



Bestellen Sie die Gratis-DVD der farbiger Ausgabe des Buches, incl. 15 Supportkapitel, im PDF-Format

Hans-J. Engelke

Siemens

Solid Edge 2019[®]

Synchronous Technology

Bauteile

Skizzen, Modelle,
Zeichnungsableitungen,
Belastungsanalysen

Zul. Abweichungen n. DIN ISO 2768-1 m
Zul. Abweichungen n. DIN ISO 2768-2 K

1	Stck
Menge	Einh.

Lagerelement

+0,5
-0,5

Passmaß	Mindestmaß	Höchstmaß
Ø30H7	30,000	30,021
Ø40k6	39,987	39,983
8P9	39,987	39,983
Ø60x110	69,887	69,883
Kurzbezeichnung	DIN EN 10278	16M

Ein Lehr- und Lernbuch für den leichten Einstieg in die 3D-Bauteil-Konstruktionen

Hans-J. Engelke

Siemens
Solid Edge 2019
Synchronous Technology
Bauteile

Skizzen, Modelle,
Zeichnungsableitungen,
Belastungsanalysen

1. Auflage 2019

Ein Lehr- und Lernbuch für den leichten Einstieg
in die 3D-Bauteil-Konstruktionen

© 2019 Hans-J. Engelke

© 2019 Books on Demand GmbH

Herstellung und Verlag: [Books on Demand GmbH](#), Norderstedt

ISBN: 978-3-7481-7694-7

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Autors und dem Verlag in irgendeiner Form wie Fotokopie, Mikrofilm, PDF- Erstellung oder eine anderes Kopierverfahren, auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenden Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgenden oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder teilen davon – entsteht, auch nicht für die Verletzung von Patentrechten, die daraus resultieren können.

Ebenso wenig übernehmen Autor und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt also auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.d-nb.de abrufbar.

Der Autor:

Hans- J. Engelke ist als CAD-Dozent in der Erwachsenenbildung- und Weiterbildung tätig.

Siemens
Solid Edge 2019
Synchronous Technology
Bauteile

Skizzen, Modelle,
Zeichnungsableitungen,
Belastungsanalysen

Inhalt

Buchbereich, Inhalt

1	Die dritte Dimension	2	2.6.2.2	Der Größenveränderungsregler	18
1.1	Älter als Papier	2	2.6.3	Ansichtsvergrößerungen, Statusleiste	19
1.2	Die Geschichte der Geometrie	2	2.6.3.1	Ausschnittvergrößerung	19
1.3	Die perspektivische Darstellung	3	2.6.3.2	Ansicht einpassen	19
1.4	Die Geschichte der Technischen Zeichnung	4	2.6.3.3	Ansichtsgröße verändern	19
1.5	Der Meister der unmöglichen Perspektive	5	2.6.3.4	Ausschnitt verschieben	20
1.6	Die CAD-Geschichte	6	2.6.3.5	Ausschnitts-Vergrößerung	20
1.6.1	Solid Edge, die Geschichte	6	2.6.3.6	Modell um die Achsen drehen	20
1.7	3D-Volumenkörper, eine Einführung	7	2.6.4	Um Teilfläche drehen, Vorbemerkungen	21
1.7.1	Platonische Körper	7	2.6.4.1	Um Teilfläche drehen, Statusleiste	21
1.7.2	Kepler-Poinsot-Körper	8	2.7	Ansichtsänderungen und Projektionen	22
1.7.3	Archimedische Körper	8	2.7.1	Ansichtsänderungen über die Statusleiste	22
1.7.4	Catalanische Körper	8	2.7.1.1	Vorherige Ansicht wieder herstellen, Statusleiste	22
1.7.5	Johnson Körper	8	2.7.1.2	Teilfläche ansehen, Statusleiste	22
1.8	3D-Volumenkörper und Solid Edge 2019	9	2.7.1.3	Drehen einer Ansicht über Ansichtsausrichtungen, Statusleiste	23
1.8.1	Erstellen von 3D-Volumengrundkörpern	9	2.7.2	Ansichtsänderungen über den Vorschauwürfel	23
1.8.2	Erstellen von Volumenkörpern aus 2D-Geometrie	9	2.7.2.1	Drehen einer Ansicht über den Vorschauwürfel „Oben“ mit „Drehung“	23
1.8.3	Volumenkörper auf der Grundlage anderer Objekte	9	2.7.2.2	Drehen einer Ansicht über den Vorschauwürfel „Rechts“ mit „Drehung“	23
2	Solid Edge 2019®, programmtechnische Grundlagen	12	2.7.3	Ansichtsformatvorlagen, Statusleiste	24
2.1	CAD-Anwendungen, Vorbemerkungen	12	2.7.3.1	Ansichtsformatvorlage „Drahtmodell“	24
2.2	Solid Edge 2019® im Überblick	12	2.7.3.2	Ansichtsformatvorlage „Sichtbare Kanten“	24
2.3	Synchronous Technology, eine Einführung	13	2.7.3.3	Ansichtsformatvorlage „Sichtbare und verdeckte Kanten“	24
2.3.1	Featurebasierend, historienabhängige Modellierung	13	2.7.3.4	Ansichtsformatvorlage „Schattiert“	24
2.3.2	Synchronous Technologie-Modellierung	13	2.7.3.5	Ansichtsformatvorlage „Schattiert mit sichtbaren Kanten“	24
2.3.3	Die vier innovativen Schlüsselbereiche	13	2.7.4	Ansichtsüberschreibungen	25
2.3.3.1	Schnelle Ideensammlung	13	2.7.4.1	Standardvorgabe „Default“	25
2.3.3.2	Schnelle Konstruktionsänderungen	14	2.7.4.2	Formatvorlage „High Quality“	25
2.3.3.3	Verbesserte Multi-CAD-Nutzung	14	2.7.4.3	Ansichtsformatvorlage „Bodenschatten“	26
2.3.3.4	Vereinfachte Bedienung	14	2.7.4.4	Ansichtsformatvorlage „Bodenspiegelung“	26
2.3.4	Die wichtigsten Werkzeuge der Synchronous Technology	14	2.7.4.5	Ansichtsformatvorlage „Umgebungsschatten“	26
2.3.4.1	3D erstellen	14	2.7.4.6	Anzeigemodus „Perspektive“	26
2.3.4.2	Live Section	14	2.8	Farb- und Material-Zuweisungen	27
2.3.4.3	Helix-Features	14	2.8.1	Farbzuweisungen für Bauteile	27
2.3.4.4	Synchronous Technology für die Blechteilkonstruktion	15	2.8.1.1	Farbzuweisungen für Bauteile, Material	27
2.3.4.5	Solid Edge Simulation	15	2.8.1.2	Farbzuweisungen für Bauteile, Farbe	27
2.3.4.6	Produktdatenmanagement	15	2.8.1.3	Farbzuweisungen für Bauteile, Flächen	28
2.3.4.7	„Design Intent“ (Alt „Live Rules“)	15	2.8.1.4	Farbzuweisungen für Bauteile, Material auf Flächen	28
2.3.4.8	3D-Steuerrad	15	2.8.2	Materialzuweisungen über Materialtabelle, für Bauteile	29
2.3.4.9	PMI-Bemaßung	15	2.8.2.1	Materialzuweisungen über Solid-Edge-Materialtabelle, Vorbemerkungen	29
2.3.4.10	Office-Oberfläche	15	2.8.2.2	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	29
2.3.4.11	Radial-Menüs	15	2.8.2.3	Materialzuweisungen über eigene Materialtabelle, Ausführung	29
2.4	Solid Edge 2019®, Programmgruppen	16	2.8.3	Farbzuweisungen über die Formatvorlagenpalette, für Baugruppen	30
2.4.1	Vorlagendateien	16	2.8.3.1	Materialzuweisungen über „Formatvorlagenpalette“, Vorbemerkungen	30
2.4.1.1	ISO-Teil (Synchronous)	16	2.8.3.2	Materialzuweisungen über „Formatvorlagenpalette“, Ausführung	30
2.4.1.2	ISO-Baugruppe (Synchronous)	16	2.8.3.3	Materialzuweisungen über „Formatvorlagenpalette“, Zuweisung löschen oder ändern	30
2.4.1.3	ISO-Blechteil (Synchronous)	16	3	Geometrische Grundlagen	32
2.4.1.4	ISO-Schweißkonstruktion	16	3.1	Bemaßungen, eine Übersicht	32
2.4.1.5	ISO-Zeichnung	16			
2.5	Solid Edge 2019®, der Programmstart	17			
2.5.1	Vorbemerkungen zu diesem Kapitel	17			
2.5.2	Der Startbildschirm	17			
2.5.2.1	Schaltfläche „Anwendungsmenü“	17			
2.5.2.2	Schaltfläche „Befehls-Multifunktions-Leiste“	17			
2.6	Ausschnittänderungen, Verschieben	18			
2.6.1	Ansichts-Anpassungen über die Statusleiste	18			
2.6.2	Die Größenänderungen	18			
2.6.2.1	Laden der angepassten Arbeitsdatei	18			

3.1.1	Parametrische Bemaßungen	32	3.5.4.2	Koinzidente Referenzebene, mit Drehung, die Erstellung	62
3.1.2	Skizzenbemaßungen, Beispiele	33	3.5.4.3	Datensicherung	62
3.2	Skizzenbemaßungen, Beispiele eintragen	36	3.5.5	Referenzebene, „Über drei Punkte“, erzeugen	63
3.2.1	Lineare Bemaßungen, „SmartDimension“ oder „Abstand zwischen“	36	3.5.5.1	Grundkörper erzeugen	63
3.2.2	Durchmesser Bemaßung mit „SmartDimension“	37	3.5.5.2	Referenzebene, „Über drei Punkte“, die Erstellung	63
3.2.3	Winkel Bemaßungen, „SmartDimension“ oder „Abstand zwischen“	38	3.5.5.3	Datensicherung	63
3.2.4	Bemaßungen zwischen Punkten „Abstand zwischen“	39	3.5.6	Tangentiale Referenzebene erzeugen	64
3.2.5	Symmetrische Durchmesser-Bemaßung	40	3.5.6.1	Grundkörper erzeugen	64
3.3	IntelliSketch, geometrische Beziehungen, Eigenpunkte, eine Übersicht	42	3.5.6.2	Tangentiale Referenzebene erzeugen	64
3.3.1	IntelliSketch, eine Einführung	42	3.5.6.3	Datensicherung	64
3.3.2	Funktionsweise von IntelliSketch	42	4	Solid Edge 2019, 3D-Volumen, Grundkörper	66
3.3.2.1	IntelliSketch-Lokalisierbereich	43	4.1	Eine Einführung	66
3.3.2.2	Ausrichtungsanzeiger	43	4.2	Grundlagen für die Konstruktion	66
3.3.2.3	Unendliche Elemente	43	4.2.1	Skizzen	66
3.3.2.4	Mittelpunkte	43	4.2.2	Ebenen	67
3.3.3	Auswählen und Fangen von Eigenpunkten	44	4.2.3	Bemaßungen (PMI)	67
3.3.3.1	Verfügbare Optionen für Eigenpunkte	44	4.2.4	Geometrische Beziehungen	67
3.3.3.2	Fangen von Punkten, Tastatureingabe	44	4.3	Grundkörper „Quader“ über Rechteckfläche und Extrusion	69
3.3.4	Eigenpunkte fangen, eine Auswahl	45	4.3.1	Quader über Rechteckfläche und Extrusion, Vorbemerkungen	69
3.3.4.1	Eigenpunkt „Schnittpunkt“	45	4.3.2	Quader über Rechteckfläche und Extrusion, Solid Edge starten	69
3.3.4.2	Eigenpunkte mit Tastatur	45	4.3.3	Ein Quader über Extrusion, der Eingabeverlauf für die Basisskizze	69
3.3.4.3	Bogenwinkel im Quadranten fixieren	47	4.3.3.1	Auswahl der Referenzebene über Quickpick	69
3.4	Geometriebeziehungen, Beispiele	50	4.3.3.2	Sperren der Skizzenebene	70
3.4.1	Dynamisches Zeichnen	50	4.3.4	Ein Quader über Extrusion, der Eingabeverlauf für die Basisskizze	70
3.4.1.1	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Rechtwinkligkeit“	50	4.3.4.1	Ein Rechteck über Mitte als Basisskizze	70
3.4.1.2	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Tangential“	51	4.3.4.2	Datensicherung	71
3.4.1.3	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Gleichwertigkeit“	52	4.3.5	Konstruieren des Grundkörpers „Quader“ mit dem Befehl „Extrusion“, Standarderstellung	72
3.4.1.4	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Konzentrisch“	52	4.3.5.1	Datensicherung	72
3.4.1.5	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Parallel“	53	4.3.6	Konstruieren des Grundkörpers „Quader“ mit dem Auswahlwerkzeug	73
3.4.1.6	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Verbinden“	53	4.3.6.1	Öffnen der Bauteildatei	73
3.4.1.7	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, Horizontal/Vertikal	54	4.3.6.2	Die Extrusion über die Auswahlfunktion	73
3.4.1.8	Funktionsweise von geometrischen Beziehungen, „Symmetrisch“	55	4.3.6.3	Datensicherung	74
3.4.1.9	Kombination von geometrischen Beziehungen, „Kollinear“ und „Verbinden“	56	4.4	Grundkörper „Quader“ über Extrusion mit Maßeintragung	75
3.5	Grundlagen für Basiskonstruktionen, Ebenen	58	4.4.1	Maßeintragungen, PMI	75
3.5.1	Referenzebenen, Grundlagen	58	4.4.1.1	Vorbemerkungen	75
3.5.1.1	Basisreferenzebenen	58	4.4.1.2	Erstellen von PMI-Elementen	75
3.5.1.2	Globale oder lokale Referenzebenen	58	4.4.1.3	Farbcodes für PMI-Bemaßungen	75
3.5.1.3	Koinzidente Ebene	59	4.4.1.4	Gesperrte und nicht gesperrte PMI-Bemaßungen	76
3.5.1.4	Tangentenebene	59	4.4.1.5	Dialogfeld zum Bearbeiten des Bemaßungswertes	76
3.5.2	Koinzidente Referenzebene, mit Maßeingabe, erzeugen	60	4.4.1.6	Bearbeitungsmauszeiger für PMI-Bemaßungen	77
3.5.2.1	Grundkörper erzeugen	60	4.4.1.7	Steuerungen zum Bearbeiten des Bemaßungswertes	77
3.5.2.2	Koinzidente Referenzebene, mit Maßeingabe, die Erstellung	60	4.4.2	Ein Quader über Extrusion, der Eingabeverlauf für die Basisskizze	78
3.5.2.3	Datensicherung	60	4.4.2.1	Ein Quader über Extrusion, Vorbemerkungen	78
3.5.3	Koinzidente Referenzebene, mit Eigenpunkt „Mitte“, erzeugen	61	4.4.2.2	Ein Quader über Extrusion, der Eingabeverlauf für die Basisskizze	78
3.5.3.1	Grundkörper erzeugen	61	4.4.3	Grundkörper „Quader“ über Extrusion, mit Maßeintragungen für die Basisskizze	79
3.5.3.2	Koinzidente Referenzebene, mit Eigenpunkt „Mitte“, die Erstellung	61	4.4.3.1	Bemaßung der Höhenkante	79
3.5.3.3	Datensicherung	61	4.4.3.2	Bemaßungsänderung	80
3.5.4	Koinzidente Referenzebene, mit Drehung erzeugen	62	4.4.3.3	Bemaßung der Breitenkante	81
3.5.4.1	Grundkörper erzeugen	62	4.4.3.4	Die Extrusion über die Auswahlfunktion	81
			4.4.3.5	Datensicherung	82

4.5	Grundkörper „Quader“, mit Linienkonstruktion, über Extrusion	83	5.5.3	Grundkörper „Kugel“ über Rotation einer halben Kreisfläche	103
4.5.1	Grundkörper „Quader“, mit Linienkonstruktion, über „Extrusion“, Vorbemerkungen	83	5.5.3.1	Die Kreisfläche, der Eingabeverlauf	103
4.5.2	Ein Rechteck aus Linien als Basis für den Quader	83	5.5.3.2	Halbierungshilfslinie eintragen, der Eingabeverlauf	103
4.5.3	Die Extrusion über die Auswahlfunktion	84	5.5.3.3	Kreisfläche auf die Hälfte trimmen, Elementänderung „Trimmen“, Vorbemerkungen	104
4.5.3.1	Datensicherung	84	5.5.3.4	Kreisfläche auf die Hälfte trimmen, der Eingabeverlauf	104
4.6	Grundkörper „Quader“, über die Formelementfunktion „Quader“	85	5.5.3.5	Rotationserstellung der Kugel	105
4.6.1	Grundkörper „Quader“, über die Formelementfunktion „Quader“, Vorbemerkungen	85	5.5.3.6	Datensicherung	105
4.6.2	Öffnen der eigenen Vorlagendatei	85	5.5.4	Grundkörper „Kugel“ über das Formelement „Kugel“	106
4.6.3	Grundkörper „Quader“, über die Formelementfunktion „Quader“, die Erstellung	85	5.5.4.1	Öffnen der eigenen Vorlagendatei	106
4.6.3.1	Bemaßungsänderung	86	5.5.4.2	Grundkörper „Kugel“, über die Formelementfunktion „Kugel“, die Erstellung	106
4.6.3.2	Datensicherung	86	5.5.4.3	Datensicherung	106
5	Geometrische Grundkörper	88	5.5.5	Grundkörper „Kugelkalotte“, angenähert über „Extrusion“ mit Option „Wölbung“	107
5.1	Geometrische Grundkörper und Solid Edge	88	5.5.5.1	Kugelkalotte über „Extrusion“ mit Option „Wölbung“, Vorbemerkungen	107
5.1.1	Erstellen von 3D-Volumengrundkörpern	88	5.5.5.2	Die Kreisfläche, der Eingabeverlauf	107
5.1.2	Erstellen von Volumenkörpern aus 2D-Geometrie	88	5.5.5.3	Grundkörper „Kugelkalotte“, angenähert, über Extrusion mit Wölbung	108
5.1.3	Volumenkörper auf der Grundlage anderer Objekte	88	5.5.5.4	Datensicherung	108
5.2	Geometrischer Grundkörper „Würfel“	90	5.6	Geometrischer Grundkörper „Kegel“ und Kegestumpf	109
5.2.1	Geometrischer Grundkörper „Würfel“, geometrische Beschreibung	90	5.6.1	Geometrischer Grundkörper „Kegel“ und Kegestumpf, geometrische Beschreibung	109
5.2.2	Ein Würfel über „Rechteck“ und „Extrusion“	91	5.6.1.1	Geometrischer Grundkörper „Kegel“, geometrische Beschreibung	109
5.2.2.1	Erstellung der Basisskizze	91	5.6.1.2	Geometrischer Grundkörper „Kegestumpf“, geometrische Beschreibung	109
5.2.2.2	Erstellung der Würfel-Extrusion	92	5.6.2	Ein Kegel über Rotation einer Dreiecksfläche aus Linien	110
5.2.2.3	Datensicherung	92	5.6.2.1	Eine Dreiecksfläche, der Eingabeverlauf für die Basisskizze	110
5.2.3	Ein Würfel über das Formelement „Quader“	93	5.6.2.2	Die Dreiecksfläche, maßliche Anpassung	111
5.2.3.1	Öffnen der eigenen Vorlagendatei	93	5.6.2.3	Rotationserstellung des stehenden Kegels	111
5.2.3.2	Grundkörper „Würfel“, über die Formelementfunktion „Quader“, die Erstellung	93	5.6.2.4	Datensicherung	112
5.3	Geometrischer Grundkörper „Zylinder“	94	5.6.3	Grundkörper „Kegestumpf“ aus einer Kreisfläche mit „Extrusion“ und Option „Formschräge“	113
5.3.1	Geometrischer Grundkörper „Zylinder“, geometrische Beschreibung	94	5.6.3.1	Kegelform über Extrusion mit Formschräge, Vorbemerkungen	113
5.4	Geometrischer Grundkörper „Zylinder“	95	5.6.3.2	„Kreis über Mitte“, der Eingabeverlauf	113
5.4.1	Grundkörper „Zylinder“ über „Kreis mit Mittelpunkt“ und „Extrusion“	95	5.6.3.3	Pyramidenform über Extrusion mit Formschräge, Vorbemerkungen	114
5.4.1.1	Erstellung der Basisskizze	95	5.6.3.4	Datensicherung	114
5.4.1.2	Extrusions-Erstellung des liegenden Zylinders	96	5.6.4	Grundkörper Kegel über „Extrusion“ und Option „Formschräge“	115
5.4.1.3	Datensicherung	96	5.6.4.1	Datensicherung	115
5.4.2	Grundkörper „Zylinder“ über das Formelement „Zylinder“	97	5.7	Geometrischer Grundkörper „Torus“	116
5.4.2.1	Öffnen der eigenen Vorlagendatei	97	5.7.1	Geometrischer Grundkörper „Torus“, geometrische Beschreibung	116
5.4.2.2	Grundkörper „Zylinder“, über die Formelementfunktion „Zylinder“, die Erstellung	97	5.7.2	Grundkörper „Torus“ über „Rotation“ einer Kreisfläche	117
5.4.2.3	Datensicherung	97	5.7.2.1	Eine Kreisfläche mit Rotationsachse, der Eingabeverlauf	117
5.4.3	Grundkörper „Zylinder“ über Rotation einer Rechteckfläche	98	5.7.2.2	Rotation der stehenden Kreisfläche	118
5.4.3.1	Grundkörper „Zylinder“ über Rotation einer Rechteckfläche, Vorbemerkungen	98	5.7.2.3	Datensicherung	118
5.4.3.2	Grundkörper Zylinder über Rotation, der Eingabeverlauf für die Rechteck-Basisskizze	99	5.8	Geometrischer Grundkörper „Rotationsellipsoid“	119
5.4.3.3	Rotationserstellung des stehenden Zylinders	100	5.8.1	Geometrischer Grundkörper „Rotationsellipsoid“, geometrische Beschreibung	119
5.4.3.4	Datensicherung	101	5.8.2	Grundkörper „Rotationellipsoid“ aus einer halben Ellipsenfläche	120
5.5	Geometrischer Grundkörper „Kugel“ und Kugelkalotte	102	5.8.2.1	Die halbe Ellipsenfläche, der Eingabeverlauf	120
5.5.1	Geometrischer Grundkörper „Kugel“, geometrische Beschreibung	102			
5.5.2	Geometrischer Grundkörper „Kugelkalotte“, geometrische Beschreibung	102			

5.8.2.2	Rotationserstellung des Rotationsellipsoid	121	6.4	Antriebswelle,	
5.8.2.3	Datensicherung	121		Bauteilerstellung über Grundkörper „Zylinder“	146
5.9	Geometrischer Grundkörper „Pyramide“ und Pyramidenstumpf	122	6.4.1	Die Antriebswelle, Vorgaben für die Bauteilerstellung	146
5.9.1.1	Geometrischer Grundkörper „Pyramide“, geometrische Beschreibung	122	6.4.1.1	Die Konstruktionskizze für die Bauteilerstellung	146
5.9.1.2	Geometrischer Grundkörper „Pyramidenstumpf“, geometrische Beschreibung	122	6.4.1.2	Antriebswelle, Geometrie-Vorgaben für die Bauteilerstellung	146
5.9.2	Grundkörper „Pyramidenstumpf“ aus einer Rechteckfläche	123	6.4.2	Die Antriebswelle, die Bauteilerstellung	147
5.9.2.1	„Rechteck über Mitte“, der Eingabeverlauf	123	6.4.2.1	Öffnen der eigenen Vorlagendatei	147
5.9.2.2	Pyramidenform über Extrusion mit Formschräge, Vorbemerkungen	123	6.4.2.2	Grundkörper „Zylinder“, über die Formelementfunktion „Zylinder“, die Erstellung	147
5.9.2.3	Pyramidenform über Extrusion mit Formschräge, Vorbemerkungen	124	6.4.2.3	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	150
5.9.2.4	Datensicherung	124	6.4.2.4	Datensicherung	150
5.9.3	Grundkörper Pyramide über „Extrusion“ und Option „Formschräge“	125	6.5	Antriebswelle, Bauteilerstellung über den Wellen-Assistenten	152
6	Abgesetzte Zylinder, Wellenelemente	128	6.5.1	Die Konstruktionsassistenten „Engineering Reference“	152
6.1	Abgesetzter Zylinder über Skizze mit Maßangabe	128	6.5.1.1	Vorbemerkungen	152
6.1.1	Mit Gittern arbeiten	128	6.5.1.2	Solid Edge Engineering Reference, die Assistenten	153
6.1.1.1	Gitter in der Umgebung „Synchronous“	128	6.5.2	Die Assistenten, eine Auswahl	154
6.1.2	Gitternetzoptionen	128	6.5.2.1	Der Wellen-Assistent	154
6.1.2.1	Gitteroptionen, Einstellungen	129	6.5.2.2	Der Stirnrad-Assistent	154
6.1.2.2	Tastatureingabe für Gitterfunktionen	129	6.5.2.3	Der Kegelrad-Assistent	155
6.2	Abgesetzter Zylinder über eine Linienkonstruktion, mit Maßeintragungen	132	6.5.2.4	Der Schneckenrad-Assistent	155
6.2.1	Abgesetzter Zylinder über eine Linienkonstruktion, die Erstellung	132	6.5.2.5	Der Zahnstangen-Assistent	155
6.2.1.1	Abgesetzter Zylinder, Geometrievorgaben	132	6.5.2.6	Der Kettenrad-Assistent	156
6.2.1.2	Eine geschlossene Rotationsfläche über Linien	132	6.5.2.7	Der „Synchronous Zahnriemenscheiben-Assistent“	156
6.2.1.3	Rotationserstellung der abgesetzten Welle	133	6.5.3	Die Antriebswelle, Vorgaben für die Bauteilerstellung mit dem Wellen-Assistent	157
6.2.2	Farbzuweisungen für Bauteile, Material über „Teil färben“	134	6.5.3.1	Die Konstruktionskizze für die Bauteilerstellung	157
6.2.2.1	Anpassen der Darstellung	134	6.5.3.2	Antriebswelle, Geometrie-Vorgaben für die Bauteilerstellung	157
6.2.2.2	Materialzuweisung „Gold“ über „Teil färben“	135	6.5.3.3	Die Antriebswelle, Vorgaben für den Wellen-Assistenten	157
6.2.2.3	Datensicherung	135	6.5.4	Die Antriebswelle, Start der Bauteilerstellung	157
6.3	Abgesetzter Zylinder mit Innenbohrung, über Skizze, mit Maßangabe	138	6.5.4.1	Vorlagendatei für Baugruppen öffnen	157
6.3.1	Abgesetzter Zylinder mit Innenbohrung, die Erstellung	138	6.5.4.2	Basiseinstellungen für den Wellen-Assistenten	157
6.3.1.1	Abgesetzter Zylinder mit Innenbohrung, die Basisgeometrie	138	6.5.4.3	Geometrie-Eingaben für den Wellen-Assistenten	158
6.3.1.2	Eine geschlossene, äußere Rotationsfläche über Linien	138	6.5.5	Die Antriebswelle, Endbearbeitungen	159
6.3.2	Eine geschlossene, innere Rotationsfläche über Offset und Linien	140	6.5.5.1	Die Antriebswelle, Umwandeln in ein Synchronous-Bauteil	159
6.3.2.1	Linien-Offset der Rotationsachse	140	6.5.5.2	Die Antriebswelle, Anpassung der Darstellung	160
6.3.2.2	Linienstart mit XY-Eingabe	140	6.5.5.3	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	160
6.3.2.3	Linienzug für die innere Rotationsfläche	140	6.5.5.4	Datensicherung	160
6.3.2.4	Bereinigung für die innere Rotationsfläche	142	7	Boolesche Formelemente	162
6.3.3	Maßeintragungen an der Rotationsfläche	142	7.1	Eine Einführung	162
6.3.4	Rotationserstellung des abgesetzten Zylinders mit Innenbohrung	143	7.2	Befehle für Boolesche Operationen	162
6.3.5	Materialzuweisungen über Materialtabelle, für Bauteile	144	7.2.1	Dynamische Vorschau	162
6.3.5.1	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Vorbemerkungen	144	7.2.2	Boolesche Operationen	163
6.3.5.2	Anpassen der Darstellung	144	7.2.2.1	Boolesche Vereinigung	163
6.3.5.3	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	144	7.2.2.2	Boolesche Differenz	163
6.3.5.4	Datensicherung	144	7.2.2.3	Boolesche Schnittmenge	163
			7.2.2.4	Boolesches Teilen	163
			7.3	Boolesche Grundkörper erstellen, einfache Extrusion	165
			7.3.1	Erstellen der Basisfläche für die Extrusion	165
			7.3.1.1	Konstruktionsfläche erstellen	165
			7.3.2	Erstellen der Extrusion mit Zylinder als Differenz	166
			7.3.2.1	Datensicherung	166
			7.4	Boolesche Grundkörper erstellen, uader und Kreisextrusions-Differenz	167
			7.4.1	Grundquader erstellen	167
			7.4.2	Extrusion, Boolesche Vereinigung	168
			7.4.2.1	Datensicherung	168

7.4.3	Extrusion, Boolesche Differenz	169	8	Synchronous Technology, Modelländerungen	188
7.4.3.1	Extrusion löschen	169	8.1	Grundlagen 3D-Steuerrad, Wiederholungen	188
7.4.3.2	Skizze wieder aktivieren	169	8.1.1.1	3D- Steuerrad, linke Maustaste klicken:	188
7.4.3.3	Extrusion mit Differenz erstellen	169	8.1.1.2	3D-Steuerrad, linke Maustaste klicken und Umschalttaste bedienen:	189
7.4.3.4	Datensicherung	169	8.1.1.3	3D-Steuerrad, linke Maustaste ziehen und Umschalttaste betätigen:	189
7.5	Boolesche Grundkörper erstellen „Quader“ und Funktion „Bohrung“	170	8.1.1.4	3D-Steuerrad, linke Maustaste und Steuerungstaste:	189
7.5.1	Grundquader erstellen	170	8.1.1.5	Linke Maustaste und Steuerungstaste ziehen:	190
7.5.1.1	Mittellachsen auf die obere Quaderfläche legen	170	8.2	Der Mauseinsatz in Solid Edge 2019	190
7.5.2	Boolesche Zylinder-Differenz über Funktion „Bohrung“	171	8.2.1	Arten der Mauszeigergrafik, Wiederholungen	190
7.5.2.1	Funktion „Bohrung“, Vorbemerkungen	171	8.2.1.1	Mauszeiger am Steuerrad	191
7.5.2.2	Boolesche Zylinder-Differenz über Funktion „Bohrung“ erstellen	171	8.2.1.2	Bearbeitungsmauszeiger für PMI-Bemaßungen „Design Intent“ (alt LiveRules)	191
7.5.2.3	Datensicherung	171	8.3.1	„Design Intent“, Vorbemerkungen	191
7.6	Boolesche Grundkörper über „Körper hinzufügen“	172	8.3.1.1	Verwenden des Fensterbereichs „Design Intent“	191
7.6.1	Grundkörper erzeugen	172	8.3.1.2	Verwenden des Fensterbereichs „Erweitertes Design Intent“	192
7.6.1.1	Grundkörper 1, Quader	172	8.4	Ändern von Modellen mit dem Steuerrad	192
7.6.1.2	Grundkörper 2, Zylinder	172	8.5	Ändern der Modellgröße	194
7.6.2	Bauelemente zusammenfügen über „Kopie eines Teils“	173	8.5.1	Grundkörper erzeugen	194
7.6.2.1	Befehl „Kopie eines Teils“, Vorbemerkungen	173	8.5.2	Länge und Breite des Würfels anpassen	194
7.6.2.2	Befehl „Kopie eines Teils“, die Ausführung	173	8.5.3	Datensicherung	194
7.6.3	Bauelemente positionieren	174	8.6	Änderungen an existierenden Flächen, Verschieben	195
7.6.4	Boolesche Differenz über Subtraktion	175	8.6.1	Symmetrische Verschiebung	195
7.6.4.1	„Zylinder“ von „Quader“ subtrahieren	175	8.6.1.1	Grundkörper öffnen	195
7.6.4.2	Datensicherung	175	8.6.1.2	Breite des Würfels anpassen	195
7.6.5	„Körper hinzufügen“ über Addition	176	8.6.2	Datensicherung	195
7.6.5.1	„Zylinder“ zum „Quader“ addieren	176	8.6.3	Einseitige Verschiebung	196
7.6.5.2	Datensicherung	176	8.6.3.1	Grundkörper öffnen	196
7.7	Abgesetzter Zylinder mit Innenbohrung, ein boolescher Differenzkörper	177	8.6.3.2	Länge des Würfels anpassen	196
7.7.1	Inneren Grundkörper erzeugen	177	8.6.4	Datensicherung	196
7.7.1.1	Basisskizze öffnen	177	8.7	Änderungen an existierenden Flächen, Rotationsfläche	197
7.7.1.2	Rotationserstellung des inneren, abgesetzten Zylinders	177	8.7.1	Symmetrische Drehung von Seitenflächen	197
7.7.1.3	Datensicherung	177	8.7.1.1	Grundkörper öffnen	197
7.7.2	Äußeren Grundkörper erzeugen	178	8.7.1.2	Flächen symmetrisch drehen	197
7.7.2.1	Basisskizze öffnen	178	8.7.1.3	Datensicherung	198
7.7.2.2	Basisskizze bearbeiten	178	8.7.2	Einseitige Drehung, Rücksetzen der einseitigen 30°-Drehung	199
7.7.2.3	Rotationserstellung des äußeren, abgesetzten Zylinders	178	8.7.2.1	Grundkörper öffnen	199
7.7.2.4	Datensicherung	178	8.7.2.2	Rücksetzen der einseitigen 30°-Drehung	199
7.7.3	Befehl „Kopie eines Teils“, die Ausführung	179	8.7.2.3	Datensicherung	199
7.7.4	Boolesche Differenz über Subtraktion	180	8.7.3	Zylindrische Abrundung der vorderen Quaderfläche	200
7.7.4.1	Zylinder von Quader subtrahieren	180	8.7.3.1	Bilden eines Rotationskörpers	200
7.7.5	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle	181	8.7.3.2	Datensicherung	201
7.7.5.1	Anpassen der Darstellung	181	8.8	Änderungen an existierenden Flächen, Skizzenfläche	202
7.7.5.2	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	181	8.8.1	Torusförmige Ausrundung aus der oberen Kreisfläche	202
7.7.5.3	Datensicherung	181	8.8.1.1	Grundkörper mit Kreisskizze anpassen	202
7.7.6	Volumen-Differenz, die Konstruktionskontrolle	182	8.8.1.2	Torusförmige Ausrundung erstellen	202
7.7.6.1	Darstellungstiefe, Vorbemerkungen	182	8.8.1.3	Datensicherung	203
7.7.6.2	Darstellungstiefe, Einstellungen	182	8.8.2	Abschrägung der oberen Kreisfläche mit Zylinderbildung	204
7.8	Hüllkörper mit Innenbohrung, ein boolescher Differenzkörper über Abformung	183	8.8.2.1	Grundkörper erstellen	204
7.8.1	Basisbauteile öffnen	183	8.8.2.2	Skizzenfläche bearbeiten	204
7.8.2	Boolescher Differenzkörper über Abformung, die Erstellung	183	8.8.2.3	Kreisfläche mit Zylinderbildung, die Volumenerstellung	205
7.8.3	Materialzuweisungen über Solid Edge-Materialtabelle, Ausführung	184	8.8.2.4	Datensicherung	205
7.8.3.1	Teilflächen-Materialzuweisung über „Teil färben“	184	8.8.3	Abschrägung der oberen Kreisfläche mit Bohrungsbildung	206
7.8.3.2	Datensicherung	184	8.8.3.1	Grundkörper öffnen	206
			8.8.3.2	Kreisfläche mit Zylinderbildung, die Bohrungserstellung	206
			8.8.3.3	Datensicherung	206

8.9	Änderungen an existierenden Volumen, Teilflächenbeziehungen	207	9.2.2	Bohrungen als Solid Edge-Funktion	223
8.9.1	Konzentrische Teilflächenbeziehung	207	9.2.2.1	Gewindebohrungen	224
8.9.1.1	Grundkörper erstellen	207	9.2.2.2	Bohrtiefen	224
8.9.1.2	Bohrung konzentrisch über „Kopie eines Teiles“ und „Subtraktion“	208	9.2.2.3	Bohr-Bodenwinkel	224
8.9.1.3	„Zylinder“ subtrahieren	209	9.2.2.4	Bearbeiten von Bohrungen	224
8.9.1.4	Datensicherung	209	9.3	Die Bohrplatte, Bauteilerstellung	226
8.9.2	Koplanare Teilflächenbeziehung der Zylinder	210	9.3.1	Die Konstruktionskizze für die Bauteilerstellung	226
8.9.2.1	Zylinderhöhen koplanar	210	9.3.1.1	Die Bohrplatte, Vorgaben für die Bauteilerstellung	226
8.9.3	Teilflächenbeziehung „Gleicher Radius“	211	9.3.2	Die Bohrplatte, Bauteilerstellung für den Grundkörper	227
8.9.3.1	Zylinder „Gleicher Radius“	211	9.3.2.1	Vorlagendatei öffnen	227
8.9.3.2	Datensicherung	211	9.3.2.2	Rechteckskizze erstellen	227
8.10	Änderungen an existierenden Volumen, Lageänderungen	212	9.3.2.3	Abrundung der vier Rechteckkanten	227
8.10.1	Grundkörper laden	212	9.3.2.4	Die Extrusion über die Auswahlfunktion	228
8.10.2	Lageänderung des Aufsatzzylinders	212	9.3.2.5	Bemaßung des Basiskörpers	228
8.10.2.1	Datensicherung	212	9.3.2.6	Datensicherung	228
8.11	Änderungen an existierenden Volumen, Geometriegrößen-Änderungen	213	9.3.3	Die Bohrplatte, Mittellachsenkonstruktion, Basislinien	229
8.11.1	Geometriemaße am „Torus“ ändern	213	9.3.3.1	Skizzenansicht	229
8.11.1.1	Grundkörper laden	213	9.3.3.2	Basis-Mittellachsen erstellen	229
8.11.1.2	Geometriemaße am Torus ändern, die Ausführung	213	9.3.4	Die Bohrplatte, Mittellachsenkonstruktion, Mittellachsen für Bohrungen	230
8.11.1.3	Datensicherung	213	9.3.4.1	Grundskizze, senkrechte, parallele Linien	230
8.12	Änderungen an existierenden Volumen, Geometriegrößen-Änderungen, Maße	214	9.3.4.2	Grundskizze, waagerechte, parallele Linien	231
8.12.1	Geometriemaße am booleschen Grundkörper ändern	214	9.3.5	Die Bohrplatte, mittlere Durchgangsbohrung	232
8.12.1.1	Grundkörper laden	214	9.3.6	Die Bohrplatte, Senkbohrung für Zylinderschrauben	233
8.12.1.2	Höhenänderung nach oben	214	9.3.7	Die Bohrplatte, Gewinde-Durchgangsbohrung	233
8.12.1.3	Änderung von Länge und Breite	214	9.3.8	Die Bohrplatte, Senkbohrung für Senkschrauben	234
8.12.1.4	Änderung des Zylinder-Durchmessers	215	9.3.9	Die Bohrplatte, Bohrungsverteilung über Formelement-Spiegelung	235
8.12.1.5	Datensicherung	215	9.3.9.1	Koinzidente Referenzebene, mit Eigenpunkt „Mitte“, erzeugen Mittelebene auf der Länge	235
8.12.2	Bohrungsform und Maße am booleschen Grundkörper ändern	216	9.3.9.2	Koinzidente Referenzebene, mit Eigenpunkt „Mitte“, erzeugen Mittelebene auf der Breite	235
8.12.2.1	Grundkörper erstellen	216	9.3.9.3	Spiegelung der erstellten Formelemente	236
8.12.2.2	Änderung des Bohrungs-Durchmessers	216	9.3.9.4	Datensicherung	236
8.12.2.3	Änderung der Bohrungsform	216	9.3.10	Die Bohrplatte, Kantenzustand DIN ISO 13715, allseitig	237
8.12.2.4	Datensicherung	216	9.3.11	Die Bohrplatte, Materialzuweisungen über Materialtabelle	237
8.13	Änderungen an existierenden Volumen, Abschrägungen anbringen, mit Extrusion erweitern	217	9.3.11.1	Datensicherung	237
8.13.1	Grundkörper laden	217	9.4	Die Winkelhalterung, Bauteilerstellung	238
8.13.2	Abschrägung anbringen	217	9.4.1	Die Konstruktionskizze für die Bauteilerstellung	238
8.13.3	Abschrägung mit Extrusion erweitern	218	9.4.2	Die Winkelhalterung, Vorgaben für die Bauteilerstellung	238
8.13.3.1	Datensicherung	218	9.4.3	Die Winkelhalterung, Bauteilerstellung für den Grundkörper:	239
8.14	Änderungen an existierenden Volumen, Änderungen an verbundene Flächen	219	9.4.3.1	Eingabeablauf für den hinteren Aufsatz	239
8.14.1	Verbundene Flächen, Funktion „Erweitern/Trimmen“	219	9.4.3.2	Eingabeablauf für den rechteckigen Ansatz	240
8.14.1.1	Grundkörper laden	219	9.4.3.3	Datensicherung	240
8.14.1.2	Funktion „Erweitern / Trimmen“, die Ausführung	219	9.4.4	Die Winkelhalterung, Eingabeablauf für die vordere Lasche	241
8.14.2	Verbundene Flächen, Funktion „Kippen“	220	9.4.4.1	Die Basisskizze, Lagebereitstellung	241
8.14.3	Verbundene Flächen, Funktion „Anheben“	220	9.4.4.2	Die Basisskizze, Linienkonstruktion	241
8.14.3.1	Datensicherung	220	9.4.4.3	Die Basisskizze, Kreiskonstruktion	242
9	Formelemente, Basiskonstruktionen	222	9.4.4.4	Die Basisskizze, Linienbereinigung	243
9.1	Formelemente, Vorbemerkungen	222	9.4.4.5	Die Basisskizze, symmetrische Lage zuweisen	243
9.2	Grundlagen für Basiskonstruktionen, Bohrungen	223	9.4.4.6	Die Volumengenerierung der vorderen Lasche	243
9.2.1	Bohrungen, technische Grundlagen	223	9.4.5	Die Winkelhalterung, Eingabeablauf für die Bauteilabrundungen	244
9.2.1.1	Durchgangsbohrung:	223	9.4.5.1	Verrundungen der vorderen Lasche	244
9.2.1.2	Gewindebohrung:	223	9.4.5.2	Verrundungen des rechteckigen Ansatzes	244
9.2.1.3	Schraubensenkung DIN 974-1, für Zylinderschrauben:	223	9.4.5.3	Datensicherung	244
9.2.1.4	Schraubensenkung DIN 974-2, für Sechskantschrauben:	223	9.4.6	Die Winkelhalterung, Eingabeablauf für die Durchgangsbohrungen in der Lasche	245
9.2.1.5	Schraubensenkung DIN 74 und DIN EN ISO 15065, für Senkschrauben:	223	9.4.6.1	Die erste Durchgangsbohrung	245

9.4.6.2	Die zweite Durchgangsbohrung über „Spiegeln“	246	10.3.3	Das rechteckige Muster	266
9.4.7	Die Winkelhalterung, das Langloch in der Lasche	246	10.3.3.1	Die Stufenbohrung nach DIN 974-1	266
9.4.7.1	Ansichts-Lageänderungen über „Vorschauwinkel“	246	10.3.3.2	Die maßliche Positionierung der Stufenbohrung	267
9.4.7.2	Basisskizze für die Langlocherstellung	247	10.3.3.3	Das Muster über „Rechteckmuster“ anordnen	267
9.4.7.3	Langlocherstellung mit der Funktion „Schlitz“	247	10.3.3.4	Datensicherung	268
9.4.7.4	Datensicherung	247	10.4	Erstellen eines Flanschrings	269
9.4.8	Die Winkelhalterung, die Langlöcher im Grundkörper	248	10.4.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	269
9.4.8.1	Ansichts- Lageänderungen der Winkelhalterung	248	10.4.2	Erstellen des Flanschrings	269
9.4.8.2	Geometrie projizieren	248	10.4.2.1	Der Grundkörper	269
9.4.8.3	Basisskizze für die Langlocherstellung	248	10.4.2.2	Der Drehansatz	270
9.4.8.4	Die Basisskizze, Linienbereinigung	249	10.4.2.3	Die zentrale Ausdrehung	270
9.4.8.5	Langlocherstellung mit der Funktion „Schlitz“	249	10.4.2.4	Das kreisförmige Muster, Grundbohrung anordnen	271
9.4.8.6	Die zweite Durchgangsbohrung über Spiegeln	250	10.4.2.5	Das kreisförmige Muster anordnen	272
9.4.9	Die Winkelhalterung, Kantenzustand DIN ISO 13715	250	10.4.2.6	Datensicherung	272
9.4.10	Die Winkelhalterung, Materialzuweisungen über Materialtabelle	251	10.5	Fundament mit Rippen, Dünnwand und Lippe	273
9.4.10.1	Datensicherung	251	10.5.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	273
9.5	Drehteil mit Passfedernut, die Bauteilerstellung	252	10.5.2	Grundkörper laden	273
9.5.1	Die Konstruktionsskizze für die Bauteilerstellung	252	10.5.3	Die Hohlkörpererstellung	273
9.5.2	Drehteil mit Passfedernut, Vorgaben für die Bauteilerstellung	252	10.5.4	Der Lippenansatz	274
9.5.3	Drehteil mit Passfedernut, in Rotationskörper über Linien	252	10.5.4.1	Datensicherung	274
9.5.3.1	Eine geschlossene Rotationsfläche über Linien	253	10.5.5	Die einseitige Rippenerstellung	275
9.5.3.2	Rotationserstellung der Grundwelle	253	10.5.5.1	Koinzidente Mittelebene auf Mitte der langen Seite	275
9.5.4	Drehteil mit Passfedernut, die Durchgangsbohrung	254	10.5.5.2	Konstruktion einer Rippen-Basislinie	275
9.5.5	Drehteil mit Passfedernut, Außengewinde auf dem vorderen Zylinder	254	10.5.5.3	Konstruktion einer einseitigen Rippe	276
9.5.5.1	Außengewinde, Grundlagen	254	10.5.5.4	Datensicherung	276
9.5.5.2	Außengewinde, Fertigstellung	255	10.5.6	Die Rippenspiegelung über Mitte	277
9.5.6	Die Gewindestufenbohrung im Wellenansatz	255	10.5.6.1	Koinzidente Mittelebene auf Mitte der kurzen Seite	277
9.5.7	Drehteil mit Passfedernut, Anfasungen und Abrundungen	256	10.5.6.2	Die zweite Rippe über „Spiegeln“	277
9.5.7.1	Drehteil mit Passfedernut, Anfasungen des Außengewindes	256	10.5.6.3	Datensicherung	277
9.5.7.2	Drehteil mit Passfedernut, Anfasungen des hinteren Drehansatzes	256	10.5.7	Fünf Rippen über „Runde Anordnung“	278
9.5.7.3	Drehteil mit Passfedernut, Anfasungen des mittleren Drehansatzes	256	10.5.7.1	Bauteildatei laden	278
9.5.7.4	Drehteil mit Passfedernut, Kantenabrundung des hinteren Wellenansatzes	257	10.5.7.2	Datensicherung	278
9.5.7.5	Datensicherung	257	10.6	Erstellen eines Gehäusedeckels mit Verrundung, Dünnwand und Gitter	279
9.5.8	Drehteil mit Passfedernut, Einbringen einer Passfedernut DIN 6885	258	10.6.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	279
9.5.8.1	Tangentiale Referenzebene erzeugen	258	10.6.2	Grundkörper erstellen	279
9.5.8.2	Basisskizze für die Langlocherstellung	258	10.6.2.1	Der Basis-Quader, die Erstellung	279
9.5.8.3	Langlocherstellung mit der Funktion „Schlitz“	259	10.6.2.2	Der Basis-Quader, Kantenabrundungen	280
9.5.9	Die Bohrplatte, Materialzuweisungen über Materialtabelle	259	10.6.2.3	Der Basis-Quader, Hohlkörpererstellung	280
9.5.9.1	Datensicherung	259	10.6.2.4	Der Basis-Quader, Lippenansatz setzen	281
10	Mächtige Befehle, optimierte Konstruktionen	262	10.6.3	Das Lüftungsgitter	281
10.1	Vorbemerkungen	262	10.6.3.1	Das Lüftungsgitter - die Skizze im Deckel	281
10.2	Auflistung der Formelement-Funktionen	262	10.6.3.2	Das Lüftungsgitter - die Öffnungen im Deckel	282
10.2.1	3D-Formelement „Rechteckmuster“	262	10.6.3.3	Datensicherung	284
10.2.2	3D-Formelement „Kreis muster“	262	10.7	Erstellen eines Gehäusedeckels mit Versteifungsnetz	285
10.2.3	3D-Formelement „Rippe“	262	10.7.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	285
10.2.4	3D-Formelement „Dünnwand“	262	10.7.2	Grundkörper laden	285
10.2.5	3D-Formelement „Lippe“	263	10.7.3	Das Versteifungsnetz	285
10.2.6	3D-Formelement „Lüftungsgitter“	263	10.7.3.1	Das Versteifungsnetz, die Skizze im Deckel	285
10.2.7	3D-Formelement „Versteifungsnetz“	263	10.7.3.2	Das Versteifungsnetz, die Verstärkungen im Deckel	286
10.2.8	3D-Formelement „Befestigungsdom“	263	10.7.3.3	Datensicherung	286
10.3	Erstellen einer Abdeckung	266	10.8	Erstellen eines Gehäusedeckels mit Befestigungsdom	287
10.3.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	266	10.8.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	287
10.3.2	Grundkörper erzeugen	266	10.8.2	Grundkörper laden	287
			10.8.2.1	Sequentielle Umgebung einstellen	287
			10.8.3	Der Befestigungsdom, die Positionierung	287
			10.8.3.1	Der Befestigungsdom, die Skizze im Deckel	287
			10.8.4	Befestigungsdom erstellen	288
			10.8.4.1	Datensicherung	289
			10.9	Konstruktion einer Druckfeder	290
			10.9.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	290
			10.9.2	Erstellen der Basisgeometrie	290
			10.9.3	Die Schraubenflächen-Ausprägung	291
			10.9.3.1	Datensicherung	291

10.9.4	Die einseitige Anlagefläche der Druckfeder erzeugen	292	26	Die DVD zum Buch, bebildeter Inhalt	26-2
10.9.4.1	Referenzebene „Senkrecht zur Kurve“ erzeugen	292	26.1	Die Buch-DVD, Auflistung der Inhalte für den gedruckten Buchbereich	26-2
10.9.4.2	Differenzzylinder als für Anlagefläche erzeugen	292	26.1.1	Buch-Kapitel 2, programmtechnische Grundlagen, Auszüge	26-2
10.9.5	Die zweite Anlagefläche der Druckfeder erzeugen	293	26.1.2	Buch-Kapitel 3, Geometrische Grundlagen	26-5
10.9.5.1	Koinzidente Referenzebene mit Abstand erzeugen	293	26.1.3	Buch-Kapitel 4, 3D-Volumenkörper, Grundkörper	26-9
10.9.5.2	Die zweite Anlagefläche über „Spiegeln“	294	26.1.4	Buch-Kapitel 5, Geometrische Grundkörper	26-10
10.9.5.3	Datensicherung	294	26.1.5	Buch-Kapitel 6, Abgesetzte Zylinder, Wellenelemente	26-11
10.10	Konstruktion eines Trapezgewindes	295	26.1.6	Buch-Kapitel 7, Boolesche Formelemente	26-12
10.10.1	Die Basisgeometrie, Vorgaben	295	26.1.7	Buch-Kapitel 8, Synchronous Technologie, Modelländerungen	26-15
10.10.2	Erstellen der Basisgeometrie	295	26.1.8	Buch-Kapitel 9, Formelemente, Basiskonstruktionen	26-19
10.10.3	Der Trapezgewinde-Querschnitt	296	26.1.9	Buch-Kapitel 10, Mächtige Befehle, optimierte Konstruktionen	26-20
10.10.4	Das Trapezgewinde	296	26.2	Die Support-Kapitel auf der Buch-DVD, Inhalte im Kurzüberblick	26-23
10.10.4.1	Vorgaben	296	26.2.1	DVD-Supportkapitel 12, Programm-Grundlagen, DVD 12-1 bis 12-36	26-23
10.10.4.2	Die Trapezgewindeerstellung	297	26.2.2	DVD-Supportkapitel 13, Installationen, DVD 13-1 bis 13-80	26-23
10.10.5	Das Gewindeende, Ausführung als Fase	298	26.2.3	DVD-Supportkapitel 14, Geometrische Grundkörper, Erweiterungen, DVD 14-1 bis 14-16	26-24
10.10.5.1	Anbringung der ersten Fase	298	26.2.4	DVD-Supportkapitel 15, Wellenelemente und Hohlkörper, Erweiterungen, DVD 15-1 bis 15-32	26-26
10.10.6	Die Trapezgewindewelle, Materialzuweisungen über Materialtabelle	298	26.2.5	DVD-Supportkapitel 16, Boolesche Formelemente, Erweiterungen, DVD 16-1 bis 16-14	26-28
10.10.6.1	Datensicherung	298	26.2.7	DVD-Supportkapitel 18, Formelemente, optimierte Konstruktionen, Erweiterungen, DVD 18-1 bis 18-70	26-34
11	Die DVD zum Buch	300	26.2.8	DVD-Supportkapitel 19, Übergangskörper, DVD 19-1 bis 19-44	26-37
11.1	Vorbemerkungen	300	26.2.9	DVD-Supportkapitel 20, Flächenmodellierungen, BlueSurf, DVD 20-1 bis 20-44	26-41
11.2	Die Buch-DVD, Preis und Bestellmöglichkeit	300	26.2.10	DVD-Supportkapitel 21, Durchdringungen, Verschneidungen, DVD 21-1 bis 21-82	26-44
11.3	Die Buch-DVD, Inhalte im Überblick	300	26.2.11	DVD-Supportkapitel 22, Zeichnungsableitungen, DVD 22-1 bis 22-44	26-48
11.3.1	Support-Kapitel	300	26.2.12	DVD-Supportkapitel 23, Bauteil-Import, DVD 23-1 bis 23-38	26-53
11.3.2	Die Buch-DVD	300	26.2.13	DVD-Supportkapitel 24, 3D-Drucken, DVD 24-1 bis 24-38	26-56
11.3.2.1	Die Buch-DVD, Solid Edge 2019, Dateien zu den Lerneinheiten	300	26.2.14	DVD-Supportkapitel 25, Belastungsanalysen, DVD 25-1 bis 25-46	26-59
11.3.2.2	Die Buch-DVD, Solid Edge 2019, PDF-Dateien	300			
11.3.2.3	Die Buch-DVD, Auflistung der Inhalte	300			

„Indem wir auf die Betrachtung der Fläche gleich die in Bewegung befindlichen Körper folgen ließen, ehe wir noch die Körper bloß für sich betrachten, während es sich doch eigentlich gehörte nach der zweiten Ausdehnung erst die dritte folgen zu lassen.“

- Platon „Der Staat“ -

- Sokrates beklagt den Zustand der Raumgeometrie -
(etwa 375 v. Chr.)

Vorwort

Schon wieder ein neues Buch zu Solid Edge, schon wieder Geld investieren für die eigene Fortbildung, leider ein klares Ja, da die heutigen Programmerweiterungen nur in Verbindung mit dem Befehlsbestand der vorherigen Versionen optimal nutzbar sind.

Dieses Buch wendet sich an Einsteiger die ihre ersten Schritte mit der neuen Solid Edge Version 2019 gehen wollen oder müssen. Programmschritte, Anpassungen und Befehlsfunktionen werden ausführlich Schritt für Schritt dargestellt und mit erläuternden Bildfolgen unterstützt, die Inhalte beziehen sich auf Solid Edge 2019 als Basis, sind aber im engen Maße versionsneutral.

Im ersten Kapitel wird wieder die geschichtliche Entwicklung der Geometrie von mir beleuchtet, denn es war schon immer mein Ansatz, dass ohne das Wissen um die Geschichte keine Entwicklung in die Zukunft geben kann, außerdem nimmt dieser Einstieg die starre Struktur eines reinen Lernbuches.

Das [Kapitel 2](#) bildet den Anfang für die Anwendung verschiedener Darstellungstechniken auf Basis eine fertigen Vorlage, die Grundinstallation, die aufwändige Programmanpassung und die benötigten weiteren Anwendungs-Installationen finden einen breiten Raum im Kapitel 12 auf der Buch-DVD.

Ein Wort noch in persönlicher Sache, dies Buch erscheint wieder über BOD, da es für Fachbuchverlage nicht gewinnbringend ist, CAD Bücher in hoher Druckqualität und mit großer Seitenzahl, für einen kleineren Anwenderbereich zu verlegen.

Um dieses Buch auch kostenüberschaubar einem kleineren Anwenderkreis zur Verfügung zu stellen, habe ich auf ein Druckformat in Farbe verzichtet.

Für die Käufer dieses Buches biete ich die Möglichkeit an, eine DVD gegen Vorlage der Kaufbestätigung, gratis zu bestellen, hierzu sehen Sie bitte das [Kapitel 11](#) an. Mit dem [Kapitel 11](#) und dem Index-Verzeichnis endet die Papierausgabe des Buches, da die, von **BOD**, angebotene Seitenzahl nicht überschritten werden darf.

Mit den Support-Kapiteln 12 bis 26, die zur Erarbeitung der verschiedenen Möglichkeiten der Bauteilerstellung von Solid Edge 2019 unbedingt nötig sind wird diese Seitengrenze bei Weitem überschritten, eine Reduktion, an dieser wichtigen Stelle, wollte ich nicht vornehmen, deshalb sind die fast 600 zusätzlichen Seiten auf der Buch-DVD zu finden.

Durch eine Umstrukturierung der Buchausgabe zu Solid Edge 2019, einige Kapitel gehen auf die Buch-DVD, konnte ich den Preis deutlich senken.

Die Buch-DVD beinhaltet die, in den [Kapiteln 2 bis 10](#) beschriebenen Arbeitsdateien, außerdem sind auch die Arbeitsdateien für die Supportkapitel 12 bis 26 in den Kapitel-Verzeichnissen zu finden. Das Kapitel 24 ist dem 3D-Druck aus Solid Edge 2019 gewidmet, weitere spezielle Anwendungen wie der Import anderer CAD-Bauteile (DVD-Kapitel 23) und die Belastungsanalyse (DVD-Kapitel 25) finden den Platz auf der DVD.

Zusätzlich zu einem Leitfaden, zur Nutzung der DVD, sind das komplette Buch und die Support-Kapitel, in einer Farbausgabe im PDF-Format beigegeben, um die Nachteile der **BOD**-Graustufen-Ausgabe zu mildern.

Ein besonderer Dank gilt meiner Frau Birgit, die sich wieder als Lektorin ausgezeichnet hat.

Hans- J. Engelke, im Januar 2019

1

Siemens
Solid Edge 2019
Synchronous Technology

Die dritte Dimension,
Geschichtliches

1 Die dritte Dimension

1.1 Älter als Papier

Unser Wort »Karte« stammt vom griechischen Wort *CHARTES*, was so viel wie »Papierblatt« bedeutet. Die ersten erhaltenen grafischen Umgebungsdarstellungen, die an unsere heutigen Karten erinnern, stammen aus der Zeit 2300 v. Chr. Die Babylonier kratzten zu dieser Zeit Weglinien in Lehmtabletten und brannten diese.

Das so gesammelte Wissen lief in der Stadt Milet zusammen, das bis 600 v. Chr. zu einem Zentrum der Geografie wurde, aus dieser Zeit stammt auch der Begriff Geometrie (Erdaufzeichnung).

In dieser Zeit kam man zu durchaus zu unterschiedlichen Hypothesen: Hekataios von Milet (etwa 550–480 v. Chr.), Autor des ersten Geografiebuches um 500 v. Chr., vertrat die Meinung, die Erde sei tatsächlich eine Scheibe.

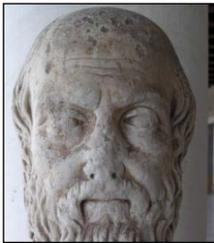
Ein paar Jahrzehnte später sah das Herodot schon deutlich anders, da er mehr Daten aus einer phönizischen Afrika-Umsegelung hatte.

Es bildete sich jedoch aus immer genaueren Beobachtungen der Konsens heraus, dass die Erde eine sphärische Form haben müsse, eine ausführliche Begründung lieferte etwa Aristoteles um 350 v. Chr. Die Griechen, als letzter und wichtigster ist Ptolemaios/Ptolemäus (90–168 v. Chr.) zu nennen, waren allerdings in ihrem Fach so gut, dass sich auch ihre Fehler sehr lange hielten. So haben wir es etwa teilweise der Tatsache, dass Ptolemäus den Radius der Erde kräftig unterschätzte, zu verdanken, dass Kolumbus mit allgemein bekannten Ergebnissen den Weg nach Westen einschlug, um Indien zu finden.

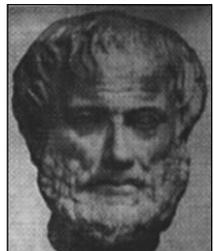
China hatte ein hoch entwickeltes Vermessungswesen, und im Osmanischen Reich war die griechische Tradition weiter gepflegt worden. Parallel zu dieser neuen Genauigkeit trat bis weit in die Neuzeit zum Ausgleich eine neue Lust an der Ausschmückung und Ausmalung der Karte. Viele Gegenden waren ganz buchstäblich weiße Flecken, die mit Fantasie gefüllt werden wollte – bald tummelten sich dort Seeungeheuer, Drachen und dergleichen, oft auf Kupferstichen oder Holzschnitten wiedergegeben.



Die Weltkarte des Hekataios



Herodot



Aristoteles



Ptolemaios

1.2 Die Geschichte der Geometrie

Geometrie (zu deutsch "Vermessung der Erde") ist sicher eine der ältesten Wissenschaften. Überall dort, wo Ausgrabungen Geschichten prähistorischer Kulturen in unsere Zeit sprechen lassen, erzählen sie auch eine Geschichte der Geometrie: regelmäßig oder symmetrisch geformte, bemalte oder angeordnete Alltags-, Gebrauchs-, oder Ritualgegenstände zeugen von dem Erkennen und Übertragen geometrischer Strukturen, die sich vielfältig in der Natur finden lassen. Kugelähnliche Tongefäße lassen sich bei gleichem Fassungsvermögen materialsparender und stabiler herstellen wie quaderförmige, die sich dafür besser schlichten lassen.

Anhand von Gestirnen kann man sich orientieren und bei Malereien in Höhlen und auf Ton erkennt man Menschen, Tiere und Landschaften wieder, wenn man sie so verkleinert darstellt, dass die Proportionen erhalten bleiben. Auch die mit den ersten Hochkulturen entstehenden Schriftsprachen überliefern geometrisches Wissen aus Baukunst, Handwerk, Landwirtschaft und Astronomie.

So konnte man in Ägypten nicht nur geradlinig begrenzte Flächen in rechtwinklige Dreiecke und diese wiederum in Rechtecke flächengleich umwandeln, auch die Formel für das Volumen allgemeiner Pyramidenstümpfe war bekannt. Die Umsetzung dieser Kenntnisse in Bauwerken wie den Pyramiden von Gizeh (ca. 2900 v. Chr.) beeindruckt noch heute.

Den Ursprung der Geometrie findet man auch bei den Chaldäern. Der Phönizier Tales ging nach Ägypten, um sich dort auszubilden und ließ sich darauf zu Milet nieder, wo er die ionische Schule stiftete, aus welcher die griechischen Philosophen hervorgingen, denen man die ersten Fortschritte der Geometrie zu verdanken hat.

Pythagoras von Samos, ein Schüler des Thales ging wie dieser zuerst nach Ägypten und Indien, zog sich dann nach Italien zurück und gründete hier seine Schule, die weit berühmter geworden ist, als die, aus welcher sie hervorging. Diesem Philosophen und seinen Schülern gebührt der Ruhm der ersten Entdeckungen in der Geometrie, zu deren ausgezeichnetsten die Theorie der Incommensurabilität (nicht gemeinsam messbar) gewisser Linien, wie der Diagonale eines Quadrats im Vergleich mit der Seite desselben und die Theorie der regulären Körpern gehören.

Diese ersten Schritte in der Wissenschaft von den ausgedehnten Größen bieten nur einige elementare Sätze dar, die sich auf die gerade Linie und den Kreis beziehen, worunter die merkwürdigsten von Pythagoras sind.

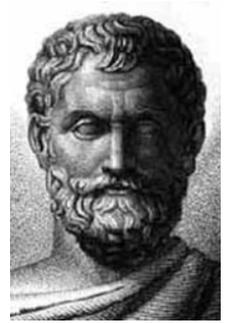
Die Unmöglichkeit des Messens der Diagonalen eines Quadrats oder eines regelmäßigen Fünfecks mit Hilfe von Zahlenverhältnissen sowie die Paradoxien des Zenon von Elea mit bewegten Objekten (um 450 v. Chr.) haben dazu beigetragen, dass sich die griechische Mathematik stärker auf die Geometrie konzentrierte.

Im Mittelalter gab es den von Wentzel Jamnitzer entworfenen Ausdruck **Perspectiva corporum regularium**, damit wurden geometrische Argumentationsketten bezeichnet, die streng logisch abgeleitet und von dem Radierer Jost Amman in geschnittene Bilder umgesetzt wurden. Diese Regeln sind das Ergebnis seiner intensiven Beschäftigung mit den Problemen der perspektivischen Darstellung. Jedoch drücken seine Bilder nicht nur den gekonnten Umgang mit Zirkel und Lineal nach den Regeln Euklids aus, sondern die fünf regulären Körper und deren "Metamorphosen" werden in einem metaphysischen Zusammenhang gesehen.

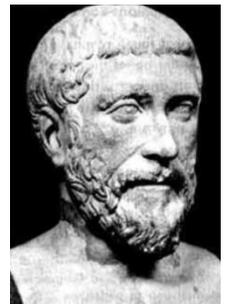
1.3 Die perspektivische Darstellung

Die Suche nach den korrekten Regeln für die zeichnerische Ausführung der Zentralprojektion hat seit dem ausgehenden Mittelalter zahlreiche Künstler und Mathematiker beschäftigt, von denen in der folgenden Beschreibung einige wichtige Arbeiten genannt sind:

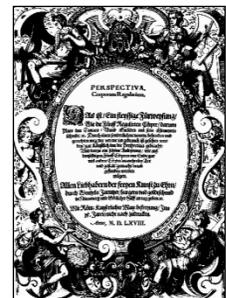
Leon Battista Alberti, 1435 **De pictura**, Piero della Francesca ca. 1450 **De prospectiva pingendi**, Luca Pacioli 1494 **Summa de arithmetica**, 1509 **De divina proportione** mit Zeichnungen von L. da Vinci, Albrecht Dürer ab 1495 vier Bücher über die Geometrie, Leonardo da Vinci 1514 **De ludo geometrico**, Sebastiano Serlio 1545 **Libro di geometria e di prospettiva**, Wentzel Jamnitzer 1568 **Perspectiva corporum regularium**, Daniele Barbaro 1568 / 69: **La practica della prospettiva**, Guidobaldo del Monte 1600: **Perspectivae libri sex**, Johannes Kepler 1604 **Ad Vi-tellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur**, René Descartes 1637 **Geometrie**.



Tales



Pythagoras



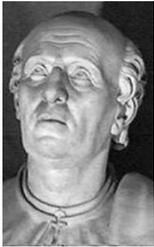
Titelblatt von 5 Serien von je 5 Kupferstichen zu den **REGULÄREN KÖRPERN** der „Perspectiva corporum regularium“

1 Die dritte Dimension

Eine Reihe weiterer Mathematiker, Philosophen und Künstler setzten sich in der Vergangenheit mit Geometrie, Volumen und Perspektiven auseinander. Dazu gehören:

Michelangelo, Kant, Hilbert, William Hogarth, Oscar Reutersvärd, B. Kruse und T. Olsson, János Bolyai, Nikolai Iwanowitsch Lobatschewski, Carl Friedrich Gauß, Bernhard Riemann, Roger Penrose, George Polya, F. Haag.

Das Wissen um den Raum, die Geometrie und die Perspektive gilt heute als abgeschlossen, dennoch gibt es auch heute noch immer wieder darstellende Künstler, die dem Thema der perspektivischen Darstellung in ihren Werken neue, oft überraschende und faszinierende Aspekte abgewinnen.



Filippo Brunelleschi



Michelangelo Buonarroti



Leonardo Da Vinci



Albrecht Dürer

1.4 Die Geschichte der Technischen Zeichnung

Die geometrische Beschreibung der Perspektive (Zentralprojektion) beginnt am Ende des 13. Jahrhunderts. Vor allem italienische Maler begannen sich in dieser Zeit mit der perspektiven Abbildung zu beschäftigen.

Das eigentliche perspektive Zeitalter beginnt aber mit dem Künstler und Baumeister Filippo Brunelleschi. (1377-1446). Sein berühmtestes Bauwerk ist der Dom von Florenz – Santa Maria del Fiore.

Brunelleschi verwendete in seinen Zeichnungen und Skizzen bereits das Prinzip von 2 Fluchtpunkten; in der italienischen Hochrenaissance beschäftigten sich viele namhafte Künstler mit der Perspektive (Michelangelo Buonarroti 1475-1564 und Leonardo Da Vinci 1452-1519). So entwarf Michelangelo die Kuppel der Peterskirche in Rom.

Durch die Planung von solchen gigantischen Projekten wurden viele naturwissenschaftliche Bereiche neu belebt. Mathematik, Physik, Statik und eben und vor allem die Geometrie, hier wurde die perspektive Abbildung zum Zentrum der Geometrie der Renaissancezeit. Eines der berühmtesten Beispiele stellt das Bild "Das letzte Abendmahl" von Leonardo Da Vinci dar.

In ganz besonderer Weise hat sich aber der deutsche Maler Albrecht Dürer (1471 - 1528) mit der Perspektive auseinander gesetzt. Die folgenden Bilder zeigen, wie Dürer seine Perspektive praktisch erzeugt. Albrecht Dürer hat sich aber mit vielen anderen Bereichen der Naturwissenschaft auseinander gesetzt. So beschäftigte sich Dürer mit der Erzeugung magischer Quadrate und ebenso mit der Theorie von Platonischen und Archimedischen Körpern. In einigen seiner Holzstiche treten solche Objekte auf. Albrecht Dürer beschrieb die **Perspektive** in einem Buch derart exakt, dass dieser Text bis in das frühe 20. Jahrhundert als Standardwerk für die Geometrie der Perspektive galt. Die von Albrecht Dürer verwendete Methode wird heute in der Darstellenden Geometrie als **Durchstossverfahren** bezeichnet.

1.5 Der Meister der unmöglichen Perspektive

M. C. Escher ist für die Kunstgeschichte immer ein Problem geblieben. Seine Auseinandersetzung mit perspektivischen Unmöglichkeiten und optischen Täuschungen unterscheidet sich stark von den klassischen Themen bildender Kunst und lässt sich in keine der klassischen Schubladen einordnen. So wurde Escher von der Kunstwelt lange Zeit nicht als Künstler im klassischen Sinne akzeptiert.

Im Gegensatz dazu wurde Escher schon früh von Wissenschaftlern und Mathematikern sehr geschätzt, da seine sauberen, exakten Arbeiten sich auf eine intuitive und sinnliche Weise mathematischen Themen annähern und Problemstellungen der Wissenschaft illustrieren. Escher wurde nicht selten zu Mathematik-Vorlesungen eingeladen, obwohl er von sich selbst sagte, er verstünde nichts von Mathematik. Er hielt auch selbst stark frequentierte Vorlesungen über seine Arbeit in ganz Europa.

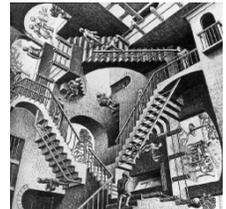
Das Paradoxe und nicht selten Mystische seiner geheimnisvollen Bilder fand auch Anklang bei Esoterikern und der Popkultur des 20. Jahrhunderts. Seine Bilder wurden als Poster gedruckt und als Plattencover verwendet. 2002 wurde im ehemaligen Palais der Königin Emma ein eigenes Escher-Museum eingerichtet, das neben seinem grafischen Werk auch Privatfotos und Arbeitsskizzen zeigt.

Nach eigenen Aussagen, also ohne große mathematische Begabung, gelang es, Escher dennoch in seinem künstlerischen Werk, einige abstrakte geometrische Ideen grafisch sehr ansprechend umzusetzen, so dass seine Bilder vor allen Dingen bei Mathematikern, jedoch keinesfalls nur bei diesen, überaus bekannt und beliebt sind.

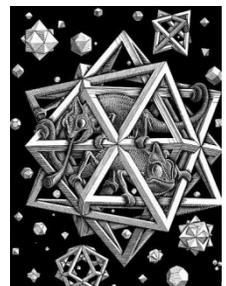
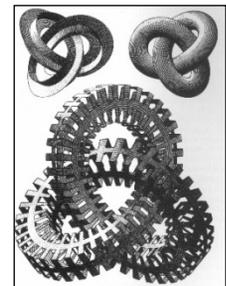
In einer ganzen Reihe von Werken hat M. C. Escher auch einzelne mathematische Objekte dargestellt, wie Spiralen, Knoten, Möbiusbänder und regelmäßige Körper.



M. C. Escher



M. C. Escher
„Relativity“



1.6 Die CAD- Geschichte



Isaac Jacob Schoenberg
(Douglas Aircraft)



Pierre Bezier
(Renault)



Steven A. Coons
(Ford)



Ivan Sutherland
(SketchPad)



Dr. PJ Hanratty
(MCS)

Die CAD-Geschichte beginnt eigentlich schon in den frühen 1940 ziger Jahren mit der mathematischen Beschreibung polynomiale Kurven und Oberflächen im Flugzeug- und Automobilbau. Diese Entwicklung ist in dieser Zeit an die Firmen Douglas Aircraft, North American Aircraft, Renault, Citroen, Ford gebunden, später, in den frühen 1960ziger Jahren, kamen GM und Boeing, mit NC- Programmierung und 3D- Oberflächenbau, dazu.

Als Wendepunkt von der reinen Mathematik zur grafischen Oberfläche wird heute SketchPad von Ivan Sutherland (1963) angesehen, hier konnten Konstrukteure das erste Mal auf einer grafischen Computeroberfläche mit der Konstruktion interagieren, ein heute unverzichtbares Merkmal der CAD- Anwendungen.

Ein weiterer Meilenstein für CAD-Anwendungen war die Gründung der MCS® (Manufacturing and Consulting Services Inc) von Dr. PJ Hanratty im Jahr 1971, und das Entstehen der Firmen IBM®, Microsoft® und Intergraph®.

Mit dem Ende der 1970ziger Jahre wurden Computer erschwinglicher, Systeme wurden normiert und so haben sich die Einsatzgebiete allmählich erweitert, die Entwicklung von CAD-Software für den persönlichen Desktop-Computern war der Anstoß für den universellen Einsatz in allen Bereichen der Konstruktion. CAD-Implementierungen haben sich seitdem dramatisch entwickelt, zunächst mit **2D** in den 1970 ziger Jahren, als Ersatz für die mit Hand erstellten Konstruktionszeichnungen, dann aber schnell in den 1980ziger Jahren als 3D-Solid Modeling.

Schlüsselprodukte für diese Wende zu 3D-Solid Modeling waren die CAD- Pakete Romulus® (ShapeData Uni-Solid (Unigraphics) und die Freigabe der Oberfläche Modeler CATIA® (Dassault Systemes®).

Die stärkere Nutzung der Feature-basierten Modellierung und die Kernel- Modellierung Parasolid® (ShapeData) und ACIS® (Spatial Technology Inc.) führten zu den Entwicklungen sogenannter Mid-Range-Pakete wie SolidEdge® (Intergraph) (1996) SolidWorks® (1995) und Autodesk Inventor® (1999).

1.6.1 Solid Edge, die Geschichte

Solid Edge V 1 erschien im Herbst 1995 und wurde in USA erstmals auf einer Messe von der Firma Intergraph® vorgestellt. Solid Edge V1 basierte auf dem ACIS® Kernel von Spatial®, dieser Kernel wurde mit der V5 auf den Parasolid Kern von EDS® (Electronic Data Systems Corporation) geändert,

Die ursprüngliche Entwicklung stammt von der Fa. Intergraph® die mit dem Geschäftsbereich Mechanik Software und den Produkten EMS und Solid Edge ein Joint Venture mit dem CAD-Software Bereich von EDS und dem Produkt Unigraphics eingebracht hat. Die neu gegründete Firma trägt den Namen Unigraphics Solutions. Mit Geschäftsbereich ist neben dem Produkt und den Rechten am Produkt auch die komplette Mannschaft für Entwicklung, Vertrieb und Support mitgegangen. Die Mehrheit der Anteile hatte EDS® behalten, Intergraph® hat sich dann kurzfristig komplett zurückgezogen und seine Anteile veräußert.

2007 wird UGS® von Siemens übernommen und als **Siemens PLM Software®** ein Bereich von Siemens Automation and Drives® (A&D). Sitz des Unternehmens bleibt Plano, Texas.

1.7 3D-Volumenkörper, eine Einführung

In der Geometrie versteht man unter einem Körper eine dreidimensionale beschränkte geometrische Figur, die durch Grenzflächen beschrieben werden kann. Eine geometrische Figur heißt dabei dreidimensional, wenn sie in keiner Ebene vollständig enthalten ist, und beschränkt, wenn es eine Kugel gibt, welche diese Form vollständig enthält.

Die dreidimensionalen Körper besitzen flache oder kreis- bzw. kugelförmige Grenzflächen. Als Beispiele für Körper im Allgemeinen dienen: Würfel, Tetraeder, Pyramide, Prisma, Deltaeder, Zylinder, Kegel, Kugel, Paraboloid, Hyperboloid, Torus.

Zu den bekanntesten geometrischen Körpern gehören die regelmäßigen Polyeder. Das sind die dreidimensionalen, von regelmäßigen Vielecken begrenzten Vielflächer, deren Kanten nur nach außen zeigen und nicht unendlich groß sind, die also auch konvex und beschränkt sind, wie beispielsweise der Würfel, der Tetraeder oder auch der sogenannte Fußballkörper. Von diesen Körpern gibt es nur 5 Arten:

- Platonische Körper, die mit sich selbst oder untereinander dual sind,
- Archimedische Körper
- Kepler-Poinsot-Körper
- Duale Catalanische Körper
- Johnson-Körper
- Prismen und Antiprismen.

Diese Arten umfassen meist je auch nur eine begrenzte Menge von Körpern. So gibt es 5 Platonische Körper, 13 Archimedische Körper dazu die 13 Catalanischen Körper sowie die 92 Johnson-Körper also insgesamt 123.

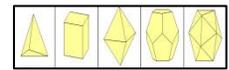
Die mögliche Höchstzahl der Ecken der begrenzenden Vielecke beträgt dabei 10. Die Anzahl der Prismen bzw. Antiprismen ist hingegen unbegrenzt, da die Grundfläche grundsätzlich beliebig viele Ecken haben kann.

Wenn jedoch die Zahl der Ecken der Grundfläche auch auf 10 begrenzt wird, ergeben sich je 8 Körper, von denen aber der Würfel und der Oktaeder schon in anderen Arten enthalten sind, also je 7 weitere Körper, so dass es dann insgesamt 137 Körper wären. Es gibt aber nur insgesamt 5 regelmäßige Polyeder mit denen allein eine lückenlose Raumfüllung möglich ist.

1.7.1 Platonische Körper

In der Geometrie bezeichnet man mit den platonischen Körpern, benannt nach dem griechischen Philosophen Platon, vollkommen regelmäßige Polyeder, dreidimensionale Körper, die von Polygonen als Seitenflächen begrenzt sind.

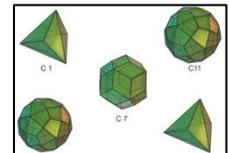
Der griechische Philosoph Plato (ca. 428-348 v. Chr.), dessen Namen sie heute tragen, beschreibt diese Körper in seinem Werk **Timaios** und nennt diese auch **Kosmische Körper**, indem er ihnen die Elemente zuweist, aus denen sich die Welt aufbaut. Feuer-Tetraeder, Wasser-Ikosaeder, Luft-Oktaeder, Erde-Würfel (Hexaeder), Äther-Dodekaeder.



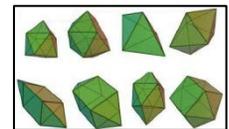
Platonische Körper



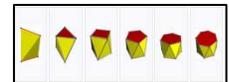
Kepler-Poinsot-Körper



Catalanische Körper

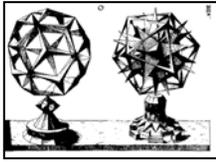


Johnson-Körper



Antiprismen

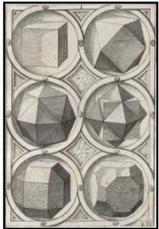
1 Die dritte Dimension



1.7.2 Kepler-Poinsot-Körper

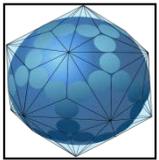
Kepler-Poinsot-Körper sind reguläre, nicht-konvexe Polyeder und zählen zu den Sternkörpern. Dazu gehören der Dodekaeder- und der Icosaederstern sowie das Große Dodekaeder und das Große Icosaeder.

Benannt sind sie zu Ehren von Johannes Kepler (1571–1630) und Louis Poinsot (1777–1859).



1.7.3 Archimedische Körper

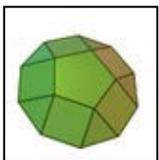
Die archimedischen Körper sind eine Klasse von regelmäßigen geometrischen Körpern. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Ecken nicht voneinander unterschieden werden können. Es gibt 13 solcher Körper. Sie sind nach dem griechischen Mathematiker Archimedes benannt, der sie alle vermutlich bereits im dritten Jahrhundert vor Christus entdeckte. Die Schrift des Archimedes ist nicht erhalten, es ist nur eine Zusammenfassung des alexandrinischen Mathematikers Pappos (4. Jahrhundert nach Christus) überliefert.



1.7.4 Catalanische Körper

Ein catalanischer Körper oder auch dual-archimedischer Körper ist ein Körper, der sich zu einem archimedischen Körper dual verhält. So ist zum Beispiel das Rhombendodekaeder dual zum Kuboktaeder. Benannt sind die catalanischen Körper, von denen es dreizehn gibt, nach dem belgischen Mathematiker Eugène Charles Catalan.

Allen catalanischen Körpern ist gemein, dass sie eine Inkugel, die sämtliche Flächen von innen berührt, aufweisen. Außerdem existiert eine Kantenkugel, die sämtliche Kanten von innen berührt. Alle Torsionswinkel eines catalanischen Körpers sind gleich.



1.7.5 Johnson Körper

Johnson-Körper sind streng konvexe Polyeder, die ausschließlich aus regelmäßigen Vielecken aufgebaut sind, aber weder platonische Körper, archimedische Körper, Prismen noch Antiprismen sind. Gemeinsam mit den catalanischen Körpern ist, dass die Ecken eines Johnson-Körpers nicht identisch sind. 1966 veröffentlichte Norman Johnson eine Liste von 92 derartigen Polyedern, von der er annahm, dass sie vollständig ist.

1.8 3D-Volumenkörper und Solid Edge 2019

1.8.1 Erstellen von 3D-Volumengrundkörpern

3D-Volumenkörperobjekte können von einfachen Grundkörpern oder von extrudierten, gesweepeten, gedrehten oder erhabenen Profilen ausgehen. Sie können diese mithilfe von booleschen Operationen kombinieren, außerdem können Sie verschiedene einfache 3D-Formen mit Volumen-Grundbefehlen erstellen.

Sie können 3D-Volumenkörper auch durch Vorgänge wie Extrudieren, Drehen oder Sweeping geschlossener 2D-Objekte erstellen. In der Abbildung wird die gleiche geschlossene 2D-Polylinie an einem Pfad entlanggeführt, um eine Achse gedreht und in eine angegebene Richtung extrudiert.

Durch die Kombination von 3D-Volumenkörpern mit Booleschen Operationen wie Vereinigung, Differenz und Schnittmenge können Sie einen zusammengesetzten Volumenkörper erstellen.

Eine schnelle Methode zum Erstellen von 3D-Volumenkörpern in der Form von Wänden funktioniert mithilfe des Befehls **Polykörper**. Die Vorgehensweise ähnelt der beim Erstellen einer Polylinie mit geraden und gebogenen Segmenten, mit der Ausnahme, dass Sie einen Standardwert für Höhe, Breite und Ausrichtung des resultierenden 3D-Volumenkörpers angeben können.

1.8.2 Erstellen von Volumenkörpern aus 2D-Geometrie

Sie können Flächen und 3D-Volumenkörper durch Extrusion, Sweeping, Anheben und Rotation konstruieren

Wenn Sie eine Extrusion, eine Drehung, ein Sweeping oder eine Erhebung aus Kurven erstellen, können Sie sowohl Volumenkörper als auch Flächen erstellen.

Offene Kurven erstellen immer Flächen, aber geschlossene Kurven können je nach bestimmten Einstellungen entweder Volumenkörper oder Flächen generieren.

1.8.3 Volumenkörper auf der Grundlage anderer Objekte

Sie können auch 3D-Volumenkörper aus 2D-Geometrie oder anderen 3D-Objekten erstellen. Zum Beispiel können 3D-Volumenkörper auch auf der Extrusion einer 2D-Form entlang eines angegebenen Pfades im 3D-Raum beruhen.

Die folgenden Methoden sind verfügbar:

Sweeping: Dehnt ein 2D-Objekt entlang eines Pfades aus.

Extrusion: Dehnt die Form eines 2D-Objekts in lotrechter Richtung in den 3D-Bereich aus.

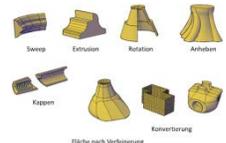
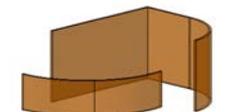
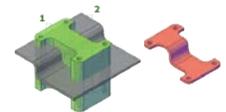
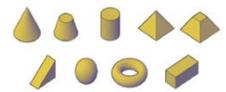
Rotation: Sweept ein 2D-Objekt um eine Achse.

Anheben: Dehnt die Konturen einer Form zwischen einem oder mehreren offenen oder geschlossenen Objekten.

Kappen: Teilt ein Volumenkörperobjekt in zwei separate 3D-Objekte.

Flächen zu einem Volumenkörper formen: Konvertiert und stützt eine Gruppe von Flächen, die eine dichte Fläche einschließen, in einen Volumenkörper.

Konvertierung: Konvertiert Netzobjekte und planare Objekte mit der Objekthöhe zu Volumenkörpern und Oberflächen



2

Siemens
Solid Edge 2019
Synchronous Technology

Programmtechnische
Grundlagen

2 Solid Edge 2019®, programmtechnische Grundlagen

2.1 CAD-Anwendungen, Vorbemerkungen

In der Produktkonstruktion sind MCAD-Werkzeuge (Mechanical CAD) für die erfolgreiche Entwicklung und Fertigung von Konsumgütern unverzichtbar. Die Anforderungen und Bedingungen bei der Entwicklung von Konsumgütern unterscheiden sich erheblich von denen bei der Konstruktion von Maschinen und Geräten. Oftmals sind wesentlich komplexere Modellierungsfunktionen erforderlich. Da die Möglichkeit besteht, dass Konzepte geändert oder abgelehnt werden, müssen Sie in der Lage sein, Entwürfe in kurzer Zeit zu erstellen und zu ändern. Wenn bereits eine Vielzahl von Faktoren und Spezifikationen festgelegt wurde, können MCAD-Werkzeuge geringfügige Änderungen problemlos bewältigen. Wenn das Konzept jedoch noch in Bewegung ist, können konzeptionelle Änderungen das MCAD-System zum Erliegen bringen. Daher verwenden die meisten Konstrukteure in der Konzeptphase anstelle von MCAD-Software weiterhin Papier und Bleistift sowie Modelle aus Schaumstoff oder Ton.

Für Anwender mit zeichnerischen und bildhauerischen Talenten sind diese herkömmlichen Werkzeuge oftmals viel effizienter als computerbasierte Werkzeuge. Heute beschäftigen sich viele Initiativen in der MCAD-Branche damit, den Entwurfsplan früher zu erfassen, um die Konstruktions- und Markteinführungszeit zu verkürzen. Da der Entwurfsplan für die erfolgreiche Entwicklung und Fertigung von Produkten von entscheidender Bedeutung ist, hat der Solid Edge 2019® umfangreiche Funktionen entwickelt, um dieses Problem zu lösen und den gesamten Konstruktionsprozess zu rationalisieren.

2.2 Solid Edge 2019® im Überblick

Solid Edge 2019® Professional ist ein leistungsstarkes Konstruktionssystem, mit dem Ihnen die Umstellung von 2D auf 3D sehr leicht fallen wird. Es handelt sich um eine innovative dreidimensionale Konstruktionstechnologie der Firma Siemens.

Sie können unterschiedliche Modelldateien mit Solid Edge 2019® erstellen. Bauteildateien enthalten nur ein Bauteil; Zusammenbaudateien bestehen hingegen immer aus mehreren Bauteilen.

Zwei grundsätzlich verschiedene Wege führen zum Zusammenbau, einmal die herkömmliche CAD-Arbeitsweise der Entwicklung von Bauteilen in separaten Teiledateien, die dann durch Zuordnung die Zusammenbaudatei ergibt, weiterhin erlaubt Ihnen Solid Edge 2019®, Bauteile direkt innerhalb der Zusammenbaudatei zu generieren.

So können Sie Einzelteile im Zusammenbau erstellen und bearbeiten, ohne dazu ständig die zugehörigen Bauteildateien öffnen zu müssen. Sobald Sie den Zusammenbau speichern, können Sie die Bauteile in einem beliebigen Ordner speichern und anschließend jede Bauteildatei öffnen, um nun aus der Konstruktion die nötigen 2D- und 3D-Zeichnungsansichten ableiten zu lassen. Solid Edge 2019® ermöglicht Ihnen, adaptive Bauteile zu konstruieren, die sich automatisch der Größe und Position anderer Komponenten anpassen, entweder über konstruktive Bedingungen oder über Berechnungen. Nachdem Sie einen Zusammenbau konstruiert haben, können Sie eine Präsentationsdatei erzeugen, die darstellt, wie die Bestandteile des Zusammenbaus miteinander montiert sind. Sie können jedem Bauteil Explosionspfade zuweisen, eine beliebige Anzahl von Präsentationsansichten erstellen und Animationen zur Illustration der Funktionsweise Ihres Modells generieren.

2.3 Synchronous Technology, eine Einführung

Synchronous Technology ist eine völlig neue CAD-Technologie, welche die Vorteile des parametrischen Modellierens mit den Vorzügen des expliziten Modellierens vereint und somit dem Konstrukteur die maximale Freiheit bei der Modellerstellung und der Durchführung von Bauteiländerungen bietet.



2.3.1 Featurebasierend, historienabhängige Modellierung

Die meisten CAD-Systeme erzeugen Features, Formelemente wie Extrusionen, Bohrungen und Ausschnitte, dessen Reihenfolge der Entstehung (Historie) wichtig ist.

In jedem Formelement ist die Reihenfolge der Entstehung festgelegt, wie z.B. der Befehl „Extrusion“ die Profilbildung und die Ebenen-Zuweisung festhält, außerdem beinhaltet diese Festlegung wie dieses Profil aussieht, Tiefe, Symmetrie, Extrusionsparameter und Anbringen von Formschräge oder Verrundungen. Diese Art der Erstellung heißt in Solid Edge **Sequentielle Modellierung**.

2.3.2 Synchronous Technologie-Modellierung

In der Synchronous-Umgebung ist dies anders. Dort können Sie ebenso eine Extrusion erstellen. Nur dass sich dieses Formelement die Parameter der Erstellung nicht festlegt.

Die Synchronous- Technologie lässt diese Extrusions Änderungen wesentlich dynamischer zu, über die Markierung einzelner Flächen der bezeichneten Extrusion schieben Sie diese um den gewünschten Wert in die gewünschte Richtung und in die gewünschte Größe.

Die Synchronous-Modellierung ist dementsprechend eine Form der direkten Modellierung.

2.3.3 Die vier innovativen Schlüsselbereiche

Bei der Synchronous-Technologie handelt es sich um eine neue Lösung für die Modellierung, die geometrische Eigenschaften und Konstruktionsregeln durch einen völlig neuen Interferenz-Lösungs-Algorithmus synchronisiert. Sie beschleunigt Innovationen in vier Schlüsselbereichen:

2.3.3.1 Schnelle Ideensammlung

Die Technologie erfasst Ideen ebenso schnell, wie sie Anwendern in den Sinn kommen. Dies führt zu einer bis zu 100-fach schnelleren Modellierung. Konstrukteure haben mit der neuen Technologie mehr Zeit für Innovationen, weil sie dieselbe Effizienz wie parametrische Modeling-Verfahren bietet, aber ohne die rechenintensiven Operationen zur Lösung vordefinierter Abhängigkeiten. Die Technologie definiert optional festgelegte Maße, Parameter und Konstruktionsregeln während der Erstellung oder Änderung, vermeidet aber den Aufwand bisheriger Methoden.

2.3.3.2 Schnelle Konstruktionsänderungen

Die Technologie ermöglicht automatisierte Umsetzungen geplanter oder nicht vorhergesehener Konstruktionsänderungen innerhalb von Sekunden – im Vergleich zu Stunden mit bisher gebräuchlichen Methoden. Dies ist möglich mit Hilfe unvergleichbar einfacher Änderungsfunktionen, unabhängig von der Quelle des Modells und mit oder ohne Verfügbarkeit eines Historienbaums.

2.3.3.3 Verbesserte Multi-CAD-Nutzung

Die Technologie ermöglicht die direkte Verwendung von CAD-Daten aus beliebigen Quellen ohne Nach- oder Neumodellierung. Anwender agieren so mit einem schnellen, flexiblen System sehr effizient auch in einer Multi-CAD-Umgebung. Dieses System ermöglicht die Modifikation anderer CAD-Daten sogar schneller, als dies im originalen System möglich wäre – unabhängig von der Konstruktionsmethode. Eine Technik mit der Bezeichnung **Suggestive Selection** beeinflusst die Funktion verschiedener Konstruktionselemente, ohne sich um Features oder Restriktionen von Definitionen kümmern zu müssen.

2.3.3.4 Vereinfachte Bedienung

Die Technologie bietet eine neue Art der Anwenderinteraktion, die CAD neu definiert und 3D so anwenderfreundlich wie 2D macht. Das Interaktionsparadigma verbindet die bislang unabhängig voneinander operierenden 2D- und 3D-Umgebungen. Dabei wird die Stärke eines ausgereiften 3D-Modellierers mit der Einfachheit von 2D verbunden. Die neue Inferenz-Technologie verhindert automatisch die üblichen Einschränkungen und bietet dem Anwender die dafür jeweils logischen Eingabebefehle an.

2.3.4 Die wichtigsten Werkzeuge der Synchronous Technology

2.3.4.1 3D erstellen

Hier werden 2D-Bemaßungen bei der Modellgenerierung automatisch durch bearbeitbare, steuernde 3D-Bemaßungen ersetzt. Bei anderen 3D CAD-Systemen zur Migration von 2D-Zeichnungen in 3D gehen die Bemaßungen verloren. Solid Edge sichert Ihre Einstellungen in 2D-Zeichnungen und realisiert so den unmittelbaren Mehrwert mit 3D.

2.3.4.2 Live Section

Mit **Live Section** bearbeiten Sie 3D-Modelle, indem Sie benutzerdefinierte 2D-Querschnitte ändern. Bearbeitungen von 2D-Querschnitten sorgen für die umgehende Aktualisierung des 3D-Modells und verleihen bei Änderungen mehr Flexibilität, weil die Bearbeitungen nicht durch Erstellungsregeln beschränkt werden, wie das bei historienbasierten Systemen der Fall ist.

2.3.4.3 Helix-Features

Helix-Features können direkt aus den zugrunde liegenden Skizzen heraus bearbeitet werden, ohne dass eine nachfolgende Neugenerierung von Modellen mit den ursprünglich in Solid Edge Synchronous Technology vorgestellten prozeduralen Features erforderlich wird.

2.3.4.4 Synchronous Technology für die Blechteilkonstruktion

Eine umfangreiche Erweiterung ist die Anwendung von Synchronous Technology für die Blechteilkonstruktion. Diese Funktion erweitert die Vorteile von Synchronous Technology über die traditionelle Modellierung von Bauteilen und Baugruppen hinaus und ist der sichere Beweis dafür, dass viele Solid Edge-Anwendungen zukünftig einen Vorteil aus der Synchronous Technology ziehen können.



2.3.4.5 Solid Edge Simulation

Solid Edge Simulation ist ein neues, benutzerfreundliches, integriertes Analyse-Tool für finite Elemente, mit dem Konstrukteure ihre Konstruktionen innerhalb der Solid Edge-Umgebung digital überprüfen können.



2.3.4.6 Produktdatenmanagement

Solid Edge Insight ist die erste Produktdatenmanagement-Lösung, die die Benutzerfreundlichkeit und die geringen Betriebskosten von Microsofts Plattform SharePoint nutzt. Mit dieser Version ist Insight auf Windows SharePoint Services und Microsoft Office SharePoint Server verfügbar.



2.3.4.7 „Design Intent“ (Alt „Live Rules“)

Durch **Design Intent** sucht Solid Edge nach „dominanten“ geometrischen Bedingungen wie Koplanarität, Konzentrität, Horizontalität, Vertikalität, Symmetrie und behält diese ganz ohne festgelegte gespeicherte Beziehungen bei.



2.3.4.8 3D-Steuerrad

Wenn Sie eine Fläche auswählen, wird ein einzigartiges, vielseitig einsetzbares **Steuerrad** angezeigt, mit dem Sie die Fläche verschieben, drehen oder ausrichten können, indem Sie Ihre Geometrie einfach an eine neue Position verschieben.

2.3.4.9 PMI-Bemaßung

Mit Solid Edge können Anwender Bemaßungen und geometrische Bedingungen direkt in das fertige Modell integrieren. Diese Beziehungen werden mit dem Modell gespeichert und können hinzugefügt, entfernt, geändert und die Modelle jederzeit neu bemaßt werden.

2.3.4.10 Office-Oberfläche

Die vollständig überarbeitete Benutzeroberfläche von Solid Edge verkürzt Einführungszeiten, weil sie wie die Standard-Office-Anwendungen aufgebaut ist.

2.3.4.11 Radial-Menüs

Über eine Mausfunktion lässt sich auf der Arbeitsfläche ein zusätzliches Menüfeld einschalten.