

Aufbaukurs 2

für

Autodesk[®] Inventor[®] 2021

Autor: Armin Gräf
www.armin-graef.de

Verlag: Armin Gräf
Beethovenstr. 13
86551 Aichach, Deutschland
www.armin-graef.de/shop

VORWORT ZU DEN GESAMTUNTERLAGEN

Der Übergang von der 2D- zur 3D-Konstruktion ist in vollem Gange. Mit der Inventor®-Software hat Autodesk, Inc. ein benutzerfreundliches und mächtiges Werkzeug geschaffen, mit dem auch Sie diesen Wechsel relativ schnell vollziehen können.

Das Ziel des vorliegenden Buches ist es, Ihnen bei diesem Gesamtprozess zu helfen und Ihnen vor allem den Einstieg in das CAD-System zu erleichtern.

Falls die Inventor®-Software bereits installiert wurde, haben Sie sicherlich schon Bekanntschaft mit dem sehr umfangreichen und interessanten Inventor-Hilfesystem gemacht. Welchen Vorteil haben Sie nun, wenn Sie zusätzlich zur Dokumentation des CAD-Systems auch noch dieses Buch besitzen?

Zuerst wird Ihnen die besondere Reihenfolge auffallen, mit der in diesem Buch und in den anderen Büchern dieser Gesamtunterlagen die unterschiedlichen Themengebiete der Inventor®-Software abgehandelt werden. Ausschlaggebend war dabei das Bestreben, die Aneinanderreihung der Themen so zu gestalten, dass einerseits ein nachfolgendes Kapitel fast immer nur auf dem Wissen der vorhergehenden Kapitel aufbaut. Andererseits sollte es in erster Linie dem Anfänger erleichtert werden, den typischen Umfang eines 3D-Systems schnell in seiner Gesamtheit zu erfassen. Zusätzlich sollte auch zwischen "absolut notwendigen" und "weniger wichtigen" Funktionen unterschieden werden. Deshalb wurden die Gesamtunterlagen grundsätzlich in drei Teile gegliedert.

In den ersten beiden Teilen wird wiederholt auf die drei Hauptthemen eines beliebigen 3D-Systems eingegangen: die "Bauteilkonstruktion", die "Zusammenbaukonstruktion" und die "Zeichnungserstellung". Zusätzlich befindet sich hier auch das Kapitel "Spezialgebiete", in dem intensiver fachspezifische Themen wie z. B. die "Blechkonstruktion" oder die "Schweißkonstruktion" erläutert werden.

Im dritten Teil werden all jene Themen behandelt, die zwar sehr interessant sind, aber zur Erstellung der ersten Konstruktionen nicht unbedingt notwendig sind.

Einen großen Nutzen werden Ihnen sicherlich auch die vielen Übungsbeispiele bringen. Dabei werden grundsätzlich zwei Arten von Beispielen unterschieden. Einerseits sind dies die relativ kleinen Übungen, die zu jeder theoretisch besprochenen Funktion vorhanden sind. Andererseits sind dies aber auch die größeren Übungen, die im Allgemeinen mehr auf einen ganzen Themenbereich oder eine konstruktive Aufgabe ausgerichtet sind.

Vorteilhaft gegenüber dem Hilfesystem ist auch die zusätzliche und oft andere Aufbereitung des theoretischen Hintergrunds der verschiedenen Funktionen und Möglichkeiten der Inventor®-Software. Dabei wird besonders auf eine klare Strukturierung des jeweiligen Themas Wert gelegt. Deshalb werden Sie in den nachfolgenden Kapiteln auch relativ wenig "Fließtext" im Sinne eines Romans finden, sondern viele Hauptpunkte und noch mehr dazu passende Unterpunkte.

Abschließend möchte ich an dieser Stelle auf keinen Fall versäumen zu betonen, dass der effektivste Weg zum Erlernen eines CAD-Systems eine gute Schulung in Verbindung mit einem passenden Buch ist. Falls Sie auch dieser Meinung sind, schauen Sie doch einmal auf meiner Homepage im Internet vorbei.

Viel Erfolg bei der Arbeit mit der Inventor®-Software wünscht Ihnen

Armin Gräf

Internet: www.armin-graef.de

DANKE FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG

Viele der in diesem Buch enthaltenen Beispiele und Übungen sind bei der Besprechung und Lösung praktischer Aufgabenstellungen entstanden. Für die mir zur Verfügung gestellten Informationen, Anregungen und zum Teil kompletten Konstruktionsunterlagen möchte ich mich bei allen Beteiligten herzlich bedanken.

Zur Modellierung komplexerer Baugruppen stellte mir die Firma FiA - Dr. Fichtner GmbH & Co. Industrieanlagen KG aus München den 2D-Zeichnungssatz eines Schweißplatzes zur Verfügung. Dafür möchte ich mich bei Herrn Dr.-Ing. Hermann Fichtner und bei Herrn Gerhard Klein bedanken. Mehrere Komponenten der Anlage habe ich für kleinere und größere Übungen innerhalb dieses Buches verwendet.

Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Karl Schedlbauer vor allem für die Hilfe in konstruktiver Hinsicht bedanken. Mit seiner Unterstützung konnten zum Beispiel die Übungen in der Schweißkonstruktion und im Bereich der Komponenten-Generatoren praxisnah umgesetzt werden.

URHEBERRECHT

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Autors reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Autor: Armin Gräf
Internet: www.armin-graef.de

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Diese Unterlagen wurden mit großer Sorgfalt erstellt. Trotzdem können Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Durch die laufende Softwarepflege des Programmherstellers können geringfügige Abweichungen im Text und in den einzelnen Beispielen auftreten. Autor und Herausgeber übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen.

WARENZEICHEN- UND MARKENSCHUTZ

Die in diesen Unterlagen verwendeten Soft-, Hardwarebezeichnungen und Markennamen der jeweiligen Firmen unterliegen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz.

AutoCAD, DWG, das DWG-Logo und Inventor sind eingetragene Marken oder Marken von Autodesk, Inc., und/oder dessen Tochtergesellschaften und/oder Filialen in den USA oder anderen Ländern.

This book is independent of Autodesk, Inc., and is not authorized by, endorsed by, sponsored by, affiliated with, or otherwise approved by Autodesk, Inc.

VORWORT ZUM AUFBAUKURS 2

Wie bereits erwähnt, sind meine Gesamtunterlagen zur Autodesk® Inventor®-Software aus Gründen der Lernmethodik in mehrere Teile gegliedert und diese wiederum in mehrere Bücher aufgeteilt.

Die ersten beiden Teile der Gesamtunterlagen sind im so genannten "Basiskurs" enthalten. Dieses Buch sollte im Allgemeinen zuerst durchgearbeitet werden.

Der dritte Teil der Gesamtunterlagen ist in zwei weiteren Büchern enthalten: dem so genannten "Aufbaukurs 1" und dem "Aufbaukurs 2" (dieses Buch).

Die kompletten Inhaltsverzeichnisse aller Bücher können über die Internetadresse "www.armin-graef.de" heruntergeladen werden.

DER GRUNDSÄTZLICHE AUFBAU ALLER BÜCHER

Die obersten Stufen der Gliederungen der Bücher sind nebenstehend abgebildet.

In "Teil 1" und "Teil 2" enthalten sie im Wesentlichen keine fachliche Unterteilung. Erst unterhalb dieser Kapitelüberschriften wird auf die verschiedenen Themen eines 3D-Systems (Skizzen, Elemente, Baugruppen, ...) eingegangen.

Die Wiederholung der drei Themen "Bauteilkonstruktion", "Zusammenbaukonstruktion" und "Zeichnungserstellung" wurde deshalb gewählt, damit zuerst die "einfachen" Funktionen und dann die etwas "komplexeren" Funktionen zum gleichen Hauptthema erklärt werden können.

Im Kapitel "Spezialgebiete" werden die Themen "Blechkonstruktion", "Schweißkonstruktion", "Einfache Leitungsverläufe", "Komplexere Volumenmodellierung", "Gestell-Generator" und "Plastische Bauteile" erläutert.

In "Teil 3" wurde die obige Art der Strukturierung nicht mehr durchgeführt, da hier eher abgeschlossene Themen behandelt werden.

Neben den "normalen" Kapiteln mit Theorie und Übungen befindet sich in "Teil 3" auch ein spezielles Kapitel, das nur Übungen enthält. In diesem Kapitel wird z. B. Schritt für Schritt erklärt, wie die Baugruppe "Umsetzer" aus dem Kapitel "Einführung" von "Teil 1" aufgebaut ist und erstellt werden kann.

Die Zerlegung von "Teil 3" in mehrere einzelne Bücher wurde durchgeführt, da der gesamte Inhalt einerseits nicht in ein einziges Buch passt.

Andererseits bietet diese Zerlegung in mehrere Bücher die Möglichkeit, nur bestimmte Themen von "Teil 3" zu erwerben.

Zusätzlich zu den Inventor Büchern steht über die obige Internetadresse auch noch das Inhaltsverzeichnis des Buches "Datenverwaltung mit Autodesk Vault" zur Verfügung. In diesem Buch wird anhand vieler Übungen die Konfiguration und die Verwendung von Vault Basic, Vault Workgroup und Vault Professional erläutert.

Buch: Basiskurs

- Teil 1
 - Einführung
 - Bauteilkonstruktion
 - Zusammenbaukonstruktion
 - Zeichnungserstellung
- Teil 2
 - Bauteilkonstruktion
 - Zusammenbaukonstruktion
 - Zeichnungserstellung
 - Spezialgebiete

Buch: Aufbaukurs 1

- Teil 3
 - Darstellungen und Auswahlfunktionen
 - Zusätzliche Funktionen
 - Skelettmodellierung
 - Adaptivität
 - Parameter und Bibliotheken
 - Verwaltung und Konfiguration
 - Weitere Anzeigefunktionen
 - Inventor Studio
 - Präsentationen
 - Datenaustausch
 - Modellbasierte Definition
 - Splines und Flächenmodellierung
 - Freiformmodellierung
 - Komponenten-Generatoren
 - iLogic

Buch: Aufbaukurs 2

- Teil 3
 - Rohre und Leitungen
 - Kabel und Kabelbaum
 - Belastungsanalyse und Gestellanalyse
 - Dynamische Simulation
 - Inventor Nastran
 - Factory Design (Fabrikplanung)
 - Übungen

WAS TUN BEI FRAGEN ZU DEN BÜCHERN ODER DEN ÜBUNGSDATEIEN?

Wenn Sie beim Lesen eines Buches eine Frage haben, sollten sie zuerst versuchen, diese unter Verwendung des Inventor-Hilfesystems zu beantworten. Dieser Fall wird sicherlich häufiger eintreten, da man bei einer so komplexen Software nicht alle Belange in einem Buch abdecken kann.

Grundsätzlich empfehle ich auch unabhängig von Problemen, öfter mal mit dem Inventor-Hilfesystem zu arbeiten, da es gar nicht das Ziel der Bücher ist dieses Hilfesystem zu ersetzen.

Sofern Sie nun immer noch eine Frage zum Inhalt eines Buches oder zu den Übungsdateien haben, können Sie sich über meine Internetadresse "www.armin-graef.de" auch gerne direkt an mich wenden.

Hinweis: Aktuelles zu den Büchern

Obwohl die Bücher mit großer Sorgfalt erstellt wurden, können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Zusätzlich kann sich durch neue Service Packs von Autodesk die Abarbeitung einiger Dateien ändern. Damit auf solche Fälle reagiert werden kann, werden aktuelle Hinweise zu einem Buch jeweils bei der Beschreibung des Buches auf der obigen Website abgelegt.

LISTE DER INVENTOR NEUERUNGEN

Ebenfalls kann über die Internetadresse "www.armin-graef.de" auch eine so genannte "Liste der Inventor Neuerungen" heruntergeladen werden. Diese Liste ist besonders für diejenigen interessant, die bereits Erfahrungen im Umgang mit dem Inventor-Programm besitzen.

Für mehrere Vorgängerversionen werden hier die jeweiligen Änderungen kurz aufgelistet. Meistens wird dabei auch auf eine Seite innerhalb eines Buches der Gesamtunterlagen verwiesen, auf der sich dann eine kleine Übung oder eine weitere Erläuterung der Thematik befindet.

SPEZIELLE KONVENTIONEN UND ABKÜRZUNGEN

Zur Vereinfachung der Schreibweise und zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden häufig die nachfolgenden Konventionen und Abkürzungen innerhalb der Bücher verwendet.

Textbeispiel im Buch	Aktion, die durchgeführt werden soll
Multif./3D-Modell/Erstellen/Drehung <Drehung>	Aufruf der Funktion "Drehung" über einen Klick mit der linken Maustaste auf dem Symbol "Drehung" in der "Multifunktionsleiste" (Multif.) auf der Registerkarte "3D-Modell" in der Gruppe "Erstellen" (Abkürzung: spitze Klammern)
Browser/Skizze1/Skizze bearbeiten [Skizze1/Skizze bearbeiten]	Aufruf der Funktion "Skizze bearbeiten" über einen Klick mit der rechten Maustaste (Kontextmenü) auf der Bezeichnung "Skizze1" im Browser (Abkürzung: eckige Klammern)
Grafikfenster/RMT/Extrusion {Extrusion}	Aufruf der Funktion "Extrusion" über einen Klick mit der <i>rechten Maustaste</i> im Grafikfenster und Auswählen aus dem "Markierungsmenü" (Kontextmenü) (Abkürzung: geschweifte Klammern)
.../RMT/...	Drücken der rechten Maustaste auf einem beliebigen Objekt

Inhaltsverzeichnis

Aufbaukurs 2

Teil 3:

1. Rohre und Leitungen	13
1.1 Einführung	13
Grundsätzlicher Aufbau einer Baugruppe mit "Rohren und Leitungen"	13
Grundsätzliche Aufrufmöglichkeiten der Funktionen für "Rohre und Leitungen"	13
Grundsätzliche Arten von "Rohr- und Leitungsstilen"	14
1.2 Einfügen und Verbinden von Fittings	18
Platzieren, Ersetzen und Aktualisieren von Fittings aus dem Inhaltscenter.....	18
Fitting platzieren.....	18
Fittings verbinden	19
1.3 Grundlagen der Verwaltung von Rohr- und Schlauchstilen	23
Rohr- und Leitungsstile.....	23
Vorlagendateien	25
Vorgaben für Dateibenennung	26
1.4 Erstellen und Bearbeiten von Routen	27
1.4.1 Leitungsrouten.....	27
1.4.2 Schlauchrouten	35
1.5 Dokumentation von Rohren und Leitungen.....	40
1.5.1 Zeichnungsableitung	40
1.5.2 Abspeichern von Daten in ASCII- und ISOGEN-Dateien	42
1.6 Publizieren von Rohren, Schläuchen und Verschraubungen	43
1.6.1 Umwandeln eines "normalen" Bauteiles in ein "Rohr- und Leitungsbauteil"	43
1.6.2 Erstellen einer Bibliothek: Rohr mit Fittings (Schneidring)	44
1.6.3 Erstellen einer Bibliothek: Schlauch mit Fittings (Pneumatik).....	50
1.7 Erstellen neuer Rohr- und Schlauchstile.....	56
1.7.1 Stile für die zuvor erzeugte Bibliothek "Schlauch mit Fittings"	56
1.7.2 Stil für eine "Rohrleitung mit Lötittings"	58
2. Kabel und Kabelbaum.....	59
2.1 Einführung	59
Grundsätzlicher Aufbau einer Baugruppe mit "Kabel und Kabelbaum"	59
Funktionen für "Kabel und Kabelbaum"	59
2.2 Erstellen und Publizieren von "Verbindern"	62
Umwandeln eines "normalen Bauteils" in einen "Kabel und Kabelbaum - Steckverbinder".....	63
Erstellen einer Variante mit 3 Pins	63
Erstellen einer Variante mit 5 Pins	65
Umwandeln eines iParts in einen "Kabel und Kabelbaum - Steckverbinder".....	66
Platzieren und Verwenden von Verbindern aus dem Inhaltscenter.....	68
2.3 Weitere Funktionen für Kabel und Kabelbaum Objekte	70
Erstellen und Bearbeiten von Spleißen	70
Erstellen und Bearbeiten von Routen.....	71
Erstellen und Bearbeiten von Segmenten	72
Erstellen und Bearbeiten von Flachbandkabeln	73
2.4 Dokumentation	75
2.4.1 Erstellung von Zeichnungsansichten.....	75
"Normale" Ansichten	75
Nagelbrett - Ansichten	75

2.4.2	Erstellung von Berichten	77
	Innerhalb einer Kabelbaum - Baugruppe	77
	Innerhalb einer Zeichnungsdatei	78
2.5	Exportieren und Importieren von Kabelbaumdaten	78
	Exportieren	78
	Importieren	79
2.6	Einstellungen	80
	Kabelbaumeinstellungen	80
	Kabel- und Kabelbaumbibliothek	80
2.7	Virtuelle Bauteile	81
3.	Belastungsanalyse und Gestellanalyse	83
3.1	Belastungsanalyse	83
3.1.1	Statische Analyse.....	83
	Grundlegende Funktionen.....	83
	Parametrische Bemaßung und Konvergenz	85
	Pin-Abhängigkeit, Reibungslose Abhängigkeit, Druck, Drehmoment und Lagerbelastung	90
	Weitere Beispiele	92
	Nutzung der "Einbaulage", Lagerbelastung und Reibungslose Abhängigkeit für Symmetrie	92
	Weitere Analyse von Pin-Abhängigkeiten und Trennen von Flächen	94
	Erstellung und Bearbeitung von Kontakten	96
	Übersicht.....	96
	Platte mit Winkel	98
	Schweißverbindung	99
	Unterschiedliche Varianten eines Balkens auf Los- und Festlagern	100
	Halber Wagenheber	107
	Dünne Körper.....	110
	Modi für starres Bauteil suchen und entfernen (weiche Federn).....	111
3.1.2	Modalanalyse.....	113
	Abdeckhaube.....	113
	Gehäusehälfte.....	114
	Smartphone - Halterung	115
	Flachstahl mit zwei Massen	115
3.1.3	Formen-Generator	116
3.2	Gestellanalyse	119
3.2.1	Statische Analyse.....	119
	Automatisch erzeugte Starre Verbindungen.....	119
	Manuelles Hinzufügen Benutzerdefinierter Knoten und einer Starren Verbindung	122
	Fachwerkkonstruktion in einer Ebene.....	124
	Analyse eines Terrassendachs.....	126
	Hinzufügen von Freigaben für Reibungsfreie Gelenke und Berechnung von Kräften.....	127
3.2.2	Modalanalyse.....	128
3.3	Vergleich zwischen Belastungsanalyse und Gestellanalyse	129
4.	Dynamische Simulation	131
4.1	Einführung	131
4.2	Gelenke	136
	Freiheitsgrade	136
	Eigenschaften von "Gelenken vom Typ Dynamische Simulation"	136
4.2.1	Erstellung von "Gelenken vom Typ Dynamische Simulation"	136
	Automatisches Ableiten von Gelenken (Verbindungen) aus Beziehungen.....	136
	Manuelles Erstellen von Gelenken (Verbindungen)	137
	Übersicht der Kategorien und Arten von Gelenken	137
	Wie kann die Komplexität verringert werden	138
	Gelenk: Drehung.....	138
	Gelenk: Prismatisch	140
	Gelenk: Zylindrisch und 3D-Kontakt	141

	Gelenk: Eben und 2D-Kontakt	141
	Gelenk: Rollgelenk: Zylinder Kurve, Schiebegelenk: Zylinder Kurve, Punkt Kurve	142
	Gelenk: Kugelförmig	144
	Gelenk: Räumlich	144
4.2.2	Bearbeiten von "Gelenken vom Typ Dynamische Simulation"	145
	Allgemeine Bearbeitungsfunktionen	145
	Eingabediagramm	146
4.3	Eigenschaften und Externe Belastungen	151
	Körpereigenschaften	151
	Schwerkraft	151
	Anzeige der Eigenschaften von Gelenken innerhalb des Ausgabediagramms	152
	Unbekannte Kraft	153
	Externe Kraft oder externes Drehmoment	154
4.4	Hilfsfunktionen	155
	Einstellungen für die Dynamische Simulation	155
	Dynamische Bauteilbewegung	156
	Film publizieren	157
	In Studio publizieren	157
	Status des Mechanismus und Redundanzen	159
	Weitere Optionen des Ausgabediagramms	162
	Geschweißte Gruppen	165
5.	Inventor Nastran	169
5.1	Lineare Statik	170
	Haupt-Arbeitsschritte zur Erstellung einer FEM-Berechnung vom Typ "Lineare Statik"	170
5.1.1	Einzelne Volumenkörper	171
	Grundlagen, Abhängigkeiten (Strukturell), Lasten (Kraft)	171
	Netzeinstellungen und Konvergenz	174
	Pin-Abhängigkeit	178
	Unterschiedliche Varianten eines Balkens auf Los- und Festlagern	180
	Verbinder für Fest- und Loslager	180
	Verbinder für Loslager und Nutzung von Symmetrie oder Reibungslos	181
	Pin-Abhängigkeit - Festlager und Verbinder (Starrer Körper) - Loslager	182
	Lagerbelastung und Nutzung der "Einbaulage"	184
	Ohne Nutzung der Symmetrie	184
	Mit Nutzung der Symmetrie	185
	Weitere Analyse von Pin-Abhängigkeiten	186
	"Vollständige" Pin-Abhängigkeit	186
	"Halbe" Pin-Abhängigkeit (Flächentrennung)	188
	Lasttyp Lagerbelastung und Moment; Abhängigkeit vom Typ Reibungslos	190
5.1.2	Erstellung und Verwendung von Kontakten	191
	Übersicht	191
	Zwei Balken	192
	Kontakttyp Verklebt und Versatz verbunden - Laschen einer Blechdatei	194
	Kontakttyp Verklebt und Getrennt - Platte, Winkel und Schrauben	195
	Ohne Vorspannung	195
	Mit Vorspannung	196
	Kontakttyp Getrennt und Gleitend/nicht getrennt - Balken, Festlager und Loslager	197
	Kontakttyp Getrennt - Achse und Bohrung - Mit Abstand	206
	Kontakttyp Getrennt; Funktionen Auto, Manuell und Solver - Achse und Bohrung	208
	Lasttyp Druck und Verbinder vom Typ Schraube - Ohne und mit Vorspannung	209
	Kontakttyp Verklebt - Berechnen von Schweißbaugruppen	213
	Variante 1: Umwandeln einer Schweißbaugruppe in ein Bauteil	214
	Variante 2: Umwandeln einer Schweißbaugruppe in ein Bauteil und dann in eine Baugruppe	215
5.1.3	Schalenelemente	216
5.1.4	Linienelemente	218
	Automatische Erzeugung von Linienelementen aus einem Modell des Gestell-Generators	218
	Manuelle Erzeugung von Linienelementen aus einem Skelett-Modell	220

5.1.5	Berechnung von Kräften und Momenten mittels Verbinder und Linienelemente	224
	Nur Verbinder - "Fachwerk mit reibungsfreien Gelenken"	224
	Nur Linienelemente - "Fachwerk mit starren Verbindungen"	226
	Nur Linienelemente - "Fachwerk mit reibungsfreien Gelenken"	227
	Linienelemente und Verbinder - "Wagenheber mit reibungsfreien Gelenken"	229
	Nur Linienelemente - "Wagenheber mit starren Verbindungen"	230
	Nur Linienelemente - "Wagenheber mit reibungsfreien Gelenken"	231
	Nur Linienelemente - Stab mit Punktlast	231
	Nur Linienelemente - Gerberträger mit Streckenlast	233
5.1.6	Weitere Übungen	235
	"Halber Wagenheber"	235
5.2	Nichtlineare Statik	238
5.2.1	Große Bewegungen bei linearem Spannungs-/Dehnungsverlauf	238
	Erzwungene Verschiebung bei einer "Steckschnalle"	238
	Große Durchbiegung bei einer (dünnwandigen) "Kofferhälfte"	242
5.2.2	Beliebige Bewegungen bei nichtlinearem Spannungs-/Dehnungsverlauf	244
	Durchbiegung eines "Balkens"	244
5.3	Dynamik	251
5.3.1	Überblick	251
5.3.2	Gehäuse - Varianten	252
	Abdeckhaube	252
	Modalanalyse	252
	Modale Frequenzantwort	254
	Gehäusehälfte	257
	Modalanalyse	257
	Modale Frequenzantwort	259
5.3.3	Smartphone - Halterung	262
	Bauteildatei mit Konzentrierter Masse	262
	Modalanalyse	262
	Modale Frequenzantwort	263
	Baugruppe mit "Halterung" und "Smartphone"	265
	Modalanalyse	265
	Modale Frequenzantwort	266
5.3.4	Flachstahl mit zwei Massen	268
	Bauteildatei mit zwei Konzentrierten Massen	268
	Modalanalyse	268
	Modale Frequenzantwort	269
	Modale transiente Antwortspektren	273
	Baugruppe mit "Flachstahl" und zwei "Ersatzobjekten"	277
	Modalanalyse	277
	Modale Frequenzantwort	278
	Modale transiente Antwortspektren	280
5.4	Knickung	282
5.4.1	Profile	282
	Idealisierung: Volumenkörper - Die 4 Eulerfälle	282
	Berechnung der Knickkräfte innerhalb der Linearen Knickung	282
	Berechnung der Spannungen und Verformungen innerhalb der Linearen Statik	285
	Idealisierung: Linienelemente - Terrassendach	286
5.4.2	Zylinder	287
	Einfacher Zylinder - Lineare Knickung und Statik	287
	Zylinder mit Rillen - Lineare Knickung und Statik, Nichtlineare Knickung und Statik	289
5.5	Wärmeübertragung	291
5.5.1	Lineare stationäre Wärmeübertragung	291
	Quader	291
	Temperatur, Wärmeleitfähigkeit, Wärmestrom (Wärmestromdichte)	291
	Konvektion (Wärmeübergang)	292
	Kontakt zwischen zwei Quadern	293
	Mehrschalige Hauswand	295
	Chip und Kühlkörper	296

5.5.2	Last-Typ Temperatur innerhalb der Linearen und Nichtlinearen Statik.....	297
	Bi-Metallstreifen - Volumenkörper und Lineare Statik	297
	Bi-Metallstreifen - Volumenkörper und Nichtlineare Statik.....	299
	Bi-Metallstreifen - Flächenkörper (Schalen) und Nichtlineare Statik.....	300
5.5.3	Kombination von "Wärmeübertragung" und "Spannungsanalyse"	301
	Rohrbogen mit Flansch.....	301
	Lineare stationäre Wärmeübertragung.....	301
	Lineare Statik.....	302
5.5.4	Nichtlineare transiente Wärmeübertragung.....	303
	Abkühlung eines Formteils in einer Formplatte.....	303
6.	Factory Design (Fabrikplanung)	305
6.1	Layouts erstellen und bearbeiten - Grundlegende Funktionen	305
6.1.1	Theorie	305
	Benutzeroberfläche	305
	Erstellen von Factory-Layouts.....	306
	Einfügen von Factory-Objekten aus dem Objekt-Browser	307
	Anzeigen und Ändern der Eigenschaften von eingefügten Factory-Objekten	308
6.1.2	Übungen	308
	Erstellen eines 3D-Factory-Layouts und Einfügen mehrerer Factory-Objekte.....	308
	Erstellen eines 2D-Factory-Layouts aus einem 3D-Layout und Einfügen mehrerer Objekte.....	310
	Exportieren von Objekten aus einem 2D-Layout in ein bestehendes 3D-Layout	311
	Erstellen eines neuen 3D-Layouts aus (nur) einem 2D-Layout	311
	Hinzufügen weiterer Objekte zu einem bestehenden 3D-Layout.....	311
	Exportieren eines 3D-Factory-Layouts von Inventor nach Navisworks	313
6.2	Objekte erstellen und bearbeiten - Grundlegende Funktionen.....	315
6.2.1	Theorie	315
	Benutzeroberfläche	315
	Hauptordner, die beim Erstellen und Platzieren von Objekten verwendet werden.....	315
	Ordner und Dateien, die beim Publizieren von Objekten erstellt werden.....	316
	Objekteigenschaften.....	316
6.2.2	Übungen	318
	Erstellen, Publizieren und Platzieren eines "Förderbands-Gerade" mit beliebiger Größe	318
	Erstellen eines Bauteil-Objekts mit "benutzerspezifischer 2D-Darstellung"	322
	Erstellen eines Bauteil-Objekts mit "Varianten" (vorgegebene Kombinationen)	324
	Erstellen eines Bauteil-Objekts mit "gestuften Größen"	326
	Erstellen, Publizieren und Platzieren eines "Hallentors"	328
6.3	Layouts und Objekte erstellen und bearbeiten - Weitere Funktionen.....	332
6.3.1	Dokumentunabhängige Factory - Einstellungen	332
6.3.2	Dokumentabhängige Boden und Rastereinstellungen	334
	Allgemeine Voreinstellungen	334
	Zusätzliche Bodenfunktionen	334
6.3.3	Verschieben von Exemplaren und Verwalten von Beziehungen.....	335
	Verschieben, Repositionieren, Grundfläche einstellen, Verbindungen.....	335
6.3.4	Weitere Funktionen zum Erstellen und Bearbeiten von Objekten	337
	Haupt-Arbeitsschritte zur Objekterstellung und Dropdown-Menü Objekt erstellen.....	337
	Automatisches Konvertieren von Komponenten einer Baugruppe in Factory-Objekte.....	337
6.3.5	Weitere Funktionen in Layouts	339
	Modell einfügen, Objektgruppe einfügen, Freilegen, Durch Objekt ersetzen.....	339
	DWG-Unterlage hinzufügen, Unterlayout erstellen.....	343
	Eigenschaften exportieren, Stückliste, DWG publizieren/aktualisieren	344
6.4	Navisworks - Weitere Funktionen	345
	Kollisionsüberprüfung (Clash Detective)	345

7. Übungen	347
7.1 Blechbaugruppe "Rüttelrinne"	347
7.1.1 Projektordner und Projektdatei	347
7.1.2 Erstellen des Bauteils "Rüttelrinne" als Mehrteiliger Volumenkörper	348
Erstellen der Bauteildatei des "Mehrteiligen Volumenkörpers" und der beiden "Haupt-Skizzen"	348
Erstellen des Volumenkörpers "Hutblech"	349
Erstellen des Volumenkörpers "Rutschblech"	350
Erstellen des Volumenkörpers "Stegblech"	350
Erstellen des Volumenkörpers "Keil"	351
Erstellen des Volumenkörpers "Rückwand"	352
Erstellen des Volumenkörpers "Innenblech"	353
Erstellen des Volumenkörpers "Außenblech"	354
7.1.3 Erstellen der Baugruppe "Rüttelrinne"	355
Herausschreiben der Volumenkörper zu separaten Blechdateien und Zusammenbauen	355
Durchführen einer Änderung	355
7.2 Baugruppe "Umsetzer"	356
7.2.1 Projektordner und Projektdatei	356
7.2.2 Haupt-Unterbaugruppe "Wagen komplett"	356
Stufe 1: Erstellung der Unterbaugruppe "Wagen geschweißt"	357
Stufe 2: Erste Aktionen in der Haupt-Unterbaugruppe "Wagen komplett"	359
Stufe 3: Erstellung der Unterbaugruppe "Vakuumheber komplett"	361
Halterung geschweißt, Lagergehäuse, Drehachse,	362
Schrittmotor, Stirnrad Schrittmotor, Stirnrad Drehachse,	363
Sicherungsscheibe, Drehplatte, Abdeckung,	366
Vakuumsauger komplett, Führungsrohr, Führungsbolzen, Distanzring Feder, ...	367
Ansichtsdarstellungen und Positionsdarstellungen	369
Stufe 4: Weitere Aktionen in der Haupt-Unterbaugruppe "Wagen komplett"	370
Achse Zylinder, Achse Zugstange, Sicherungsplatte, Vakuumheber komplett, ...	370
Vakuumschlauch, Verschraubungen ...,	371
Hydraulikventil komplett, Verschraubungen ..., Rohre ..., ...	374
Klemmplatte, Gegenplatte, Zapfenlaufrollen, Muttern und Schrauben	376
Positionsdarstellungen	377
7.2.3 Gesamtbaugruppe "Umsetzer"	378
Gesamtbaugruppe, Gestell komplett, Wagen komplett, Zahnriemen, Werkstück	378
Erstellen der Gesamtbaugruppe und Platzieren und Zusammenbauen mehrerer Komponenten	378
Aktualisieren des "Zahnriemens" nach dem Verändern (eines Parameters) des "Umsetzers"	380
Energiekette, Getriebemotor ..., Normteile	381
Platzieren und Zusammenbauen mehrerer Komponenten	381
Energiekette	381
Getriebemotor, Drehmomentstütze, ...	383
Positionsdarstellungen, Ansichtsdarstellungen und Umbenennen von Dateien	384
Positionsdarstellungen	384
Ansichtsdarstellungen	385
Umbenennen von Dateien	386
8. Stichwortverzeichnis	387

Teil 3

Aufbaukurs 2

für Autodesk[®] Inventor[®]

URheberRECHT

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Autors reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Autor: Armin Gräf
Internet: www.armin-graef.de

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Diese Unterlagen wurden mit großer Sorgfalt erstellt. Trotzdem können Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Durch die laufende Softwarepflege des Programmherstellers können geringfügige Abweichungen im Text und in den einzelnen Beispielen auftreten. Autor und Herausgeber übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen.

WARENZEICHEN- UND MARKENSCHUTZ

Die in diesen Unterlagen verwendeten Soft-, Hardwarebezeichnungen und Markennamen der jeweiligen Firmen unterliegen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz.

AutoCAD, DWG, das DWG-Logo und Inventor sind eingetragene Marken oder Marken von Autodesk, Inc., und/oder dessen Tochtergesellschaften und/oder Filialen in den USA oder anderen Ländern.

This book is independent of Autodesk, Inc., and is not authorized by, endorsed by, sponsored by, affiliated with, or otherwise approved by Autodesk, Inc.

1. ROHRE UND LEITUNGEN

Gliederung

- Einführung
- Einfügen und Verbinden von Fittingen
- Verwalten von "Rohr- und Leitungsstilen", Vorlagendateien und Vorgaben für Dateibenennung
- Erstellen und Bearbeiten von Routen
- Dokumentation von Rohren und Leitungen
- Publizieren von Rohren, Schläuchen und Verschraubungen

Hinweis: Kopieren der Übungsdateien auf die Festplatte

Wie bereits im Basiskurs beschrieben sollten vor dem Start des Inventor-Programms die zum Buch gehörigen Übungsdateien auf den lokalen Rechner oder das Netzwerk kopiert werden. Führen Sie dazu folgendes aus:

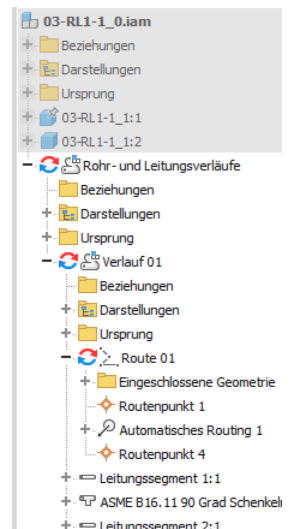
- Laden einer ZIP-Datei aus dem Internet
 - rufen Sie die Haupt-Internetadresse des Buches auf: "www.armin-graef.de/Buch-Inventor-2021.aspx"
 - klicken Sie dort am Ende der Webseite auf die Schaltfläche "Download: Kurs_Inv2021.zip" und speichern Sie die Datei in einem beliebigen Ordner auf Ihrem Rechner oder Netzwerk
- Extrahieren der geladenen ZIP-Datei
 - nach dem Laden der ZIP-Datei können Sie diese in einen beliebigen Ordner extrahieren (z. B. nach "C:\")
 - es entsteht nur ein einziger Hauptordner ("Kurs") mit vielen Unterordnern und Dateien.

1.1 EINFÜHRUNG

GRUNDSÄTZLICHER AUFBAU EINER BAUGRUPPE MIT "ROHREN UND LEITUNGEN"

Eine Baugruppe, in der die Funktionen für "Rohre und Leitungen" aufgerufen wurden, besitzt grundsätzlich folgende Baugruppenstruktur:

- beliebige Baugruppe auf oberster Stufe
 - (darunter) eine einzige Baugruppendatei als "Hauptbaugruppe für Rohre und Leitungen"
 - (darunter) ein oder mehrere Baugruppendateien als jeweils ein "Verlauf von Rohren und Leitungen"
 - (darunter) ein oder mehrere Bauteildateien als so genannte "Routen"
 - enthalten grundsätzlich die Routeninformation in Form von Punkten
 - (darunter) ein oder mehrere Bauteildateien als so genannte "Verbindungen" (Rohre, Leitungen, Schläuche) oder "Fittinge"
 - einerseits werden die Verbindungen und Fittinge beim Füllen der Routen automatisch erzeugt
 - andererseits stellt im Allgemeinen das manuelle Einfügen von Fittingen den Beginn des Erzeugens einer Baugruppe mit "Rohren und Leitungen" dar.



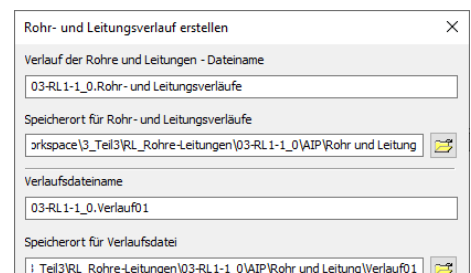
GRUNDSÄTZLICHE AUFRUFMÖGLICHKEITEN DER FUNKTIONEN FÜR "ROHRE UND LEITUNGEN"

Zu Beginn des Arbeitens mit "Rohren und Leitungen" muss die Funktion *Rohr- und Leitungsverlauf erstellen* (Schaltfläche *Rohr und Leitung*) aufgerufen werden. Dies kann mittels der *Multifunktionsleiste* über die Gruppe *Beginnen* innerhalb der Registerkarte *Umgebungen* durchgeführt werden.



Anschließend erscheint die nebenstehende Dialogbox. Es kann folgendes bestimmt werden:

- im oberen Bereich
 - Dateiname und Speicherort der Hauptbaugruppe für "Rohre und Leitungen"
- im unteren Bereich
 - Dateiname und Speicherort der ersten "Verlaufsbaugruppe".

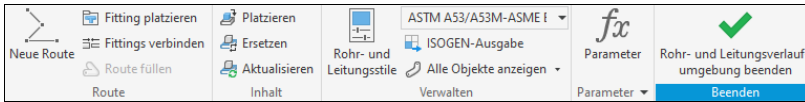


Nach dem Erstellen der Hauptbaugruppe für "Rohre und Leitungen" stehen über die *Multifunktionsleiste* grundsätzlich folgende spezielle Registerkarten zur Verfügung:

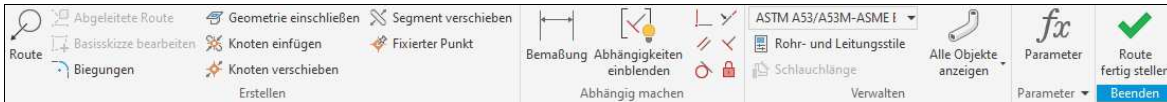
- falls die "Hauptbaugruppe für Rohre und Leitungen" aktiv ist: Registerkarte "Rohr und Leitung"



- falls eine "Verlaufsbaugruppe" aktiv ist: Registerkarte "Leitungsverlauf"



- falls eine "Route" aktiv ist: Registerkarte "Route"



Die einzelnen Funktionen werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

GRUNDSÄTZLICHE ARTEN VON "ROHR- UND LEITUNGSSTILEN"

Die verschiedenen Arten von "Rohren und Leitungen" werden mit Hilfe so genannter "Stile" verwaltet. Innerhalb eines "Stils" sind alle Eigenschaften für den jeweiligen Typ eines "Rohr- oder Leitungsverlaufes" definiert. Es werden grundsätzlich folgende Arten von "Rohr- und Leitungsstilen" unterschieden:

- "Rohrleitung mit Fittings"
 - ANSI/ASME B36.19M-ASME B16.3 - Rohr mit Gewinde und Stahl-Fittings
 - ASME B36.10M-ASME B16.11 - Stahlrohr mit Gewinde
 - ASTM A53/A53M-ASME B16.11 - Geschweißtes Stahlrohr
 - ASTM D 1785-ASTM D 2466 - Verbundenes PVC-Rohr und Fitting
 - DIN 2458/DIN 2605 - Geschweißtes Stahlrohr und Fittings
 - DIN 2458/DIN EN 10242 - Stahlrohr mit Gewinde und Stahl-Fittings
 - DIN 8062/DIN 8063 - Verbundenes PVC-U-Rohr und Fittings
 - ISO 2531 - Geflanschtes, verformbares Stahlrohr und Fittings
 - ISO 4065-ISO 3633 - PVC-Rohr und Fittings
 - ISO 7598/ISO 49 - Stahlrohr mit Gewinde und Stahl-Fittings
 - JIS (Japan Industrial Standard) ...
- "Rohrleitung mit Biegungen"
 - ASTM B 88-ASME B16.22 - Gelötetes Kupferrohr
- "Flexibler Schlauch"
 - Hydraulikschlauch - ...

Das Wählen eines "Rohr- oder Leitungsstiles" kann entweder mittels der Dialogbox *Rohr- und Leitungsstile* oder über die Listen in der *Multifunktionsleiste* durchgeführt werden. Bei beiden Arten muss folgendes beachtet werden:

- falls die "Hauptbaugruppe für Rohre und Leitungen" oder eine "Verlaufsbaugruppe" aktiv ist
 - dann stehen alle Typen von Stilen (der aktuellen "Hauptbaugruppe") zur Auswahl zur Verfügung
 - wenn ein anderer Stil gewählt wird, gilt dieser für alle Rohre und Leitungen, die nachfolgend erstellt werden
 - bestehende Rohre und Leitungen werden nicht geändert
- falls eine "Route" aktiv ist
 - dann sind entweder "die Stile für Rohrleitungen mit Fittings und mit Biegungen" oder die "Stile für Schläuche" verfügbar, aber nicht beide
 - falls eine "Route" in einem anderen "Haupttyp" benötigt wird, muss sie gelöscht und neu erstellt werden
 - wenn ein anderer Stil gewählt wird, wird dieser Stil (nur) auf die aktuelle "Route" angewendet
 - eine "Route" vom Typ "Flexibler Schlauch" kann in eine zusätzliche Baugruppe "eingeschlossen" werden (diese Option ist für alle Stile vom Typ "Flexibler Schlauch" eingeschaltet, die nach der Inventor Installation vorhanden sind)
 - zum Bearbeiten einer solchen "Route" muss die "Route" selbst und nicht die zusätzliche Baugruppe aktiviert werden.

