

1	Einführung	7
1.1	3D-Konstruktion mit CAD	7
1.2	Autodesk Inventor.....	7
	Systemvoraussetzungen	8
1.3	Andere Autodesk CAD-Programme und Inventor-Schnittstellen	8
	AutoSketch.....	8
	AutoCAD LT	9
1.3.3	AutoCAD.....	9
1.3.4	Mechanical Desktop (MDT).....	9
1.3.5	Weitere Inventor-Schnittstellen	9
1.4	Konstruktionstechnik in 3D versus 2D-Zeichnen	10
	a) Skizze 10	
	b) Bauteil.....	10
	c) Baugruppe.....	10
	d) Zusammenbauten.....	10
	e) Zeichnungserstellung.....	10
1.5	Ablauf einer 3D – CAD Konstruktion	11
2	Programmbeschreibung und -bedienung.....	13
2.1	Programmstart und -oberfläche.....	13
2.1.1	Windows-Desktop	13
2.1.2	Inventor-Start, Start-Icons, Dateiformate	13
	a) Startfenster „Neu“ und Vorlagenzeichnungen (Templates).....	14
	b) Ändern der Vorlagen in „Metrisch“ als Standard	15
	c) Die Inventor Start-Icons und Dateiformate.....	17
2.1.3	Arbeitsumgebung laden, Inventor-Startbildschirm.....	18
2.2	Befehlsbereich	19
2.2.1	Befehlsgruppen	19
2.2.2	Expertenmodus, „nur Symbole“	20
2.2.3	Automatisierung der Befehlseingabe.....	20
2.3	Objektbrowser.....	21
2.4	Skizzierumgebung, Skizzierbereich	22
2.4.1	Werkzeugkästen zur Befehlseingabe	22
2.4.2	Dokumenteinstellungen	23
2.5	Modellumgebung	25
	Ende des Bauteils	25
2.6	Zusammenbauumgebung, Baugruppen.....	26
2.7	Zeichnungsumgebung	27
2.8	Präsentationsumgebung	28
2.9	Tastaturbelegung.....	29
2.9.1	Windows-Tastaturkürzel.....	29
2.9.2	Inventor-Tastaturkürzel	29
2.9.3	Selbst erstellte Tastaturkürzel.....	31

3	Grundlegende Begriffe, Methoden und Arbeitstechniken	32
3.1	Skizze (Sketch)	32
3.1.1	Linienarten in Skizzen	32
3.1.2	Mehrfaches Verwenden einer Skizze	33
3.1.3	Profilskizzen	34
3.1.4	Pfadskizzen	34
3.1.5	3D-Skizzen	35
3.2	2D-Abhängigkeiten (2D-Constrains)	37
3.2.1	Absolute Abhängigkeiten	37
3.2.2	Geometrische Abhängigkeiten	37
3.2.3	Bemaßungsabhängigkeiten	38
3.2.4	Systematische und analytische Vorgehensweise beim Vergeben von 2D- Abhängigkeiten	38
3.2.5	Geometrische 2D-Abhängigkeiten in der Praxis	39
	a) Automatisches Einfügen von Abhängigkeiten	39
	b) Anzeigen und Löschen von Abhängigkeiten	40
	b1) Einzelne Abhängigkeiten anzeigen	40
	b2) Alle Abhängigkeiten ein- bzw. ausblenden	41
	b3) Einzelne Abhängigkeiten löschen	42
	c) Die Auswahlwerkzeuge für das Vergeben von Abhängigkeiten	42
	d) Geometrische 2D-Abhängigkeiten, Übersicht	43
	e) Sich widersprechende Abhängigkeiten	45
3.3	Bemaßungsabhängigkeiten	46
3.3.1	Bemaßungsmodus	47
3.3.2	Möglichkeiten der Skizzenbemaßung in der Praxis	47
	a) Lineare Skizzenbemaßung	47
	b) Ausgerichtete Skizzenbemaßung	49
	c) Winkelbemaßung in Skizzen	50
	d) Radien- und Durchmesserbemaßung in Skizzen	51
3.3.3	Bemaßungsarten, Übersicht	52
3.4	Skizzierübungen	52
3.4.1	Prismenführung	53
3.4.2	Sicherungsring	53
3.4.3	Spanneisen	54
3.4.4	Welle	55
3.4.5	Gelenkhebel	56
3.5	Von der Skizze zum Modell (Features)	57
3.5.1	Ursprung, Arbeitselemente: Arbeitsebenen, Arbeitsachsen, Arbeitspunkte	57
	a) Arbeitsebenen	58
	b) Arbeitsachsen	58
	c) Arbeitspunkte	58
3.5.2	Extrusion	58
3.5.3	Rotation	59
3.5.4	Abrunden, Fasen	59
3.5.5	Wandstärke	59
3.5.6	Bohrung und Innengewinde	60
3.5.7	Außengewinde	60

3.5.8	Sweeping, Pfadextrusion	60
3.5.9	Erhebung, Lofting	60
3.5.10	Spiegeln	61
3.5.11	Polare und rechteckige Anordnung	61
3.5.12	Bauteile mit Variablen	61
3.6	Einfache Modellübungen	62
3.6.1	Kugel 63	
3.6.2	Becher63	
3.6.3	Prismenführung	64
3.6.4	Sicherungsring	64
3.6.5	Spanneisen	65
3.6.6	Welle 66	
3.6.7	Gelenkhebel	66
3.7	Vom Modell zum Zusammenbau	67
3.7.1	Allgemeines	67
3.7.2	Freiheitsgrade	68
3.7.3	3D-Abhängigkeiten	69
a)	Passend und Fluchtend	69
b)	Winkel	70
c)	Tangential	71
d)	Einfügen	72
3.8	Übungen zum Definieren verschiedener 3D-Abhängigkeiten	73

4 Modell- und Zusammenbauübungen 75

4.1	Spannprisma.....	75
4.1.1	Spannbügel	76
a)	Spannbügel, Skizze	77
b)	Extrusion	80
c)	Eine neue Skizze auf einer Modellfläche (Arbeitsebene).....	82
d)	Neue Skizze auf der Arbeitsebene	83
e)	Bohrung mit Gewinde.....	84
f)	Gewindeausläufe beidseitig anfasen	85
g)	Bügelenden abrunden	86
h)	Der fertige Spannbügel	87
4.1.2	Grundkörper	88
a)	Skizze 88	
b)	Extrusion.....	90
c)	Skizze für den Bügelanschlag	90
c1)	Geometrie projizieren	91
c2)	Schnittkanten projizieren	91
d)	Extrusion.....	93
e)	Fertiger Grundkörper	95
4.1.3	Spannschraube	95
a)	Schraube aus Bibliothek einfügen, die Inventor-Bibliothek	96
b)	Auswählen und Einfügen eines Normteils.....	96
c)	Schraube als Modell erzeugen.....	98
4.1.4	Zusammenbau „Spannprisma“	103

4.2	Stützbock, Rotationsteile	110
4.2.1	Gehäuse	111
4.2.2	Spindel, Skizzenerstellung mit „präziser Eingabe“	117
4.2.3	Mutter 126	
4.2.4	Feststellschraube.....	128
4.2.5	Zusammenbau „Stützbock“	131
4.3	Blechteil, Inventor Blechmodul	136
4.3.1	Allgemeines zum Blechmodul.....	136
	a) Blechvorlagen.....	136
	b) Blechmodul.....	137
	c) Start der Blechumgebung	138
4.3.2	Erste Skizze	139
4.3.3	Laschen und Verbindungsbiegung.....	140
4.3.4	Bohrungen	143
4.3.5	Seitliche Ansätze und Laschen	145
4.3.5	Ausstanzung	151
4.3.6	Abwicklung	154
4.4	Die Schweißbaugruppen	155
	Arbeitsschritte des Schweißvorganges.....	156
4.4.2	Schweißnähte ausführen	157
4.4.3	Schweißübungen.....	160
	a) Beispiel 1, Zugstab und Knotenblech	160
	b) Beispiel 2, U-Träger-Eckverbindung.....	160
	b) Beispiel 3, Trägerprofil.....	161
	b) Beispiel 4, Rohrverbindung	161
	b) Beispiel 5, Maschinenrahmen.....	162

5 Zeichnungserstellung 165

5.1	Arbeiten mit Zeichnungsnormen	165
5.1.1	Normenauswahl im Startfenster.....	165
5.1.2	Einstellungen an Normvorlagen ändern.....	166
5.1.3	Arbeitsblatt, Zeichnungsrahmen und Schriftkopf	166
	a) Blattformate	167
	b) Arbeitsblattformate	167
	c) Zeichnungsrahmen.....	167
	d) Schriftkopf, Schriftfeld	167
5.2	Einzelteilzeichnungen	168
5.2.1	Öffnen der Zeichnungsumgebung	168
5.2.2	Verschiedene Ansichten	169
	a) Erstansicht	169
	b) Parallele und isometrische (ausgerichtete) Ansichten	169
	c) Schnittansicht und Hilfsansicht	170
	d) Detailansicht	170
	e) Unterbrochene Ansicht	171
	f) Ansichten auf mehreren Blättern	171
5.2.3	Erstansicht erstellen	171
5.2.4	Abhängige Ansichten erstellen	173

5.2.5	Bemaßung.....	174
a)	Modellbemaßung erfassen.....	175
b)	Bemaßungsstile.....	176
c)	Bemaßungen einfügen.....	177
d)	Bemaßungen ändern.....	178
5.3	Gesamtzeichnungen und Stücklisten.....	179
5.3.1	Gesamtzeichnung erzeugen.....	179
5.3.2	Positionsnummern vergeben.....	180
a)	Automatische Positionsnummernvergabe.....	181
b)	Positionsnummernvergabe „von Hand“.....	182
c)	Positionsnummern ändern.....	182
5.3.3	Stückliste.....	183
a)	Stückliste erzeugen und einfügen.....	183
b)	Stückliste bearbeiten.....	183
5.4	Übungen zur Zeichnungserstellung.....	185
6	Präsentationen und Animationen	186
6.1	Präsentation.....	186
6.1.1	Erzeugen von Explosionsansichten für Präsentationen.....	187
a)	Automatische Explosion.....	187
b)	Manuelle Explosion.....	188
6.1.2	Verwenden benutzerdefinierter Ansichten zum Erstellen von Präsentationsansichten.....	192
6.1.3	Browseransichten.....	192
6.2	Animation.....	194
6.3	Übungen zum Erstellen von Animationen.....	197
7	Makrotechnik, iFeatures	198
7.1	Allgemeines.....	198
7.2	Ein iFeature erstellen.....	199
7.2.1	Sweeping-Modell erzeugen.....	199
7.2.2	Parameter definieren.....	201
7.2.3	iFeature definieren.....	201
	Konstruktionsparameter in iFeatures.....	201
7.2.4	iFeature speichern.....	202
7.2.5	Inventor-Kataloge.....	203
7.3	Das erstellte iFeature einfügen.....	203
7.3.1	Position und Größe bestimmen.....	204
7.3.2	Fertige Einfügung.....	206
8	Makrotechnik, API und VBA	208
8.1	Vorbemerkung.....	208
8.1.1	Was ist eine API?.....	208
8.1.2	Wie kann auf die API zugegriffen werden?.....	208
8.1.3	Was ist VBA?.....	208
8.2	Das erste VBA-Programm.....	209
8.3	Das Direktfenster und Variablen überwachen.....	214

8.3.1 Das Direktfenster	214
8.3.2 Das Überwachungsfenster.....	215
8.4 Die VBA Projekte	218
8.4.1 Dokumentprojekte.....	219
8.4.2 Anwendungs- und Benutzerprojekte (*.ivb Datei).....	220
Anwendungsprojekt	220
Benutzerprojekte	220
8.4.3 Makros ausführen.....	221
8.4.4 Automatisch ablaufende Makros.....	222
8.5 VBA-Beispiel: Bauteil erzeugen	223
9. Projektverwaltung, Vault und PDM	230
9.1 Inventor Projekte	230
9.1.1 Die integrierte Projektverwaltung	231
9.1.2 Das Standardprojekt.....	232
9.1.3 Neues Projekt erstellen, Projekttypen im Inventor 7.....	232
9.1.4 Neues Projekt erstellen, Projekttypen im Inventor 8.....	234
9.1.5 Bibliotheken, Referenzen	235
9.2 Projekt- und Versionsmanagement mit Vault.....	236
9.2.1 Das Client-Server Modell in Vault	237
9.2.2 Installation und erste Schritte.....	238
9.2.3 Verwalten von Daten mit Autodesk Vault	240
10. Tipps und Tricks für die praktische Arbeit.....	243
10.1 Dokumente als BMP-Bild speichern	243
10.2 Verschiedene Farben in einem Bauteil.....	243
10.3 Zeichnungsableitungen mit Farben gestalten	243
a) Farbe der Bemaßungselemente.....	244
b) Farbe der Zeichnungselemente	244
c) Blattfarbe	245
d) Weiter Farbgebungsmöglichkeiten	246
10.4 Schraffurrichtung und -versatz in Zeichnungen	246
10.5 Nicht geschnittene Teile in Schnittansichten.....	247
10.6 Bauteil in der Zeichnung als Referenzteil darstellen	248
10.7 Bauteil als echtes Referenzteil definieren.....	249
10.8 Bewegliches Bauteil in „zweiter Position“ mit Phantomlinien darstellen.....	252
10.9 Durchmesserbemaßung in Zeichnungen	253
10.10 Durchmesserbemaßung in Schnittansichten	254
10.11 Nicht sichtbare Komponenten einer Baugruppe in die Stückliste aufnehmen.	254
10.12 Blechausklinkungen über Biegeradien legen.....	256
11 Anhang	259
11.1 Beispiele und zusätzliche Aufgaben auf der beigefügten CD-ROM.....	259
11.2 Hilfreiche Internet-Adressen und Programme	260
11.2.1 Autodesk und CAD	260
11.2.2 PowerParts.....	261
12 Sachwortverzeichnis	261

1 Einführung

1.1 3D-Konstruktion mit CAD

Es ist nicht mehr eine Frage des Wollens oder des Sollens, ob man 2D- oder 3D-CAD einsetzt. Die 3D-Konstruktion mit CAD-Programmen ist zum Muss, zum Standard geworden und niemand, der mit dem rechnergestützten Konstruieren direkt und/oder indirekt zu tun hat, kann sich diesem Umstand entziehen.

Die Gründe dafür sind vielfältig und je nach Einsatzgebiet des CAD-Systems auch unterschiedlich.

- Die **3D-Visualisierung** einfacher und erst recht komplexer Geometrien ist unseren Sinnen, unserem Vorstellungsvermögen sehr viel näher und damit verständlicher als abstrakte 2D-Projektionen.
- Ein **3D-Modell** enthält alle Daten, die für die Produktion von Bedeutung sind, und zwar nicht nur Geometriedaten für die Abmessungen, Funktionen, Funktions- und Kollisionskontrollen, Automatisierungsprozesse (CNC-, STEP, VDA-FS, Stereolithographie etc.), sondern auch Werkstoff- und Massedaten für Gewichts- und Festigkeitsberechnungen (z. B. FEM) sowie für wirtschaftliche Kalkulationen.
- Leistungsfähigste **3D-CAD-Programme** befinden sich in einer Preisklasse, in der noch vor wenigen Jahren ausschließlich „Lowcost 2D-Software“ zu erhalten war, und ein durchschnittlich gut ausgestatteter PC genügt für den Einsatz dieser Hochleistungsprogramme.
- Der Wandel im **Konstruktionsprozess**, der über Generationen im 2D-Bereich gewachsen ist, bringt zunehmend Fachkräfte hervor, die mit den 3D-Arbeitstechniken vertraut und in der Lage sind, 3D-Modelle und deren Zeichnungsableitungen rationeller und wirtschaftlicher zu erstellen, als dies im 2D-Bereich möglich ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen: „Intelligente“ 3D-Konstruktionen sind in jeder Hinsicht ökonomischer als „dumme“ 2D-Zeichnungen.

1.2 Autodesk Inventor

Wer mit dem Inventor zu tun hat, möchte möglicherweise auch etwas aus dem Umfeld erfahren, in dem der Inventor entstand bzw. mit welchen anderen Programmen zumindest eine geringe Verwandtschaft besteht. Der Inventor ist in der Reihe der Autodesk-CAD-Programme derzeit das aktuellste und das leistungsfähigste CAD-Programm. Der wesentlichste Unterschied zu den anderen Autodesk-CAD-Programmen (AutoCAD, Mechanical Desktop etc.) besteht vor allem in zwei Bereichen:

- Erstens in der Unabhängigkeit von AutoCAD-„Altlasten“ (d. h., obwohl Import-Funktionen für AutoCAD und Mechanical-DWG-Zeichnungen und Modelle bestehen, hat der Inventor mit diesen CAD-Elementen nichts mehr zu tun).