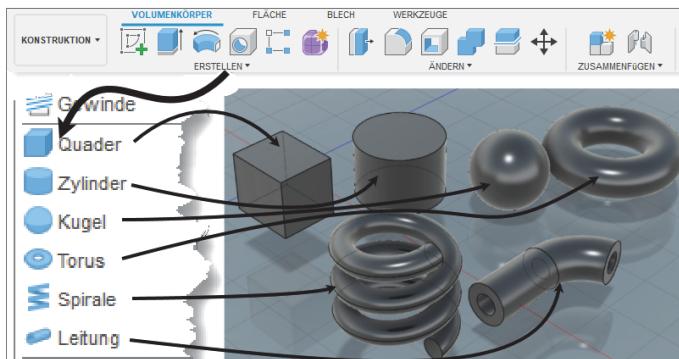


Abb. 1.26: Grundkörper für die Volumenkörpermodellierung

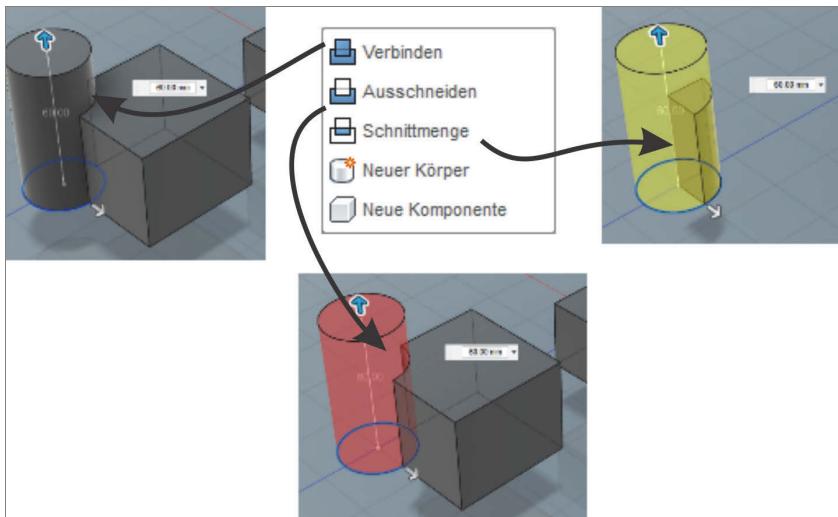


Abb. 1.27: Boolesche Operationen zum Verknüpfen der Volumenkörper

- Auch die Konstruktionen im Register FLÄCHE können ähnlich aus Grundformen oder bewegten Profilen erzeugt werden.

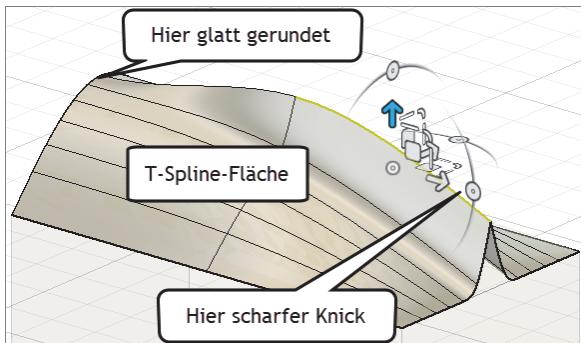


Abb. 1.28: T-Spline-Fläche mit Übergang zwischen scharfer Kante und glattem Verlauf

- Die *Flächenmodellierung* erstellt ähnlich wie die vorangegangene parametrische Volumenmodellierung Flächen und kann sie verbinden und auch frei modellieren. Beim Freimodellieren werden dann allerdings Parametrik und Zeitachse abgeschaltet.

Bei den Volumenkörper- und Flächenmodellierungen können Sie *mit* aktiverter Parametrik und Zeitleiste arbeiten oder auch *ohne*. Im letzteren Fall werden dann keine Parameter und Konstruktionsverläufe für spätere Variationen gespeichert. Dafür können dann aber diese Volumenkörper und Flächen mit den Techniken der Freiformmodellierung bearbeitet werden.

## Kapitel 1

### Allgemeine Informationen und Benutzeroberfläche

- BLECH – Bei dieser Modellierungsart geht es um spezielle Konstruktionen für Blech-Biegeteile. Sie ist nur bei parametrischer Modellierung mit aktiver Zeitleiste möglich.

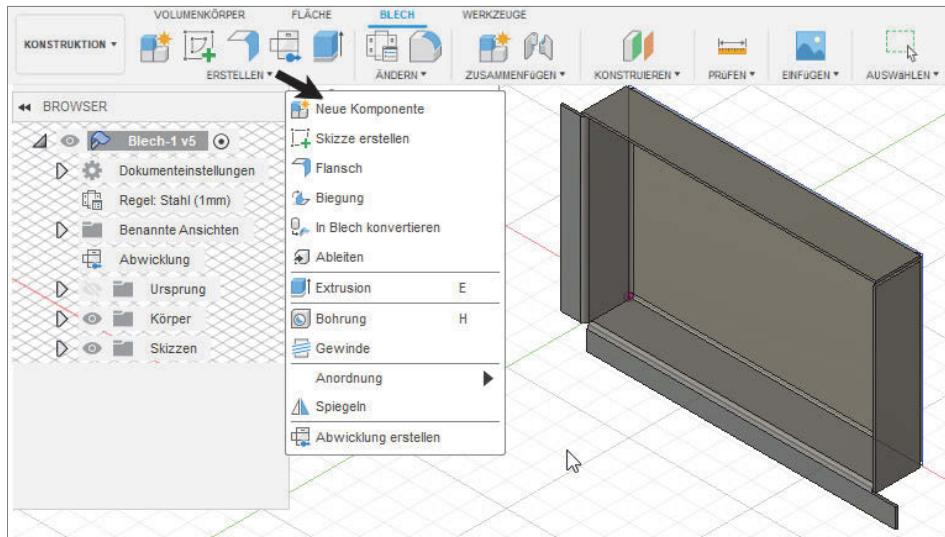


Abb. 1.29: Einfaches Blechteil im gefalteten Zustand

Die nächsten beiden Modellierungsarten sind nur im direkten Modellierungsmodus ohne Parametrik und Zeitleiste möglich:

- Die *Freiformmodellierung* ermöglicht eine sehr freie Gestaltung von Volumenkörpern aus *Basisformen*, die praktisch ähnlich wie *Knete* modelliert werden können.

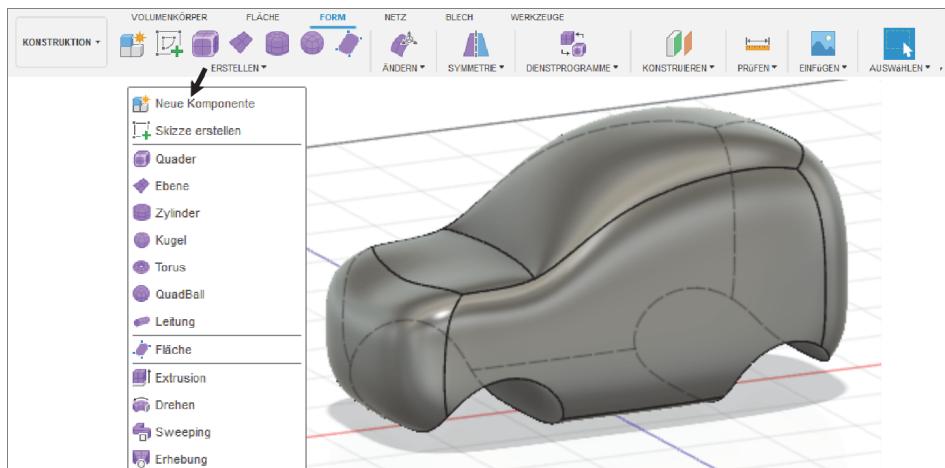


Abb. 1.30: Freiformmodellierung

- Die *Netzmodellierung* importiert Netzkonstrukte aus STL- oder OBJ-Dateien oder wandelt Volumenkörper in Netze um und erlaubt spezielle Modellierfunktionen für facettierte Netze.

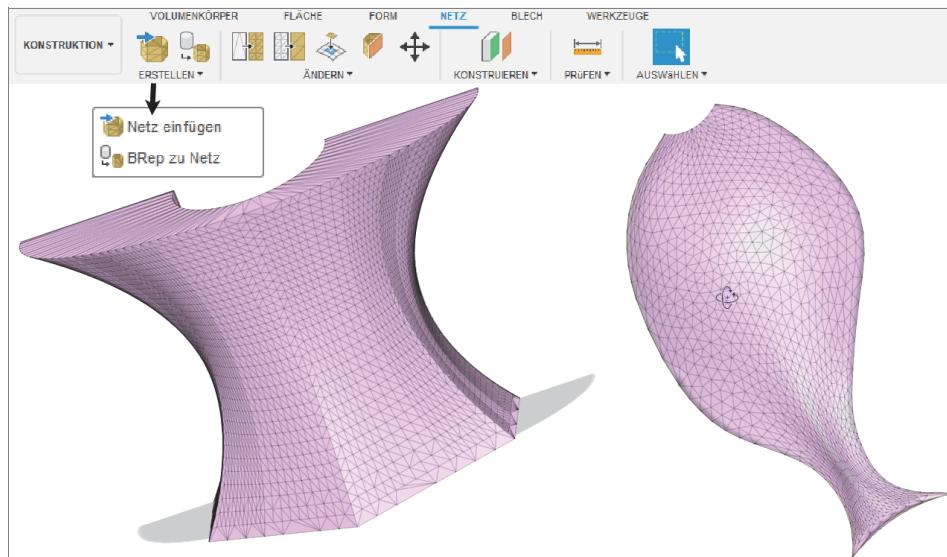


Abb. 1.31: Netz aus Volumenkörper und aus STL-Datei importiertes Netz

# Stichwortverzeichnis

2½-D-Bearbeitung 330  
2D-Adaptive Clearing 330, 337  
2D-Kontur 330  
3D-Druck 215  
3D-Geometrie einbeziehen 65  
3D-Skizze 47

## A

Abhängigkeit 66  
anzeigen 47  
Abhängigkeiten  
für Simulation 195  
Abmessung 171  
Abrunden 60  
Abstechen 358  
Abwicklung 321, 380  
als DXF exportieren 323  
erstellen 313  
Abwicklungsansicht 321  
Abziehbild 307  
Achse  
durch Kante 89  
lotrecht 88  
zwei Ebenen 89  
zwei Punkte 89  
Zylinder/Kegel/Torus 88  
Achsenbeschriftung 44  
ACIS 24  
Adaptive Clearing 368, 384  
Additives Herstellungsverfahren 215  
Analyse 365  
thermische 208  
Anfahr-Wegfahrbedingungen 371  
Anfahr-Wegfahrbewegung 336  
Animation 26, 299  
Animationsfilm 304  
Animationspfad  
erstellen 301  
Anordnung  
Rechteckige 64  
Runde 63  
Anpassungspunkt-Spline 53

Ansicht  
benannte 35  
drehen 177  
Erstansicht 173  
orthogonale 293  
Projektionsansicht 175, 293  
Zeichnungen 170  
Ansichten 291  
Ansichtsfenster  
mehrere 35  
Arbeitsbereich 25  
Arbeitsblatt 346  
Arbeitsplan 347, 362  
Aufkleber 307  
Ausgabe 190  
Ausgerichtete Bemaßung 171, 181  
Ausklunkung 319  
Ausrichten  
an Skizzierebene 47  
Ansicht nach Fläche 33  
Ausschneiden 122  
Austragungen 312  
Auswahl  
invertieren 58  
nach Größe 58  
Auswählen 56  
AuswahlfILTER 59  
Auswahlpriorität 59  
Auswahlwerkzeuge 57  
Autodesk-HSM 361  
AutoRouter 406

**B**  
Basisbauteil 18  
Basislinienbemaßung 171, 181, 182  
Baugruppe 239  
Voreinstellung 240  
Zeichnung 290  
Bauteil  
einfügen 259  
externes 259  
Bearbeitungsfunktionen 59  
Bearbeitungsrichtung 335

- Befehle  
 Bemaßung 171  
 Begrenzungsfüllung 131  
 Beleuchtung 306  
 Bemaßung 171, 178  
     allgemeine 179  
     anzeigen 47  
     Voreinstellungen 178  
     Zeichnungen 178  
 Bemaßungsbefehle 171  
 Bemaßungsbruch 171, 182  
 Bemaßungsfunktion 178  
 Benutzeroberfläche 17  
 Berechnen  
     Lösen 201  
 Beschriftung  
     Achsen 44  
 Beschriftungseinstellungen 290  
 Bewegung  
     beschränken 265  
 Bewegungsstudie 266  
 Bewegungsverknüpfung 258  
 Bezugssymbol 172, 189  
 Bibliothek 261  
     Hintergrund- 306  
     Material- 305  
 Bibliotheksteil 264  
     einfügen 262  
 Biegen 323  
 Biegung 319  
 Biegungsinformationen 322  
 Biegungskennung 173, 322  
 Biegungslinie 323  
 Biegungsverhalten 311  
 Bild  
     einfügen 172  
     erfassen 24  
 Blech 25, 27  
 Blechabwicklung 380  
 Blechkonstruktion  
     biegen 321  
 Blechregel 311, 313  
 Blechstärke 311  
 Blechteil  
     konstruieren 311  
     Laserschneiden 323, 380  
 Bogen 51  
 Bohrbearbeitung 393  
 Bohren 393  
     Zentrier- 394  
 Bohrung 321  
 Bottom-Up-Verfahren 241  
 Browser 35
- C**  
 Cloud-Punkte 29, 193, 201, 204  
 CNC 325  
 CNC-Maschine 325  
 Computerized Numerical Controled 325  
 CSV 191  
 Cursor-Menü 37
- D**  
 Daten 21  
 Daten (Gruppe) 20  
 Deckel  
     mit Gewindebohrungen 393  
 Deformationsskala 196  
 Dehnen 61  
 Detailansicht 170, 176, 295  
 Dicke  
     Blech 314  
 DIN 66025 379  
 Direktbearbeitungsmodus  
     ohne Zeitachse 133  
 Direkte Modellierung 27  
 Dokumenteneinstellungen 290  
 Drehbearbeitung 347, 348, 350  
 Drehbuch 299  
 Drehen 348  
     Ansicht 177  
 Dreh-Simulation 353  
 Dreitafeldarstellung 291  
 Drucken 191  
 Durchgangsbohrung 395  
 Durchgangserweiterung 335  
 Durchmesserbemaßung 171, 181  
 DWG 190  
 DXF 190  
 DXF-Format 323
- E**  
 Ebene 84  
     an Winkel 85  
     durch drei Punkte 87  
     durch zwei Kanten 86  
     entlang Pfad 88  
     tangential 88  
 Effekte  
     für Darstellung 34  
 Einheiten 44  
 Einrichteblatt 362  
 Einschließen 64  
 Einstellblatt 346  
 Elektronik-Bauteil 399  
 Elektronik-Modul 399

Ellipse 52  
 Entwurfsraster 34, 120  
 Ereignissimulation 195  
 Erhebung 105  
 Erstansicht 170, 173, 291, 292  
 Erweiterung  
     des Programms 28  
 Explosionsdarstellung 299, 303  
     manuelle 303  
 Exportieren 24  
 Extension-Manager 28  
 Extrusion 92, 319, 364

**F**

F3D 24  
 Fang 48  
 Farbauswahl 57  
 Fase 121, 396  
 FDM 215  
 FEM 193  
 Fensterwahl 56  
 Fertigen 325  
 Fertigenmodus 380  
 Fertigungszeichnung 169  
 Filament-Extruder-Drucker 221  
 Finite Elemente Methode 193  
 Fixieren 68  
 Fläche 25  
     Freiformflächen 133  
     heften 131  
     stützen 132  
     T-Spline-Fläche 135  
 Flächenmodellierung 39, 83, 127  
 Flansch 311  
 Flansch-Konstruktion 314  
 Form  
     freie 27  
 Form- und Lagetoleranzen 189  
 Formoptimierung 195, 202  
 Formoptimierungsberechnung 202  
 Fräsbearbeitung 327, 330, 363, 368  
 Fräsen  
     Vorbereitungen 327  
 Frästrategie 370  
 Freie Form 27  
 Freiformauswahl 56  
 Freiformfläche 133, 384  
 Freiformmodellierung 37, 40, 83, 141  
 Freigeben 24  
 Frequenzen  
     modale 194  
 FRG-Ansicht  
     Freiheitsgrade 195

Führungslinie 188  
 Fused Deposition Modeling 215

**G**

G0 130  
 G1 130  
 G2 130  
 G54 368  
 G-Code 378  
 Gcode-Datei 227  
 G-Code-Programm 379  
 Gelenk  
     erstellen 254  
 Gelenkanimation 257  
 Gelenkbeziehungen 253  
 Gelenkursprung 254, 260  
 Gelenkverbindungen 255  
 Geschlossenes Netz  
     erstellen 164  
 Gewinde 397  
 Gewindebohrung 245, 393  
 Gewindedarstellung 292  
 Gewindekante 175, 292  
 Gleich 68  
 Gleichlauf 338  
 Gruppe  
     Daten 21  
     Lösen 196  
     Symbole 189

**H**

Heidenhain-Code 344  
 Herstellungsverfahren  
     additives 215  
 Hilfsgeometrie 84  
 Hilfslinie  
     im Konstruktionsmodus 47  
 Hintergrund  
     Umgebung 309  
 Hintergrundbibliothek 306  
 Höhenbezugspunkt 316  
 Hohlkehle 368  
 Horizontal 67  
     NC-Bearbeitung 369  
 HSC-Kontur 368

**I**

IGS 24  
 Informationsbereich 28  
 Inkreis 52  
 Installation 16

## J

Job-Status 29

## K

Kamera 34

Kante

Tangentiale 174

Überlagernde 174

Kantensichtbarkeit 174, 291, 295

Kantenverlängerung 171, 183

Kernlochbohrungen 395

Kettenbemaßung 171, 182

K-Faktor 314

Knickung

strukturelle 194

Koinzident 67

Kollinear 68

Kommentar 35

Komponente

drehen 251

transformieren 301

verschieben 251

Konische Kurve 54

Konstruktionsverlauf

protokollieren 240

Kontakt 195

Kontaktsatz 265, 266

Kontextmenü 37

Kontrollpunkt-Spline 53

Kontur

NC-Bearbeitung 368

Konturlasche 320

Konzentrisch 68

Koordinaten

Eingabe 44

Koordinatenbemaßung 171, 180

Koplanar 86

Kreis 50

Krümmung

Abhängigkeit 69

Kühlmittel 332

Kurve

konische 54

## L

Längsschruppen 354

Laserschneiden

Blechteil 323, 380

Laserschneidmaschinen 323

Lasten

für Simulation 195

Leiterplatte 399, 405

Leitkurven-Morph 369

Lineare Bemaßung 171, 181

Linie-Befehl 49

Lofting 105

Lösen 61, 196

Lotrecht 68

## M

Mac-Rechner 15

Maschinenfunktionen 379

Maßstab 291

Maßtext

ergänzen 183

Materialbibliothek 305

Fusion 360 327

Materialeinfahrt 368

Materialien 305

McMaster-Carr 262

Meilenstein 23

Messerkopf 331

Mittelfläche 86

Mittellinie 171, 185

Mittelpunkt

Abhängigkeit 68

Mittelpunktmarkierung 171, 186

Muster 171, 186

Modalanalyse 204

Modale Frequenzen 194

Modell 25

Modellierung 83

direkte 27

parametrische 18

Modellierungsmodus 18

Morph-Spirale 369

## N

Navigationsleiste 25, 32

NC-Bearbeitung 363

horizontal 369

Kontur 368

parallel 368

projizieren 369

radial 369

simulieren 372

Spirale 369

NC-Datei 342

Drehen 362

NC-Maschine 325

Netz 27

geschlossenes Netz erstellen 164

Netzanzeige 34  
 Netzmodellierung 41, 84  
 Netz-Umgebung  
     Objektwahlmethode 163  
 Nichtlineare statische Spannung 194  
 Nullpunkt  
     Elektronik 401  
 Nut 52

**O**

Oberfläche 307  
 Oberflächensymbole 172, 189  
 Oberflächen-Textur 307  
 Objektfang 48, 300  
 Objektsichtbarkeit 34  
 Objektwahl 55  
     Methoden 55  
 Objektwahlfilter 269  
 Operationstyp 328  
 Orbit  
     abhängiger 33  
     Freier 33  
 Orbittyp 29  
 Orthogonale Ansicht 293  
 Overengineering 201

**P**

Parallel 68  
     NC-Bearbeitung 368  
 Parameter  
     ändern 268  
 Parametertabelle 18  
 Parametrische Modellierung 18  
 PDF 190  
 Perspektive 31  
 Plan-Drehen 350  
 Planen 330, 331  
 Plangröße 289  
 Plotterausgabe 191  
 Polygon 52  
 Positionsdarstellung 267, 268  
 Positionsnummern 172, 297  
     ausrichten 173  
 Postprocessing  
     Drehen 361  
 Postprozess 381, 383  
 Postprozessor 342, 361, 383  
     Download 376  
     Konfiguration 343  
     suchen 361  
 Print Studio 219

Profil-Lasche 311  
 Programm-Start  
     Heidenhain 344  
 Projektionsansicht 170, 175, 177, 293  
 Projizieren 64  
     Auf Fläche 65  
     Kanten 245  
     NC-Bearbeitung 369  
 Projizierte Geometrie  
     anzeigen 47  
 Publizieren  
     Video 300  
 Punkt 54  
     an Scheitelpunkt 89  
     drei Ebenen 90  
     Kante und Ebene 90  
     Mitte Kreis/Kugel/Torus 90  
     zwei Kanten 90  
 Punkt-Element  
     anzeigen 47  
 Punktobjekt 54

**Q**

Quader 121  
 Querzustellung 335

**R**

Radial  
     NC-Bearbeitung 369  
 Radiusbemaßung 171, 181  
 Raster 300  
     Elektronik 401  
     fangen 34  
 Rastereinstellungen 34, 44  
 Rasterfang 47  
 Rechteck 49  
 Referenznummern 44  
 Renderausgabe 308  
 Rendereinstellungen 309  
 Rendern 26, 305  
 Restmaterial 356, 358, 371  
 Restmaterialanzeige 374  
 Restmaterialbearbeitung 356  
 Rho  
     Parameter 54  
 Richtung  
     Planbearbeitung 335  
 Rohteil 328, 384  
 Rohteilversatz 335  
 Routing  
     automatisch 406

Routing-Funktionen 406  
Rückzugshöhe 370

**S**

SAT 24  
Schaltplan 399  
Schlichtaufmaß 353  
Schlichtbearbeitung 340, 375  
Schlichtmeißel 356, 358  
Schlichtspan 335  
Schlichtvorschub 335  
Schneidenradius 356  
Schneidstoff 332  
Schnellzugriff-Leiste 22  
Schnittanalyse 164, 365  
Schnittansicht 170, 175, 294  
Schnittdarstellung 366  
Schnittdaten 332  
Schnittkurve 66  
Schnittmenge 65  
Schniterverlauf 294  
Schruppbearbeitung 337, 366  
Setups 328  
Sicherheitshöhe 370  
Simulation 26, 193, 373  
Simulieren  
  NC-Bearbeitung 372  
Skalierungsmaßstab 61  
Skizze  
  Voreinstellungen 44  
  zeichnen 364  
Skizzenpalette 46, 48  
Skizzenprofil  
  anzeigen 47  
Skizzierebene  
  Aufschneiden 47  
Skizzieraster 47, 48  
SMT 24  
Spannmittel 328  
Spannung  
  nichtlineare statische 194  
  statische 194  
  thermische 194  
Speicherintervall 29  
Speichern 191  
Spiegeln 62  
Spiegeloperationen 248  
Spirale 123  
  NC-Bearbeitung 369  
Spline 53  
Splinekurve  
  umwandeln 323

Stanzen 323  
Starre Gruppe 254, 257  
Startansicht  
  wiederherstellen 302  
Statische Spannung 194  
Steckersymbol 29  
STEP 24  
Stereolithografie 215  
Stile  
  für Ansichten 291  
STL 215  
STP 24  
Strukturelle Knickung 194  
Stückliste 296  
  erstellen 297  
Studie 194, 197  
Stutzen 60  
Sweeping 113  
Symbole 172, 189  
Symmetrie 68  
Systemvoraussetzungen 15  
Szeneneinstellung 306

**T**

Tabelle 172  
  neu nummerieren 298  
Tangente  
  Abhängigkeit 67  
Tangentialebene 86  
Tasche  
  fräsen 363  
Taschen-Freiräumen 368  
Task-Manager 372  
Text 54, 172, 187  
Texture-Map-Steuerelement 307  
Thermisch 194  
Thermische Analyse 208  
Thermische Spannung 194  
Tiefenzustellung 335  
Toleranz 334  
Top-Down-Verfahren 241  
T-Spline 142  
T-Spline-Fläche 135  
T-Spline-Geometrie 157  
T-Splines 27

**U**

Umgebung 34  
Umgebungs-Hintergrund 309  
Umkreis 52  
Ursprung 35

**V**

- Verfeinerungsoption 216
- Verknüpfen
  - Volumenkörpern 39
- Verrundung 60
- Versatz 62
- Versatzebene 84
- Verschieben
  - Ansicht 177
- Versionen
  - einer Konstruktion 21
- Versionsverwaltung 22
- Vertikal 67
- Video publizieren 300
- ViewCube 25, 31
- Visuelle Stile 34
- Vollbild 34
- Volumenkörper 25
  - verknüpfen 39
- Volumenkörpermodellierung 38, 83, 119
- Vorbereitung
  - Fräsen 327
- Voreinstellungen 29
  - Baugruppe 240
  - Bemaßung 178
  - Fertigen 366
  - Skizzen 44
  - Zeichnungen 289
- Vorschubreduzierung 360

**W**

- Wählen
  - nach Begrenzung 58
- WCS 342
- Web
  - anzeigen im 25

- Wegbedingungen 379
- Werkstück Koordinatensystem 328, 366, 381
- Werkstücknullpunkt 330
- Werkzeug
  - Studie 197
- Werkzeugauswahl 331
- Werkzeuggbibliothek 332, 384
- Werkzeugkasten 25
  - Zeichnung 170
- Werkzeugliste 332, 346, 347, 362
- Werkzeugweg 342
  - generieren 380
- Wiederherstellung 29
- Windows-PC 15
- Winkelbemaßung 171, 181
- WKS 328, 366, 381
- WKS-Aufruf 368
- WKS-Ursprung 366
- Workpiece Coordinate System 342

**Z**

- Zeichenebene 45
- Zeichenfunktion 46
- Zeichnung 26
  - Baugruppen 290
  - Bemaßung 178
  - von Animationen ableiten 305
  - Voreinstellungen 289
- Zeichnungsableitung 290
- Zeichnungsansicht 170
- Zeichnungsnorm 289
- Zeitachse 36
- Zentrierbohren 394
- Zukaufteil 239, 261
- Zylinder 122