



The cover features a 3D rendered gear with a red grid pattern in its center, positioned over a background of technical drawings. The drawings include a detailed gear profile, a cross-section of a gear, and architectural floor plans with dimensions and area calculations (e.g., 8m², 4m², 24m²). A red wireframe grid is visible on the left side, and a blue grid is at the bottom. The overall design is technical and precise.

FreeCAD

**3D-Modellierung für Mechanik
und Architektur**

Der umfassende Praxiseinstieg

**komplett
in Farbe**

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	9
1	Erste Schritte und Installation	11
1.1	Was kann man von einem »freien« (kostenlosen) CAD-Programm erwarten?	11
1.2	Großer Funktionsumfang durch Zusatzpakete	12
1.3	Download und Installation (Windows, macOS, Linux)	13
1.4	Umgang mit FreeCAD	20
1.5	Die FreeCAD-Benutzeroberfläche	21
2	Übersicht über die Arbeitsbereiche	27
2.1	FreeCADs Arbeitsbereiche	27
2.2	Bevor Sie loslegen: Grundeinstellungen	29
2.3	Die Statusleiste	37
2.4	Arbeitsbereich »Part Design«	37
2.5	Der Sketcher	41
2.6	3D-Modellieren unter Verwendung von Skizzen	67
2.7	Funktionen zum Abziehen von Volumenteilen	74
2.8	Detailbearbeitungen	79
2.9	Anordnungen	86
2.10	Boolesche Operationen mit zwei oder mehreren Körpern	88
3	Komplett-Beispiel Volumenmodellierung: Schraubenschlüssel . . .	91
3.1	Der Schraubenschlüssel	91
3.2	Neue Konstruktion und grober Umriss	92
3.3	Verbesserung am Schraubenschlüssel	107
3.4	Prägungen und Schriften	115
4	Arbeitsbereiche für Architektur	121
4.1	Arbeitsbereiche für Architektur	121
4.2	Allgemeine Voreinstellungen für Architektur	123
4.3	Einstellungen über die Entwurfs-Werkzeugleiste	126
4.4	Einrastfunktionen	128
4.5	Der Draft-Bereich	132

4.6	Funktionen des Arbeitsbereichs »Arch« bzw. »BIM«	165
4.7	Organisation eines Architekturprojekts	178
5	Beispiel Architekturkonstruktion: Kleines Haus mit Dach	181
5.1	Beispiel-Konstruktion	181
5.2	Zeichnungsableitung	200
5.3	Weiterbearbeitung und Auswertung: IFC-Funktionen	203
6	Ableiten technischer Zeichnungen	207
6.1	TechDraw-Werkzeugkästen und Menüs	207
6.2	TechDraw-Einstellungen	210
6.3	Beispiel: TechDraw-Zeichnung aus einem Mechanik-Modell anlegen	214
6.4	Zeichnungsansichten gestalten	215
6.5	Bemaßung	219
6.6	Anmerkungen und Hilfselemente	223
6.7	TechDraw-Funktionen zur Detaillierung der Bemaßung und Zeichnungsdarstellung	227
6.8	Zeichnungen plotten und ausgeben	228
6.9	Beispiel: TechDraw-Zeichnung aus einem Architektur-Modell gestalten	229
7	Zusammenbau	235
7.1	Arbeitsbereich »A2plus« zum Erzeugen von Abhängigkeiten	235
7.2	Baugruppe zusammenfügen	237
7.3	Die Übungsteile	246
8	Festigkeitsberechnung (FEM – Finite-Elemente-Methode)	249
8.1	FEM-Prinzip	249
8.2	Verfahrensablauf	249
8.3	Der Arbeitsbereich FEM	250
8.4	Berechnungsbeispiel	252
9	Ausgabe für 3D-Druck	257
9.1	Slicer-Programm installieren und einstellen	257
9.2	Arbeitsbereich Slic3r	259
9.3	Bearbeitung im Slic3r-Programm	260

10	Werkzeugwege für NC-Bearbeitung erstellen	265
10.1	Arbeitsbereich »Path«	265
10.2	NC-Bearbeitung starten.	266
10.3	Die Werkzeuge.	268
10.4	Das Beispiel für die NC-Bearbeitung	272
10.5	Bohrbearbeitung	280
	Stichwortverzeichnis	283



Einleitung

Das Programm FreeCAD ist ein freies CAD-Programm, das ohne eine Lizenzgebühr genutzt werden darf. FreeCAD ist unter den Bedingungen der GNU Lesser General Public License 2 (LGPL 2) lizenziert, verwendet aber auch externe Bibliotheken, die ihre eigenen Lizenzbedingungen haben können. Es ist in vielen Sprachen und für die Betriebssysteme Windows, macOS und Linux verfügbar.

Das CAD-Projekt FreeCAD wurde 2001 gestartet und befindet sich in einem kontinuierlichen Entwicklungsprozess. Zur Drucklegung des Buches ist die Version 0.21.1 aktuell. Ungefähr jährlich erscheinen überarbeitete Versionen mit kleinen Optimierungen im engeren Zeitraster. Die aktuelle Version wurde im August 2023 bereitgestellt und unterscheidet sich von der Vorgängerversion bereits äußerlich durch die Übersetzung der Befehlsaufrufe ins Deutsche. Die dynamische Weiterentwicklung der Software wird darüber hinaus dazu führen, dass es auch innerhalb eines »Jahrgangs« kleine Abweichungen in den hier beschriebenen Befehlsabläufen geben kann.

Da die Sprache für IT-Entwicklungen schon von den Programmiersystemen her das Englische ist, finden sich im Programm dennoch viele englische Begriffe, typischerweise bei den Objekt-Eigenschaften. Ein Glossar im Anhang soll hierbei zu mehr Verständnis helfen. Doch die Hilfetexte zu den Begriffen erscheinen im Programm schon größtenteils in deutscher Übersetzung.

Die Entwickler des Programmsystems regen Sie zur aktiven Mitarbeit an, indem Sie Fehler melden, bei der Übersetzung der Dokumentation helfen oder auch Programmteile mit Python oder C++ codieren. Auch finanzielle Hilfe in Form von Spenden ist natürlich willkommen.

Die Zielsetzung des Programms ist die Verwirklichung von realistischen dreidimensionalen Modellen für verschiedenste Anwendungsbereiche. Es beginnt mit zweidimensionalen Skizzen, die über Parameter variiert werden können und benutzerdefinierten geometrischen Abhängigkeiten unterliegen. Daraus werden mit einer Vielzahl von Modellierungswerkzeugen dreidimensionale Objekte erstellt. Die modellierten Volumina sind ihrerseits Ausgangspunkt für die Ableitung von technischen Zeichnungen, von Daten für den 3D-Druck, von Steuerdaten für Werkzeugmaschinen, von Modellen zur Analyse für Festigkeitsberechnungen und viele weitere Auswertungen. Für diese vielen Anwendungen gibt es nicht nur

mehrere Programmmodule, sondern auch zahlreiche Zusatzpakete, die auch Sonderfälle abdecken.

Betrachtet man den Umfang des Programms mit seinen zahlreichen Zusatzapplikationen, so kann dieses Buch nur als Einstieg in die Arbeit mit diesem CAD-System dienen. Es soll Sie über die ersten Schritte zur Nutzung der Funktionen zu Ihren ersten nützlichen CAD-Modellen einführen.

Zu vielen wichtigen Funktionen werden kleine Beispiele zur Anwendung gegeben, um Sie mit der Vorgehensweise dieses Programmsystems vertraut zu machen. Es werden hier nicht nur Beispiele im Bereich der Mechanik, sondern auch der Architektur demonstriert. Die Bedienung des Programms lässt verschiedenste Vorgehensweisen zu und ist vielleicht deshalb gerade für Anwender, die andere Software-Philosophien gewohnt sind, am Anfang etwas komplex und gewöhnungsbedürftig. Zu diesem Gewöhnungsprozess sollen die kleinen Beispiele aus diesem Buch einen Beitrag leisten.

Oktober 2023
Detlef Ridder

Übersicht über die Arbeitsbereiche

In diesem Kapitel werden die Arbeitsbereiche und ihre Verwendung vorgestellt.




2.1 FreeCADs Arbeitsbereiche
















	Arch	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Arch Entwurf Fenster Hilfe
	Draft	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Entwurf Anmerkung Änderung Werkzeuge Fenster Hilfe
	FEM	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Modell Netz Lösen Ergebnisse Dienstprogramme Fenster Hilfe
	Inspection	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Inspection Fenster Hilfe
	Mesh	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Netze Fenster Hilfe
	OpenSCAD	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro OpenSCAD Fenster Hilfe
	Part Design	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Skizze Part Design Messen Fenster Hilfe
	Part	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Formteil Messen Fenster Hilfe
	Path	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Path Fenster Hilfe
	Points	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Punkte Fenster Hilfe
	Reverse Engineering	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Reverse Engineering Fenster Hilfe
	Robot	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Roboter Fenster Hilfe
	Sketcher	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Sketch Fenster Hilfe
	Spreadsheet	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Kalkulationstabelle Fenster Hilfe
	Start	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Fenster Hilfe
	Surface	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Surface Fenster Hilfe
	TechDraw	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro TechDraw Fenster Hilfe
	Web	Datei Bearbeiten Ansicht Werkzeuge Makro Fenster Hilfe

Abb. 2.1: Arbeitsbereiche und zugehörige Menüs

Die verschiedenen Arbeitsbereiche sind in Abbildung 2.1 mit ihren Menüs gezeigt. Entsprechend werden bei jedem Arbeitsbereich auch die nötigen Werkzeugkästen aktiviert. Wie Sie sehen, gibt es Standard-Menüs, die immer aktiv sind (DATEI, BEARBEITEN, ANSICHT, WERKZEUGE und HILFE), aber auch spezielle, die nur in bestimmten Arbeitsbereichen gebraucht werden. Entsprechendes gilt für die Werkzeugkästen. Es können aber zusätzlich weitere Werkzeugkästen aktiviert werden, die ursprünglich über den Arbeitsbereich nicht automatisch aktiviert werden.

Die einzelnen Arbeitsbereiche verfolgen folgende Zielsetzungen:

-  ARCH – Konstruieren mit Architekturelementen
-  DRAFT – 2D-Zeichnen für Architektur
-  FEM – Pre- und Postprocessing für verschiedene Berechnungen mit Programmen nach der Finite-Elemente-Methode

-  **INSPECTION** – Analysieren von Konturen (Dieser Arbeitsbereich ist softwareseitig noch in Bearbeitung)
-  **MESH** – Polygonnetze aus Dreiecksfacetten erstellen und bearbeiten
-  **OPENSCAD** – Modul für die Zusammenarbeit mit Dateien des freien CAD-Systems OPENSCAD
-  **PART DESIGN** – 3D-Bauteile erstellen und bearbeiten, verwendet als Grundlage Skizzen aus dem Arbeitsbereich SKETCHER
-  **PART** – 3D-Bauteile aus 3D-Grundkörpern erstellen
-  **PATH** – Werkzeugwege für Bearbeitungen auf Werkzeugmaschinen erstellen (G-Code-Befehle) (Dieser Arbeitsbereich ist softwareseitig teilweise noch in Arbeit)
-  **POINTS** – Verarbeitung von Punktwolken, die aus Laserscannern stammen
-  **REVERSE ENGINEERING** – Parametrische Konstruktionen aus Umrissen, Hüllformen oder Punktnetzen (*shapes, solids, meshes*) restaurieren
-  **ROBOT** – Roboterbewegungen
-  **SKETCHER** – Skizzenerstellung für PART DESIGN mit Maßen und Randbedingungen (*parameter, constraints*)
-  **SPREADSHEET** – Tabellen für Projektplanung erstellen
-  **START** – Startoberfläche ohne Spezialisierung
-  **SURFACE** – Modellierung von Flächen
-  **TECHDRAW** – Technische Zeichnungen aus 3D-Konstruktionen z.B. aus den Bereichen PARTDESIGN (Mechanik) oder ARCH (Architektur) ableiten und bemaßen
-  **WEB** – Direkter Zugang zur Internet-Oberfläche von FreeCAD

Hinweis: Arbeitsbereiche

Nach Rechtsklick in einen leeren Bereich einer Werkzeugleiste finden Sie im Kontextmenü die Übersicht über die *aktuell verfügbaren* WERKZEUGKÄSTEN (Abbildung 2.2). Momentan nicht aktive werden ohne Häkchen angezeigt und können hier eingeschaltet werden.

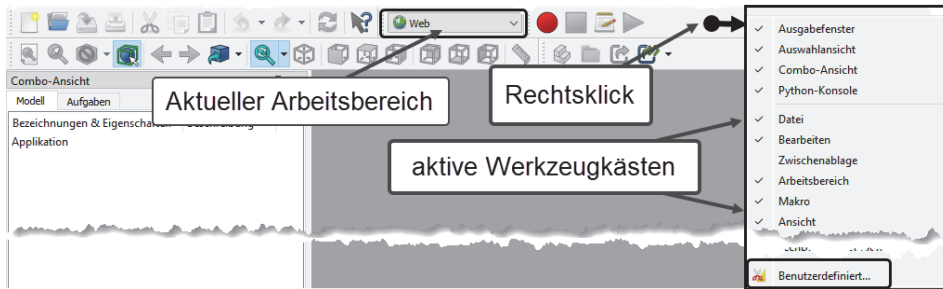






Abb. 2.2: Liste der aktiven Werkzeugkästen anzeigen

2.2 Bevor Sie loslegen: Grundeinstellungen

Unabhängig von den Arbeitsbereichen gibt es noch zentrale Einstellungen, die Sie im Menü BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN finden. Änderungen in diesem Bereich werden meist zentral gespeichert und müssen durch einen *Neustart* der Konstruktion oder des Programms aktiviert werden. Also *nach Änderungen hier* sollten Sie einfach die aktuelle Konstruktion **SPEICHERN** , **SCHLIEßEN**  **Teil-1: 1**  und dann erneut **ÖFFNEN** . Einige Änderungen werden auch schon wirksam, wenn Sie im Dialogfenster unten auf **ANWENDEN** klicken.

■ KATEGORIE ALLGEMEIN

■ REGISTER ALLGEMEIN

- Unter **SPRACHE** ist vorgabemäßig **DEUTSCH** eingestellt, aber es kann ab und zu mal sinnvoll sein, auf **ENGLISH** umzustellen, um einige Begriffe in der Originalsprache zu lesen, die man vielleicht mit eigenen Kenntnissen selbst besser übersetzen kann.
- Unter **EINHEITENSYSTEM** stellen Sie die gewünschten Einheiten ein. Die interessanten Systeme sind **STANDARD** (MM/KG/S/GRAD) für den *Mechanik-Bereich* oder **MKS** (M/KG/S/GRAD) für *Architektur-Konstruktionen*, ggf. auch **BUILDING EURO** (CM/M²/M³). Für Mechanik sind auch **METRIC SMALL PARTS & CNC** (MM, M/MIN) oder **FEM** (MM,N,S) interessant.

Hinweis

Zu beachten ist, dass Zahlen *ohne die Angabe von Einheiten* immer in *Millimetern* angenommen werden.

- Mit **ZAHLENFORMAT – AUSGEWÄHLTE SPRACHE – DEZIMALTRENNZEICHEN** ERSETZEN könnten Sie für den englischsprachigen Raum das Dezimalzeichen auf dem Tastenblock auf Dezimalpunkt umschalten.

- Bei **FORMATVORLAGE** können Sie die *Hintergrundhelligkeit* der Bedienflächen und die Farbe zur Hervorhebung *aktiver Funktionen* ergonomisch je nach Ihrer Bildschirmumgebung auswählen.
- Die **ANZAHL DER ZULETZT BENUTZTEN DATEIEN** gibt an, wie viele letzte Projektdateien im Startfenster als Vorschau angezeigt werden sollen.

Um den Programmstart zu beschleunigen, könnten Sie unter **SPLASH-SCREEN BEIM STARTEN ANZEIGEN** das kleine Vorschaubild von FreeCAD abschalten.

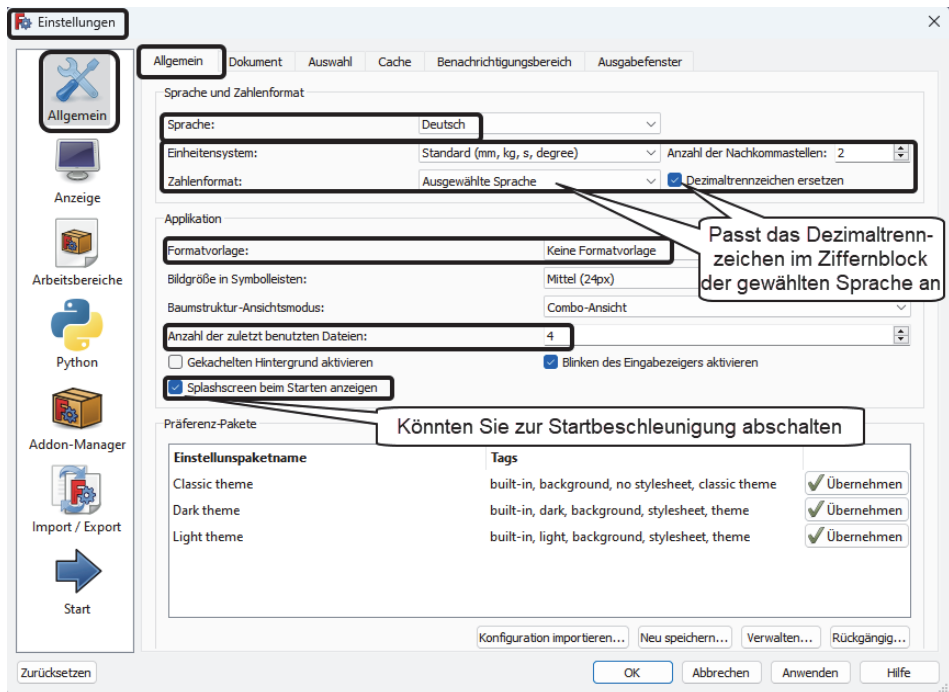


Abb. 2.3: Einstellungen für den Programm-Start

- **REGISTER DOKUMENT** – Damit Sie im Startfenster eine grafische Vorschau Ihrer Konstruktion sehen, können Sie die Option **BEIM SPEICHERN DES DOKUMENTS MINIATURANSICHT IN PROJEKTDATEI** aktivieren. Ganz unten in diesem Register können Sie Ihre **AUTORENSCHAFT** eintragen lassen.
- **REGISTER AUSWAHL** – Da Sie ein Objekt sowohl im Strukturbaum der Konstruktion als auch in der 3D-Ansicht wählen können, wird hier die Markierung in beiden Bereichen sinnvoll synchronisiert. Zusätzlich könnten noch **KONTROLLKÄSTCHEN FÜR DIE AUSWAHL IM DOKUMENTENBAUM** aktiviert werden.

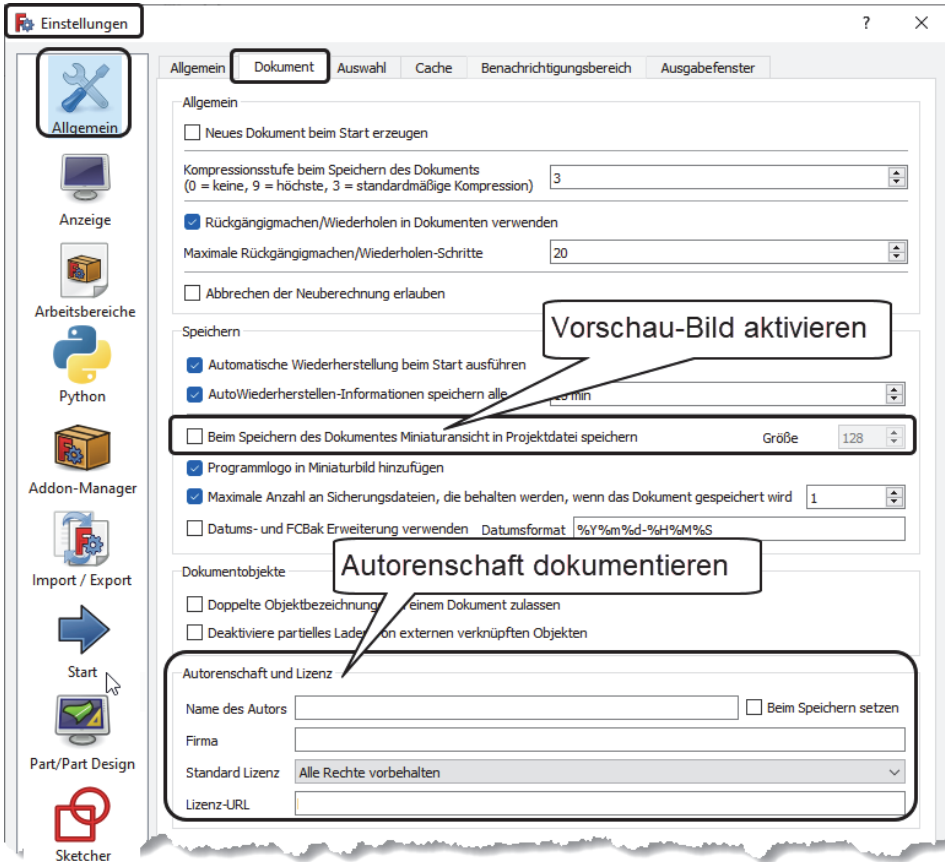


Abb. 2.4: Einstellungen für Vorschaubild und Autorenschaft

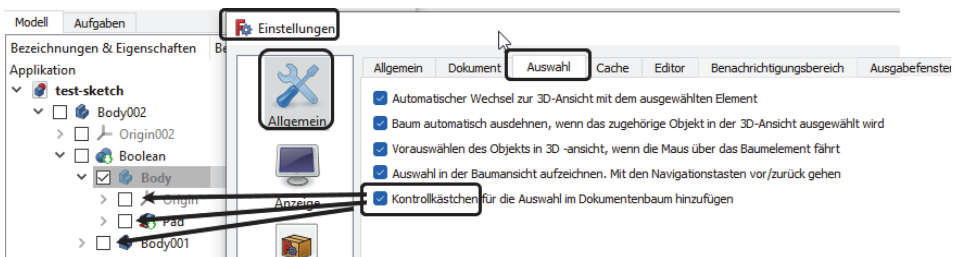


Abb. 2.5: Aktivierte Checkboxes

- REGISTER AUSGABEFENSTER – Dieses Register legt die Farben für Befehlsprotokollierung im AUSGABEFENSTER unterhalb der COMBO-ANSICHT fest. Für den Anwender sind insbesondere die Farben GELB für *Warnungen* und ROT für *Fehler* zu beachten.

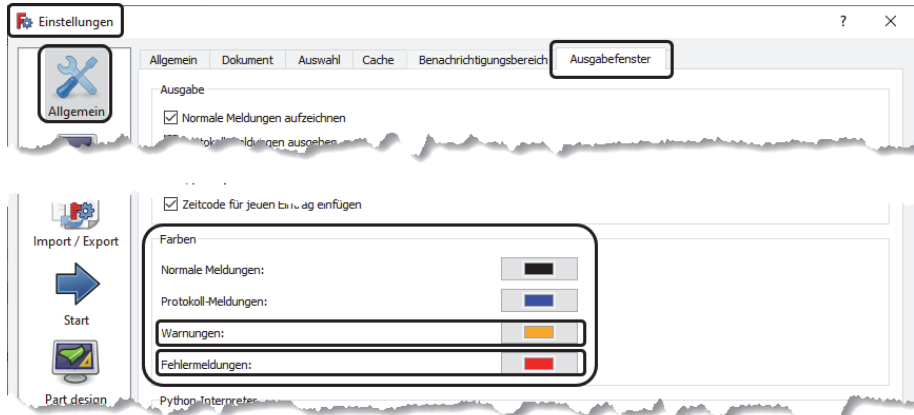


Abb. 2.6: Farb-Einstellungen für Programm-Meldungen

■ KATEGORIE ANZEIGE

- REGISTER 3D-VIEWER – Zur Information ist es nützlich, immer das Achsenkreuz unter ALLGEMEIN zu aktivieren. Gleichzeitig können Sie hier auch zwischen perspektivischer und orthogonaler Darstellung wählen. Diese Auswahl gibt es auch im Menü am Navigationswürfel rechts oben im Zeichenfenster.

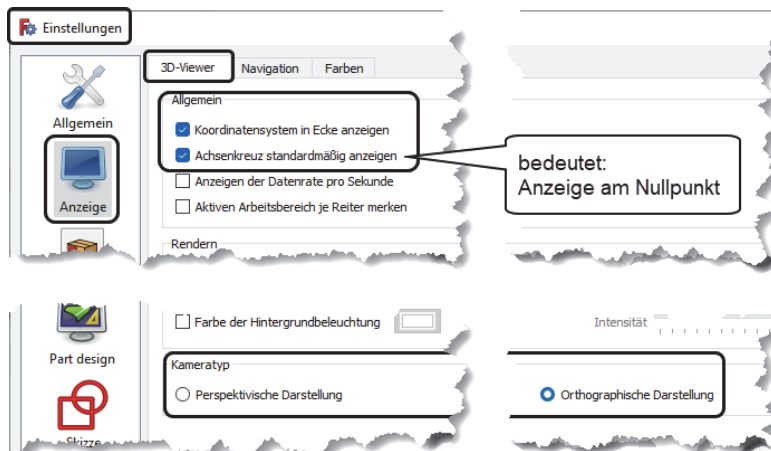
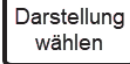


Abb. 2.7: Achsenkreuzanzeige und 3D-Darstellung

- REGISTER NAVIGATION – Für die Navigation im 3D-Bereich ist hier standardmäßig der *Steuerwürfel* in der Ecke rechts oben aktiviert. Außerdem können Sie die Navigation an Ihre gewohnten Steuergeräte wie Maus, Trackball oder Touchpad anpassen. Insbesondere können Sie die Richtung für ZOOM-Aktionen mit dem Mousrad anpassen.



Ansichts-
richtung
wählen

- Klick



Critique

Hinweis

Um die Bildschirmschnappschüsse für dieses Buch einfacher zu gestalten, wurde hier oft auf EINFACHE FARBE und zwar auf *Weiß* umgestellt. Wenn Sie das auch tun, dann sollten Sie aber darauf achten, dass einige Elemente *im Bereich SKIZZE* von *weißer Farbe* auf *kontrastreichere Farben* umgestellt werden sollten:

FARBEN GEOMETRISCHER ELEMENTE|KANTE -UNBESCHRÄNKT auf **violettblau**,

FARBEN AUßERHALB DES SKETCHERS|KANTE auf **hellblau**,

FARBEN AUßERHALB DES SKETCHERS|KNOTEN auf **blau**.

■ KATEGORIE ARBEITSBEREICHE

- REGISTER VERFÜGBARE ARBEITSBEREICHE – FreeCAD lädt zwecks Ressourceneinsparung die Arbeitsbereiche erst, wenn sie benötigt werden. Sie können hier die von Ihnen nicht benötigten entfernen, um den Prozessor zu entlasten. Unter START UP ARBEITSBEREICH können Sie einen Arbeitsbereich aktivieren, mit dem Sie üblicherweise Ihre Arbeit beginnen wollen.

■ KATEGORIE IMPORT/EXPORT – Hier können Sie für verschiedene Ausgabeformate noch Details einstellen: IFC-IMPORT, IFC-EXPORT, DAE, DAF, DWG, SVG, OCA, IGES, STEP. Die beiden letzten Formate sind nur einstellbar, wenn Sie unter PART DESIGN arbeiten.

■ KATEGORIE START

- REGISTER STARTSEITEN EINSTELLUNGEN – Hier können Sie verschiedene Einstellungen für die Startseite vornehmen. Unter dem Titel INHALTE können Sie einen NOTIZBLOCK aktivieren, der dann auf der Startseite neben den zuletzt bearbeiteten Dateien angezeigt wird und für Projektnotizen benutzt werden kann. Unter INHALT DES BEISPIELORDNERS „EXAMPLES“ ANZEIGEN können Sie die Anzeige der Beispieldateien abschalten, wenn nicht mehr benötigt. Interessant ist es vielleicht, unter OPTIONEN|NACH DEM LADEN ARBEITSBEREICH WECHSELN Ihren üblichen Arbeitsbereich einzustellen.

Wenn Sie zur Konstruktion später in den Arbeitsbereich PART DESIGN gehen, erscheinen unter BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN weitere Themen, nämlich PART/PART DESIGN und SKETCHER.

■ KATEGORIE PART DESIGN

- REGISTER ALLGEMEIN – Hier können Sie das automatische Erzeugen von Volumenkörpern aus einer geschlossenen Skizzenkontur aktivieren.
- REGISTER FORM-ANSICHT – definiert, wie stark die benutzte facettierte Darstellung bei Volumenkörpern von der echten Form abweichen darf.
- REGISTER ERSCHEINUNGSBILD DER FORM – legt Farben für Kanten etc. fest.

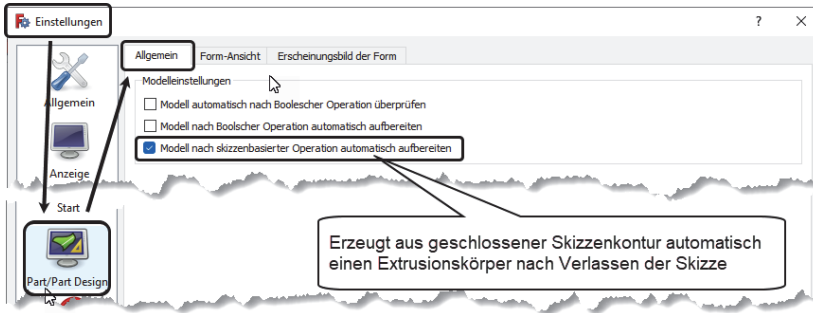


Abb. 2.10: Einstellung fürs PART DESIGN

■ KATEGORIE SKETCHER

- REGISTER ALLGEMEIN – Sie können hier nützliche Einstellungen für die automatische Erzeugung von *geometrischen Abhängigkeiten* bzw. *Beschränkungen* beim Skizzieren vornehmen. Sie können diese Einstellungen für Randbedingungen auch individuell für jede Skizze im Löser-Dialogfeld unter COMBO-BOX|ANSICHT konfigurieren.
- REGISTER RASTER – Sie können hier weitere Einstellungen für ein *Konstruktionsraster* vornehmen.

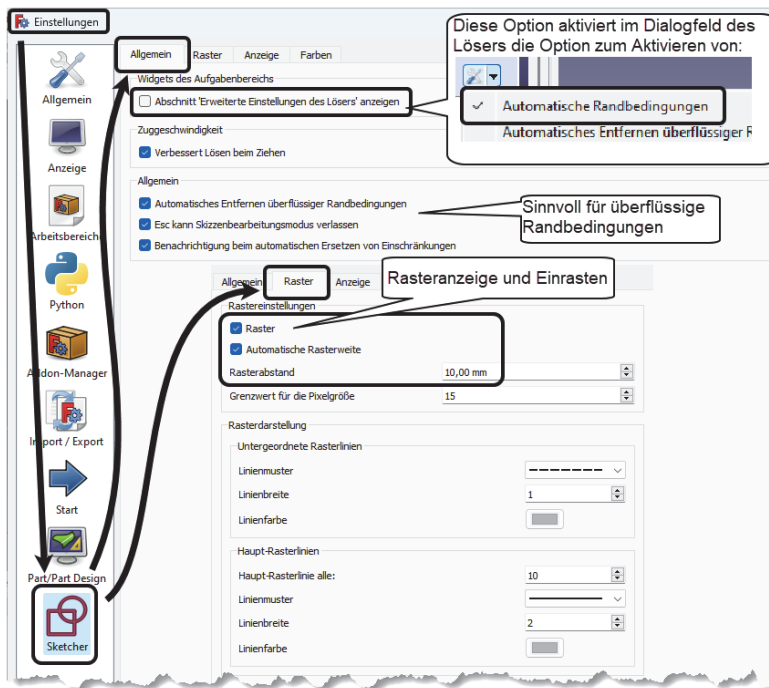


Abb. 2.11: Skizzeneinstellungen für Abhängigkeiten/Beschränkungen und Raster

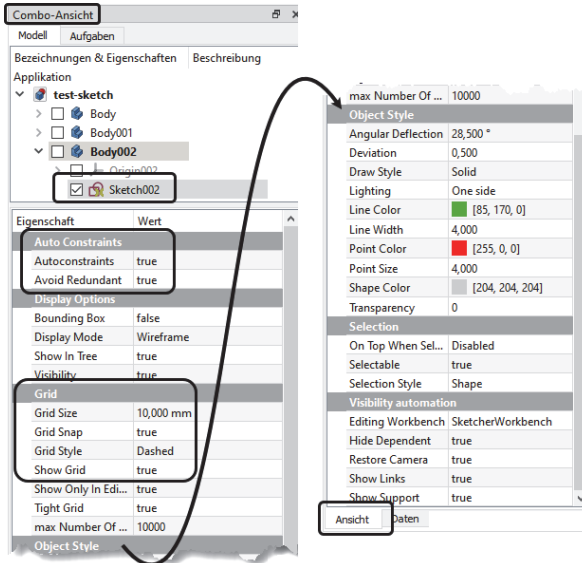


Abb. 2.12: Skizzeneinstellungen in der COMBO-ANSICHT

- REGISTER ANZEIGE – enthält standardmäßig weitere sinnvolle Einstellungen fürs Skizzieren.

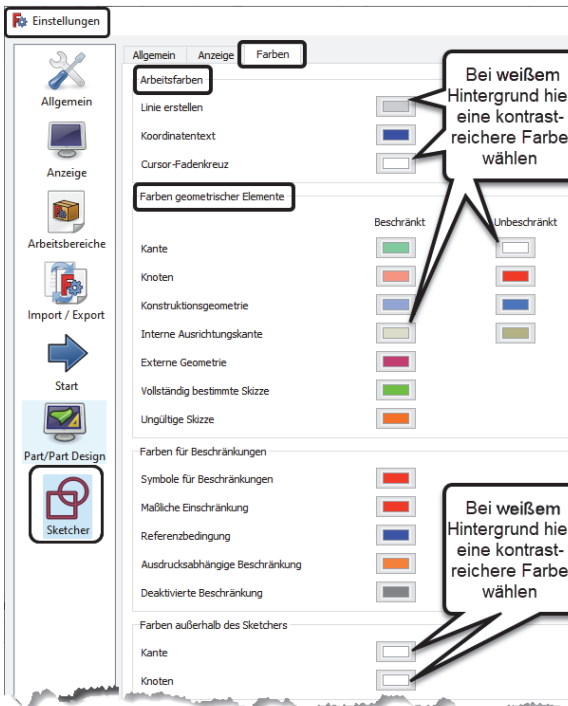


Abb. 2.13: Farbeinstellungen im Skizzenmodus

- **REGISTER FARBEN** – Hier können Sie die Farben der Zeichenobjekte für verschiedene Situationen unterschiedlich gestalten. Wenn Sie beispielsweise den Zeichenfenster-Hintergrund auf gleichmäßig hellere Farbe oder weiß (siehe Abbildung 2.9) eingestellt haben, sollten Sie hier darauf achten, die Farben etwas kräftiger zu wählen. Insbesondere sollte **LINIENFARBE BEIM ERSTELLEN** nicht weiß sein.

2.3 Die Statusleiste

Die unterste Leiste der Programmfläche ist die **STATUSLEISTE**. Dort erscheint auf der linken Seite stets eine kurze Information in Abhängigkeit von der Position des Cursors (Abbildung 2.14). Auf der rechten Seite finden Sie üblicherweise die *Konfiguration für die Maus* und die Größe der aktuellen Ansicht. Die Konfiguration der Maus legt dabei fest, in welcher Art und Weise die Maustasten reagieren, sowohl als einzelne Tasten beim Klicken und beim Gedrückt-Halten bei Bewegungen als auch in Zusammenhang mit den Tasten **[Strg]** und **[Shift]**. Die übliche Einstellung ist hier CAD, d.h. analog zu gebräuchlichen CAD-Systemen:

- Linke Maustaste klicken: Objekt wählen
- Linke Maustaste klicken und **[Strg]** gedrückt: Objekt hinzuwählen
- Linke Maustaste klicken und **[Shift]** gedrückt: Objekt aus Auswahl entfernen
- Mausrad rollen: Zoomen
- Mausrad drücken und Maus bewegen: Ansicht verschieben (Pan-Modus)
- Rechte Maustaste halten und **[Shift]** gedrückt: Ansicht in 3D schwenken

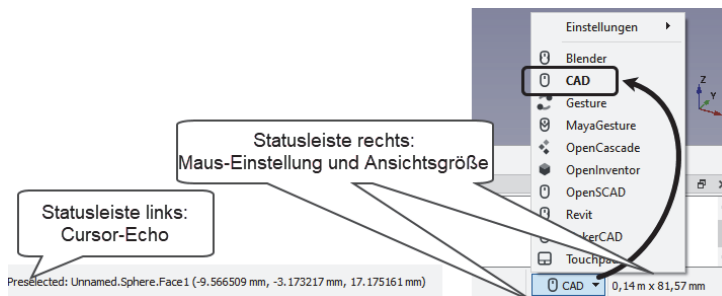


Abb. 2.14: Statusleiste links und rechts

2.4 Arbeitsbereich »Part Design«

Der Arbeitsbereich **PART DESIGN** (Bauteil-Modellierung) ist für viele gängige Konstruktionen sinnvoll einsetzbar. Dazu gehört als Grundlage der Bereich **SKETCHER** mit den zweidimensionalen Zeichenbefehlen und den Beschränkungen, d.h. den Randbedingungen und Bemaßungen. Deshalb sollen hier vor den ersten Übungs-

konstruktionen im nächsten Kapitel die wichtigsten Funktionen mit ihren Möglichkeiten vorgestellt werden.

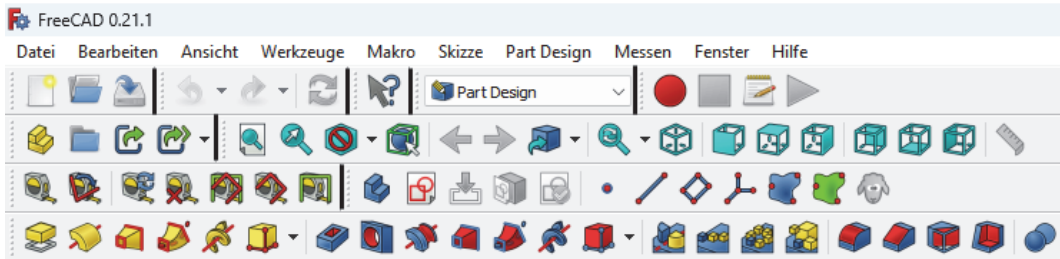


Abb. 2.15: Die Werkzeugkästen bei PART DESIGN

Die Werkzeugkästen im Arbeitsbereich PART DESIGN sind in folgender Reihenfolge geordnet:

- DATEI|BEARBEITEN|HILFE|ARBEITSBEREICH|MAKRO
- STRUKTUR|ANSICHT
- MESSEN|PART DESIGN HELFER (HILFSFUNKTIONEN)
- PART DESIGN MODELLIERUNG

Hiervon sind DATEI, BEARBEITEN, HILFE, ARBEITSBEREICH und MAKRO allgemeine Werkzeugkästen, die in fast allen Arbeitsbereichen verwendet werden.

■ Allgemeiner Werkzeugkasten DATEI

Hier finden Sie zuerst die bei allen Computerprogrammen üblichen *Dateiverwaltungsbefehle* NEU (Einrichten einer neuen Modellierungsdatei), ÖFFNEN und SPEICHERN.

■ Allgemeiner Werkzeugkasten BEARBEITEN

Hier schließen sich die Werkzeuge zur Beeinflussung des *Befehlsablaufs* von Operationen an: RÜCKGÄNGIG, WIEDERHERSTELLEN und AKTUALISIEREN.

- **AKTUALISIEREN** – Dieses Werkzeug werden Sie öfter nach Änderungen in der Konstruktion brauchen, um Objekte neu vom Programm berechnen zu lassen. Immer wenn während Ihrer Modellierung Objekte eine kleine blaue Marke mit Häkchen erhalten, sollten Sie die AKTUALISIERUNG aufrufen.
- **Allgemeiner Werkzeugkasten ARBEITSBEREICH** – dient zum Aufruf eines anderen Arbeitsbereichs.
- **Allgemeiner Werkzeugkasten MAKRO** – kann zur Aufnahme von Befehlsabläufen in Form wieder abspielbarer Makros verwendet werden.

In der nächsten Zeile liegt ein weiterer allgemeiner Werkzeugkasten STRUKTUR:

- **Allgemeiner Werkzeugkasten** STRUKTUR – bietet Werkzeuge zur logischen Gliederung und Strukturierung eines größeren Projekts.

Stichwortverzeichnis

2D-Skizze 93
3D-Ansicht 216
3D-Druck 257
3D-Modellieren 67
3-Punkte-Bogen 137

A

A2plus 235
Abhängigkeit 238
 geometrische 35, 53, 94
Ableitung
 Zeichnung 207
Abmessung 148
Abrunden 50, 136, 137
Abziehen
 Volumenteile 74
Addon Manager 12
Aktualisieren 136
Analysebehälter 252
Anmerkung 147
Anmerkungen 208
Anordnung 64, 86, 157
Ansicht
 gruppieren 219
 in Zeichnung 208
 schwenken 135
Arbeitsbereich
 Überblick 27
Architektur
 Einheiten 123
Architekturelement 121
Architekturprojekt
 Organisation 178
Assoziativ 54
Aufpolstern 70, 104
aufpolsterung 50
Aufrüsten 162
Ausdehnung 145
 horizontal 223
 vertikal 223
Ausformung 87
Ausgabefenster 22, 185
Ausschnittsgruppe 208, 219
Austragung 50, 70, 104
Auswahlansicht 22
Außenansicht 202, 232

Außenprofil 270
Außenwand
 Erdgeschoss 191
AutoCAD 228

B

Bahn
 helixförmige 268
Basis-Ansicht 215
Baugruppe 235
Bauteil 266
Bearbeitungsart 268
Befüllt 135
bemaßen 230
Bemaßung 148, 208, 219
 assoziative 54
 horizontal/vertikal 221
 parametrische 45, 60
Bemaßungsstil 152, 209, 228
Benutzeroberfläche 21
Berechnung 249
 FEM 254
Berichtsfenster 185
Beschneiden 156
Beschränkung 60, 238
Beschriftungsstil 152
Betriebssystem 14
Bezeichnung 151
Bézier-Kurve 142
Bezugsmaß 209
Bildschirmausschnitt 184
BIM 12, 121
Bogen
 aus 3 Punkten 137
Bohrbearbeitung 280
Bohren 268
Bohrung 76
Boole'sche Operation 88
Broken face 68
B-Spline 94, 141, 162
B-Spline-Kurve 48, 64
B-Spline Werkzeuge (Werkzeugkasten) 64

C

Combo-Ansicht 21, 31
Constraints 62, 94

D

- Dach 172
 - erstellen 199
- Decke 169
 - erstellen 199
- Degrees of Freedom 240
- Dehnen 50
- Detailansicht 218
- Detailausschnitt 207
- Dicke 81
- Dienstprogramme 251
- Differenz 89
- DOF 240
- Door 170
- Download 14, 15
- Draft 121
- Drehen 153
- Drei-Tafel-Darstellung 207, 208, 210, 215
- Durchbruch 75
- Durchmesserbemaßung 221
- DXF 209

E

- Ebene 166, 185
- Ebenenwahl 128
- Einheit 185
- Einheiten
 - Architektur 123
- Einheitenangabe 123
- Einrasten 128
- Einschränkungen 53
- Einstellung
 - Draft-Bereich 126
- Ellipse 140
- Entgraten 268, 271, 279
- Entwurfsraster Einrasten 128
- Erdgeschoss 191
- Erdgeschosswand 193
- Ergebnisanzeige 255
- Erweitern 156
- Evolventenrad 84
- Export
 - DXF, SVG 209
- Externe Referenz 176
- Extrusion 50, 70, 75, 104, 145

F

- Fang-Option 185
- Fase 80, 136, 137
- FEM 249
- Fenster 172, 194
 - einfügen 194
 - neu positionieren 196
 - Verglasung 196
- Festigkeitsberechnung 249

- Finite-Elemente-Methode 249
- Fläche 135
- Flächenbinder 177
- Flächenfüllung 135
- Flächengruppe 144, 177
- Formatvorlage 30
- Formenbauer 177
- Formschräge 81
- Formtext 146
- Form von Text 146
- Fortsetzen 133
- FreeCAD-Installer 15
- Freiformkurve 48
- Freiheitsgrad 60, 238, 240, 241
 - anzeigen 240

G

- G-Code 257
- Gebäude 166
- Gebäudeteil 166
- Gegenuhrzeigersinn 145
- Geometrie
 - bearbeiten 50
- Geschoss 166
- Geschoss-Einteilung 189
- Gravur 118, 268
- Grundeinstellung 92
 - TechDraw 210
- Grundkörper
 - abziehen 79
- Grundriss 185
 - Bemaßungen 231
- Grundrissansicht 200, 229
- Grundriss-Layer 189
- Grundstücks-Objekt 166
- Gruppe
 - eigene 128

H

- Hauptachse 140
- Helix
 - gesweept 78
- Helixförmige Bahn 268
- Hilfsfunktion 164
- Hilfsgeometrie 51, 53
- Hilfslinie 150
 - Verlängerung 150
- Hilfswerkzeug 164
- Hintergrund 185
- Hintergrundhelligkeit 30
- Hinweislinie 225
- Hinweistext 151

I

- IFC 166, 179
- IFC-Funktion 203

IFC-Standard 12
 IFC-Umgebung 203
 Inkreis 141
 Iso-Ansicht 215
 Isometrisch 97, 135

K

Kettenmaß 209
 Kettenrad 82
 Klon 63
 Knotenpunkt 212
 Koinzident 54
 Komponente 178
 Konstruktion (Gruppe) 128
 Konstruktionsmodus 53
 Konstruktionsraster 35
 Kontur
 geschlossene 107
 Koordinatenmaß 227
 Kopieren 63
 Kreis 139

L

Layer 128, 164, 166
 für Wände 189
 Layerwahl 128
 Linie 133
 ändern 134
 teilen 162
 zeichnen 133
 Liniestärke 151
 Linientyp 210
 Linienzug 49, 135
 Linux 18
 Loft 71
 Lösen (FEM-Berechnung) 251
 Löser (Geometrie) 60, 110
 Lösungsprozess 250

M

Mac 16
 Mac-Version
 Einstellungen 123
 Markierungspunkt
 Bemaßungen 231
 Maßhilfslinie 231
 Maßkette
 architektonisch 230
 Maßlinie
 Verlängerung 150
 Maßpfeiltyp 150
 Maßstab 148, 229
 Material 249
 Materialermüdung 250
 Maus 184

Mittellinie 208, 209, 225, 227
 Mittelpunktsmarkierung 212
 Modellbrowser 40
 Modus
 anzeigender 54
 festlegender 53
 Muster 87
 Linear 87
 polar 87

N

Navigation
 3D-Bereich 32
 Navigationswürfel 95
 NC-Bearbeitung 265, 272
 NC-Bohren 280
 Nebenachse 140
 Netz 249
 Neues Zeichenblatt 229
 Nudge 184
 Nut 77

O

Objekt
 bearbeiten 160
 Objektbibliothek 178
 Objektfang 129
 OCC Versatz 155
 Offset 145
 Open Office 12
 Orientierung
 bei Flächen 145

P

Padding 104
 Paneel 174
 Part Design 91
 Part Design - Modellierung 68
 Path 265
 Perspektive 96
 Pfeilrichtung 150
 Planbearbeitung 268, 269, 272
 Planfräsen 268
 Plot-Ausgabe 148
 Polylinie 49, 135
 Prägung 115
 Profil 176
 fräsen 268
 Profildbearbeitung 275
 Projektionsmethode 210
 Projekt-Objekt 166
 Projektseite 200
 Punkt-Objekt 144

Q

Quader 176
 Quadrantenpunkt 226
 Querschnitt 201

R

Radiusbemaßung 150, 221
 Rahmen 175
 Randbedingung (FEM) 249, 250, 254
 Randbedingung (geometrisch) 43
 Raum-Objekt 167
 rch 165
 Referenz
 externe 176
 Relativ 133
 Rich-Text-Editor 224
 Rohr 172
 abziehbar 78
 Rohteil
 Form 267
 Rotationskörper 71

S

Säule 168
 Schlüsselweite 141
 Schnittansicht 217
 vertikal 233
 Schnittebene 200, 229
 Schnittflächendarstellung 213
 Schnittliniendarstellung 213
 Schnittmenge 89
 Schraffur
 Schnittansicht 234
 Schraffurmuster 146, 209, 210
 Schrift 115
 Schrift-Gravur 268
 Schrifthöhe
 Bemaßung 212
 Schubsen 184
 Schweißsymbol 227
 Schwenken
 Ansicht 135
 Shape-based view 229
 Shape builder 177
 Simulation 274
 Entgraten 280
 NC-Bohren 282
 Skalieren 154
 Sketcher 41
 Randbedingungen 53
 Werkzeuge 61
 Skizze 163
 vollständig bestimmt 61
 Skizzengeometrien 41
 Slab 169
 Snellius-Gesetz 59

Sonderkonstruktion 82
 Spiegeln 86, 155
 Stab 169
 Standardvorlage 215
 Statusleiste 37
 BIM 185
 Steigung 163
 stl-Format 257
 Strecken 156
 Strukturbaum 21
 Stütze 168
 Stützpunkt 141
 Stützpunktpolygon 142
 Subtractive Loft 87
 Suse-Linux 18
 SVG 209
 Sweep 73
 Symmetrie 63

T

Tasche 75
 Tasche fräsen 268, 271, 278
 Tastenkürzel 39, 45
 TechDraw 207
 TechDraw Anmerkungen 223
 Teilen 51
 Teilkreis 209
 Textblock 224
 Transformieren 238
 Traverse 175
 Treppe 172
 Trimmen 50
 Trim-Reihenfolge 112
 Tür 170, 198

U

Ubuntu 18
 Umkreis 141
 Umrisszeichnung 97
 Unterelement 161

V

Verbinden (Linien) 161
 Verbinder (Rohre) 172
 Vereinigung 89
 Verlängern 50
 Verrundung 50, 80, 137
 Versatz 145, 155
 Verschieben 152
 unter Beschränkungen 240
 Version 15
 Vieleck 141
 Views manager 185
 Virtueller Bereich 67
 Volumenkörper 145
 erzeugen 103

Volumenteil
 abziehen 74
Voreinstellung
 Architektur-Projekt 182
Vorgabemaßstab 211

W

Walmdach 173
Wandanschluss 193
Wandausrichtung 191
Wand-Objekt 167
Wandstärke 81
Werkzeuge 266
Werkzeugverwaltung 268
Windows 15
Winkelbemaßung 222
Wire 135

Z

Zaun 175
Zeichenblatt 207, 215
 neues 229
Zeichenwerkzeug
 Draft-Bereich 133
Zeichnung 207
 Architektur-Modell 229
 ausgeben 228
Zeichnungsableitung 200
Zeichnungsansicht 215
Zeichnungsblatt 208, 232
Zeichnungsrahmen 200
Zeichnungsvorlage 210
Zuordnung 243
Zusammenbau 235
Zuschneiden 50