

Bestellen Sie die Gratis-DVD  
mit der 500 Seiten starken  
PDF-Farbausgabe

# Dassault Systèmes SOLIDWORKS 2020

## Zeichnungsableitungen Bauteile und Baugruppen



Guss Eisen  
z 100

Stck. Gehäuse  
Einheit

Benennung  
768-mk  
DIN ISO 1302  
Engelke

DIN EN 1561 - Rd 110x145  
Norm-Kurzbez / Halbzeug  
DIN ISO 13315

Nicht bemaßte Radien = R1

EN-GJL-150

Werkstoff

Hans-J. Engelke

Dassault Systèmes  
**SOLIDWORKS 2020**

**Zeichnungsableitungen**  
Bauteile und Baugruppen

1. Auflage 2020

© 2020 Books on Demand GmbH

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

ISBN 9783751974912

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 enthaltenen 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](http://dnb.d-nb.de) abrufbar.

Der Autor:

Hans- J. Engelke war als Lehrkraft für die Ausbildung Technischer Produktdesigner und Technischer Zeichner zuständig, außerdem als CAD-Dozent in der Erwachsenenbildung- und Weiterbildung tätig.

---

Hans-J. Engelke

Dassault Systèmes  
**SOLIDWORKS 2020**

**Zeichnungsableitungen**  
Bauteile und Baugruppen

**Inhalt**



# Inhaltverzeichnis

## Kapitel 1 bis 7

<b>1</b>	<b>Zeichnungsableitungen, eine Kulturgeschichte</b>	<b>2</b>			
1.1	Älter als Papier	2	2.5.3.3	Erstellen einer Detailansicht, Einzelheit nach DIN ISO 128-34	20
1.2	Die Geschichte der Geometrie	2	2.5.3.4	Teilschnitt nach DIN ISO 128-40 und -50	21
1.3	Die Technische Zeichnung	4	2.5.4	Zeichnungsableitung der Bauteile und Baugruppen, normgerechte Anpassung	21
1.3.1	Die Geschichte der Zeichnung als Konstruktionsvorlage	4	2.5.4.1	Normgerechte Anpassung des Schnittverlaufs, nach DIN ISO 128-44	21
1.1	Die perspektivische Darstellung	5	2.5.4.2	Eintragung aller Mittelachsen	21
1.1.1	Die Geschichte der Perspektive	5	2.5.5	Zeichnungsableitung der Bauteile und Baugruppen, Grundregeln für die Ausführung von Schriften	22
1.1.2	Der Meister der unmöglichen Perspektive	5		DIN EN ISO 3098	
1.1.3	Die Zeichnung als Konstruktionsvorlage in der Technik	6	2.5.6	Zeichnungsableitung der Baugruppe, normgerechte Stücklisten	23
1.1.4	Die Zeichnung als Konstruktionsvorlage, geschichtliche Darstellungsregeln	6	2.5.7	Zeichnungsableitung, Stücklistensymbole	24
1.1.5	Zeichnerische Verfahren im Maschinenbau	7	2.5.7.1	Zeichnungsableitung, Stücklistensymbole, eine Übersicht	24
1.1.6	Die Geschichte der Normung	8	2.5.7.2	Zeichnungsableitung, Stücklistensymbole, automatische Positionszahlen	24
<b>2</b>	<b>Zeichnungsableitungen, Grundlagen</b>	<b>10</b>	2.6	Zeichnungen drucken	25
2.1	Zeichnungsableitungen, Grundlagen	10	2.6.1	Zeichnungen drucken, Grundlagen	25
2.2	Die Zeichnungsumgebung, Desktop und Menüs	10	2.6.1.1	Zeichnung drucken, Linienstärken einstellen	26
2.3	Die orthogonale Zeichnungsdarstellung	11	2.6.1.2	Zeichnung drucken, Linien-Anpassungen	26
2.3.1	Zeichnungsnormung	11	2.6.2	Großformatiger Ausdruck über SOLIDWORKS 2020	27
2.3.1.1	Zeichnungsnormen, DIN, ISO und EN, eine Zusammenfassung	11		Systemdrucker HP DesignJet CM 1055, Beispiel	27
2.3.1.2	Normungsauflistung VDI, eine Auswahl:	11	2.6.2.1	Hauptfunktionen des Druckers HP DesignJet CM 1055	27
2.3.2	Begriffe im Zeichnungs- und Stücklistenwesen, nach DIN 199	12	2.6.2.2	Großformatiger Ausdruck über SOLIDWORKS 2020	28
2.3.2.1	Linienarten n. DIN EN ISO 128-20 und Anwendung nach DIN ISO 128-24	13	2.6.3	Laserdrucker-Ausdruck über SOLIDWORKS 2020	29
2.3.2.2	Das Verhältnis von Linienmaße zu Linienbreite	13		Systemdrucker HP ColorLaserJet 5500 HDN, Beispiel	29
2.3.2.3	Zeichnen von Linien	13	2.6.3.1	ColorLaser-Ausdruck auf A3-Papier über SOLIDWORKS 2020	30
2.3.2.4	Kreuzungen und Anschlussstellen	13	2.6.4	PDF-Ausdruck über SOLIDWORKS 2020, Microsoft Print to PDF	31
2.3.2.5	Linienanwendungen, eine Auswahl	14	2.7	Neue Referenz zuweisen, erstelltes Modell tauschen	32
2.4	Zeichnungsansichten in SOLIDWORKS	15	2.7.1	Modell tauschen über die Option beim Öffnen der Datei	32
2.4.1	Aufruf der Zeichnungsumgebung	15	2.7.1.1	Datensicherung	32
2.4.1.1	Formatvorlage laden	15	2.7.2	Dateireferenzen tauschen“ über die Funktion „Modell ersetzen“	33
2.4.2	Problem der Formatvorlagen für Zeichnungsableitungen	16	2.7.2.1	Funktion „Modell ersetzen“, der Ablauf	33
2.4.2.1	Schriftfelder und Stücklisten	16	2.7.2.2	Datensicherung	33
2.4.3	Die benutzerspezifische Vorlage, der Kopiervorgang	16	<b>3</b>	<b>Zeichnungsableitungen für Bauteile</b>	<b>36</b>
2.5	Die Zeichnungsableitung	17	3.1	Zeichnungsableitungen, Bauteile, Vorbemerkungen	36
2.5.1	Zuweisen der Ansichten, Vorbemerkungen	17	3.1.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile	36
2.5.1.1	Erstansicht	17	3.2	Drehteil I, Zeichnungsableitung	38
2.5.1.2	Parallele Ansicht	17	3.2.1	Zuweisen der Ansichten, Schriftkopf DIN EN ISO 7200	38
2.5.1.3	Schnittansicht DIN ISO 128-40 und -50	17		Vorlagenblatt öffnen	38
2.5.1.4	Detailansicht DIN ISO 128-34	17	3.2.1.1	Bauteil auswählen und Zuweisen der Vorderansicht	38
2.5.1.5	Ausschnittsansicht DIN ISO 128-40 und -50	17	3.2.1.2	Anordnen weiterer Ansichten, projizierte Ansicht	39
2.5.2	Zeichnungsableitung der Baugruppe, normgerechte Anpassungen	18	3.2.1.3	Erstellen einer Schnittdarstellung, DIN ISO 128-40 und -50	39
2.5.2.1	Normgerechte Anpassungen, Vorbemerkungen zur Normung	18		Schnittansichten in SOLIDWORKS 2020	40
2.5.2.2	Normgerechte Anpassungen, Vorbemerkungen zur ISO-Normung	18	3.2.2.1	Orthogonale Schnittansicht erstellen	40
2.5.2.3	Normgerechte Anpassungen, ISO-Normungen im Zeichnungswesen	18	3.2.2.2	Schnittansicht über manuellen Schnitt erstellen	42
2.5.3	Zeichnungsableitung der Bauteile und Baugruppen, Grundlagen	19	3.2.2.3	Isometrische Schnittansicht über manuellen Schnitt erstellen	42
2.5.3.1	Anordnen weiterer Ansichten, projizierte Ansicht, nach DIN ISO 128-30	19	3.2.2.4	Datensicherung	43
2.5.3.2	Erstellen einer Schnittdarstellung, DIN ISO 128-40 und -50	20	3.2.3	Erstellen einer Detailansicht, Einzelheit nach DIN EN ISO 128-34	44

3.2.3.1	Zeichnungsableitung, Detailansicht	44	3.2.17.7	Sicherung des Blockes „Schriftfeld“ nach DIN ISO 7200	65
3.2.4	Teilschnitt nach DIN ISO 128-40 und -50	45	3.2.18	Grundregeln für die Ausführung von Schriften DIN EN ISO 3098-0	66
3.2.4.1	Zeichnungsableitung, Ausbruch	45	3.2.18.1	Fertigungsinformationen	67
3.2.5	Die normgerechte Anpassung der Darstellung	47	3.2.18.2	Texteintragungen in der Zeichnung	67
3.2.5.1	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, entsprechend DIN ISO 128-44 Stellung der Schnittbuchstaben	47	3.2.18.3	Texteintragungen im Schriftfeld	67
3.2.5.2	Teilschnitt-Bruchlinie, entsprechend DIN ISO 128-40/50, Ändern der Linienstärke	47	3.2.18.4	Firmenlogo als Bild in den Schriftkopf einfügen	68
3.2.6	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, entsprechend DIN ISO 128-44 Schnittverlaufslinien	48	3.2.19	Die Bauteilstückliste oberhalb des Schriftfeldes, normgerechte Stücklisten, Vorbemerkungen	69
3.2.6.1	Normtechnische Erläuterungen	48	3.2.19.1	Allgemeine Tabellen in SOLIDWORKS	69
3.2.6.2	Bearbeitung in SOLIDWORKS	48	3.2.19.2	Allgemeine Tabelle als Stückliste oberhalb des Schriftfeldes	69
3.2.6.3	Erzeugen einer eigenen Schnittverlaufslinie in SOLIDWORKS	48	3.2.19.3	Allgemeine Tabelle als Stückliste oberhalb des Schriftfeldes, ausführen	70
3.2.6.4	Schnittverlaufslinienzuweisung in SOLIDWORKS	49	3.2.19.4	Stücklisteneinträge oberhalb des Schriftfeldes	70
3.2.7	Mittelachsen ergänzen	50	3.2.20	Benutzerdefinierte Tabellen, Übersetzungstabelle für Passmaße	71
3.2.8	Anpassung der Schnittbezeichnung	51	3.2.21	Zeichnungen mit Linienstärken drucken	72
3.2.9	Zeichnungsableitung, Ansichtsveränderungen	51	3.3	Drehteil II, Zeichnungsableitung	73
3.2.10	Geometrische Produktspezifikation, Einführung	52	3.3.1	Zuweisen der Ansichten, Schriftkopf DIN EN ISO 7200	73
3.2.10.1	Vorgehensweise mit Hilfe der GPS-Matrix	52	3.3.1.1	Vorlagenblatt öffnen	73
3.2.11	Geometrische Produktspezifikation, Maßeintragungen	53	3.3.2	Zeichnungsableitung, Grundansichten	73
3.2.11.1	Längen-Bemaßung, Auswahl Kante, entsprechend DIN 406 antragen	53	3.3.2.1	Zuweisen der Grundansichten	73
3.2.11.2	Längen-Bemaßung, über Abstand, entsprechend DIN 406 antragen	54	3.3.2.2	Orthogonale Schnittansicht erstellen	74
3.2.11.3	Durchmesser-Bemaßung, Maßkante, entsprechend DIN 406 antragen	54	3.3.2.3	Schraffurdarstellung bearbeiten	74
3.2.11.4	Durchmesser-Bemaßung, entsprechend DIN 406 antragen	55	3.3.2.4	Isometrische Schnittansicht über manuellen Schnitt erstellen	74
3.2.11.5	Durchmesser-Bemaßung, lineares Maß, entsprechend DIN 406 antragen	55	3.3.2.5	Erstellen einer Detailansicht	75
3.2.11.6	Basislinien-Bemaßung, entsprechend DIN 406, antragen	55	3.3.2.6	Teilschnitt (Ausbruch)	75
3.2.12	Durchmesser-Bemaßung entsprechend DIN 406, mit Präfix und Suffix, Vorbemerkungen	56	3.3.3	Die normgerechte Anpassung der Darstellung	76
3.2.12.1	Passungs-Bemaßung, entsprechend DIN 406 antragen	56	3.3.3.1	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, Schnittbuchstaben zuweisen	76
3.2.13	Isometrische Maßeintragungen, Beispiel	57	3.3.3.2	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, Stellung der Schnittpfeile	76
3.2.14	Hinweis-Bemaßung, entsprechend DIN 406 antragen	57	3.3.3.3	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, Stellung der Schnittbuchstaben	76
3.2.14.1	Hinweis-Bemaßung, Texteintrag, entsprechend DIN 406 antragen	58	3.3.3.4	Kennzeichnen des Schnittverlaufs, Zuweisen der Schraffurart	77
3.2.14.2	Hinweis-Bemaßung mit Ø-Symbol, entsprechend DIN 406 antragen	58	3.3.3.5	Teilschnitt-Bruchlinie, Ändern der Linienstärke	77
3.2.15	Geometrische Produktspezifikation, Oberflächensymbole	59	3.3.3.6	Mittelachsen ergänzen	78
3.2.15.1	Einfügen der Symbolik, Möglichkeiten	59	3.3.4	Zeichnungsableitung, Ansichtsveränderungen	78
3.2.15.2	Einfügen der Symbolik, unbearbeitete Oberfläche	59	3.3.5	Geometrische Produktspezifikation	79
3.2.15.3	Einfügen der Symbolik, bearbeitete Oberfläche	60	3.3.5.1	Geometrische Produktspezifikation, Maßeintragungen	79
3.2.15.4	Einfügen der Symbolik, Oberflächen-Sammelangabe	60	3.3.5.2	Geometrische Produktspezifikation, Form- und Lagesymbolik	80
3.2.16	Geometrische Produktspezifikation, Form- und Lagesymbolik an Werkstücken nach DIN ISO 1101	61	3.3.5.3	Geometrische Produktspezifikation, Oberflächensymbole	80
3.2.16.1	Einfügen der Symbolik, Möglichkeiten	61	3.3.5.4	Einfügen der Symbolik, bearbeitete Oberfläche	80
3.2.16.2	Eintragen eines Bezugssymbols	62	3.3.6	Datensicherung und Drucken der fertigen Zeichnungsableitung	81
3.2.16.3	Symbol für Form -und Lagetoleranz einfügen	62	3.4	Bohrplatte, Zeichnungsableitung	82
3.2.17	Geometrische Produktspezifikation, Kantenzustände, nach DIN ISO 13715	63	3.4.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	82
3.2.17.1	Zeichnungseintragung	63	3.4.1.1	Die Festlegung der Ansichten (1)	82
3.2.17.2	Erstellen von skizzierten Symbolen, Blockbildung	63	3.4.1.2	Zeichnungsanpassung, Maßeintragungen und Mittellinien (2)	82
3.2.17.3	Blöcke in Zeichnungen	63	3.4.1.3	Zeichnungsanpassung, Oberflächensymbole, Form- und Lagetoleranz (2)	82
3.2.17.4	Erstellung des Symbols „Kantenzustand“ über eine Skizzenkonstruktion Voreinstellung	64	3.4.1.4	Zeichnungsanpassung, Texteintragungen	83
3.2.17.5	Erstellung eines Blockes „Kantenzustand“, mit Datensicherung	64	3.4.1.5	Drucken und Datensicherung	83
3.2.17.6	Zeichnungseintragung	65	3.5	Bohrplatte mit Führung, die Zeichnungsableitung	84
			3.5.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	84
			3.5.1.1	Die Festlegung der Ansichten (1)	84



3.5.1.2	Zeichnungsanpassung, Maßeintragungen und Mittellinien (2)	84	4.2.4.5	Zeichnungsableitung, projizierte ISO-Ansicht der Rückansicht	105
3.5.1.3	Zeichnungsanpassung, Texteintragungen	85	4.2.4.6	Zeichnungsableitung, orthogonale Schnittansicht, DIN ISO 128-40 / 50	105
3.5.1.4	Zeichnungsanpassung, Oberflächensymbole, Form- und Lagetoleranz (6)	85	4.2.4.7	Zeichnungsableitung, isometrische Schnittansicht über orthogonalen Schnitt erstellen	106
3.5.1.5	Drucken und Datensicherung	85	4.2.4.8	Zeichnungsableitung, Detailansicht, Einzelheit nach DIN EN ISO 128-34	107
3.6	Verschraubung, Zeichnungsableitung	86	4.2.4.9	Zeichnungsableitung, Ausbruch, Teilschnitt nach DIN ISO 128-40 und -50	108
3.6.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	86	4.2.4.10	Speichern der Zeichnungsableitung „Biegevorrichtung“	109
3.6.1.1	Die Festlegung der Ansichten	86	4.2.5	Normgerechte Anpassungen, Kennzeichnen des Schnittverlaufs, entsprechend DIN ISO 128-44	110
3.6.1.2	Der Bildausschnitt, Eingabeablauf	86	4.2.5.1	Stellung der Schnitttrichtungspeile	110
3.6.1.3	Zeichnungsanpassung, Maßeintragungen und Mittellinien	87	4.2.5.2	Stellung der Schnittbuchstaben	110
3.6.1.4	Zeichnungsanpassung, Oberflächensymbole, Form- und Lagetoleranz	87	4.2.5.3	Anpassung der Schnittbezeichnung, Textformatierung	110
3.6.1.5	Zeichnungsanpassung, Texteintragungen	88	4.2.5.4	Anpassung der Teilschnittbezeichnung, Textformatierung	111
3.6.1.6	Drucken und Datensicherung	88	4.2.6	Normgerechte Anpassungen, Kennzeichnen des Schnittverlaufs, Schnittverlaufslinien, entsprechend DIN ISO 128-40/44	112
3.7	Winkelhalterung, Zeichnungsableitung	89	4.2.6.1	Layerzuweisung für die Schnittverlaufslinien, Änderungsmöglichkeit I	112
3.7.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	89	4.2.6.2	Erzeugen einer eigenen Schnittverlaufslinie, Änderungsmöglichkeit II, entsprechend DIN ISO 128-40	113
3.7.1.1	Die Festlegung der Ansichten	89	4.2.6.3	Schnittverlaufslinienzuweisung mit neuer Linienart	114
3.7.1.2	Die Schnittansicht über mehrere Ebenen	89	4.2.7	Teilschnitt-Bruchlinie, entsprechend DIN ISO 128-40/50, Ändern der Linienstärke	115
3.7.1.3	Die normgerechte Anpassung der Darstellung, Schnittkanten ausblenden	90	4.2.8	Mittelachsen ergänzen	116
3.7.1.4	Die normgerechte Anpassung der Darstellung, Rundungs-Übergangskonturen ausblenden	91	4.2.8.1	Mittelachsen ergänzen, Möglichkeiten	116
3.7.1.5	Die normgerechte Anpassung der Darstellung, Stellung der Schnittbuchstaben	91	4.2.8.2	Mittelachsen ergänzen, automatische Mittellinie über Ansichtswahl	116
3.7.1.6	Die normgerechte Anpassung der Darstellung, Kennzeichnen des Schnittdarstellung	91	4.2.8.3	Mittelachsen ergänzen, über Konturauswahl	117
3.7.1.7	Zeichnungsanpassung, Maßeintragungen und Mittellinien	92	4.2.8.4	Mittelachsen ergänzen, Mittelkreuze	117
3.7.1.8	Zeichnungsanpassung, Texteintragungen	92	4.2.9	Zeichnungsableitung, Ansichtsveränderungen	118
3.7.1.9	Zeichnungsanpassung, Oberflächensymbole, Form- und Lagetoleranz	93	4.2.9.1	Ansichtszuweisung „Verdeckte Kanten sichtbar“	118
3.7.1.10	Drucken und Datensicherung	93	4.2.9.2	Ansichtszuweisung „Verdeckte Kanten sichtbar“, Linienanpassung	118
3.8	Halierung, Zeichnungsableitung	94	4.2.9.3	Ansichtszuweisung „Schattiert mit Kanten“	119
3.8.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	94	4.2.9.4	Speichern der Zeichnungsableitung „Biegevorrichtung“	119
3.8.1.1	Die Festlegung der Ansichten	94	4.2.10	Normgerechte Anpassungen, Gewindedarstellung, ISO 6410-1	120
3.8.1.2	Zeichnungsanpassung, Maßeintragungen und Mittellinien	94	4.2.10.1	Gewindedarstellungen nach ISO 6410-1, Grundlagen	120
3.8.1.3	Zeichnungsanpassung, Texteintragungen	95	4.2.10.2	Gewindedarstellungen nach ISO 6410-1, Anpassungen der Baugruppendatei	120
3.8.1.4	Zeichnungsanpassung, Oberflächensymbole, Form- und Lagetoleranz	95	4.2.10.3	Gewindedarstellungen nach ISO 6410-1, Kantendarstellung in der Zeichnungsableitung	121
3.8.1.5	Drucken und Datensicherung	95	4.2.10.4	Gewindedarstellungen nach ISO 6410-1, Kantendarstellung in der schattierten Zeichnungsableitung	121
<b>4</b>	<b>Baugruppen, Zeichnungsableitungen</b>	<b>98</b>	4.2.11	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Positionszahlen	122
4.1	Zeichnungsableitungen, Baugruppen, Vorbemerkungen	98	4.2.11.1	Zeichnungsableitung der Baugruppe, automatische Positionszahlen	122
4.1.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile	98	4.2.11.2	Zeichnungsableitung der Baugruppe, manuelle Positionszahlen	123
4.1.2	Zeichnungsableitung der Baugruppen	98	4.2.12	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Texteintragungen im Schriftfeld	124
4.2	Baugruppe „Biegevorrichtung“, Zeichnungsableitungen	100	4.2.13	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Firmenlogo im Schriftfeld	125
4.2.1	Das Formstück Pos. 1, die Zeichnungsableitung	100	4.2.14	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Stückliste	126
4.2.2	Die Grundplatte Pos. 2, die Zeichnungsableitung	101			
4.2.2.1	Datensicherung	101			
4.2.3	Die Halierung Pos. 3, die Zeichnungsableitung	102			
4.2.3.1	Datensicherung	102			
4.2.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Zuweisen der Ansichten	103			
4.2.4.1	Vorlagenblatt öffnen	103			
4.2.4.2	Zeichnungsableitung, Grundansichten	103			
4.2.4.3	Zeichnungsableitung, projizierte Rückansicht	104			
4.2.4.4	Zeichnungsableitung, projizierte ISO-Ansicht der Vorderansicht	104			



4.2.14.1	Datensicherung	126	4.4.6.7	Zeichnungsableitung, Detailansicht, Einzelheit nach DIN EN ISO 128-34	148
4.2.15	Explosionsdarstellung der Baugruppe	127	4.4.6.8	Zeichnungsableitung, orthogonale Schnittdarstellung, DIN ISO 128-40/50	149
4.2.15.1	Erstellen der automatischen Explosionsansicht	128	4.4.6.9	Zeichnungsableitung, orthogonale Schnittdarstellung, DIN ISO 128-40/50	149
4.2.15.2	Erstellen der manuellen Explosionsansicht	128	4.4.6.10	vollständige Darstellung der Toolbox-Elemente	149
4.2.15.1	Verschiebelinien der Bauteile in der Explosionsansicht	129	4.4.7	Zeichnungsableitung, Ausbruch, Teilschnitt nach DIN ISO 128-40 und -50	150
4.2.16	Zeichnungsableitung für die Explosionsdarstellung der Baugruppe	130	4.4.7.1	Normgerechte Anpassungen, Kennzeichnen des Schnittverlaufs, entsprechend DIN ISO 128-44	151
4.2.16.1	Datensicherung	130	4.4.7.2	Stellung der Schnitttrichtungs Pfeile	151
4.3	Baugruppe „Schmidt-Kupplung“, Zeichnungsableitungen	131	4.4.7.3	Stellung der Schnittbuchstaben	151
4.3.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile, exemplarisch	131	4.4.7.4	Anpassung der Schnittbezeichnung, Textformatierung	151
4.3.2	Das Anschluss-Element Rechts und Links Pos. 1, die Zeichnungsableitung	131	4.4.7.4	Anpassung der Teilschnittbezeichnung, Textformatierung	152
4.3.2.1	Datensicherung	131	4.4.8	Teilschnitt-Bruchlinie, entsprechend DIN ISO 128-40/50, Ändern der Linienstärke	152
4.3.3	Das Zwischenstück Pos. 2, die Zeichnungsableitung	132	4.4.9	Mittelachsen ergänzen	153
4.3.3.1	Datensicherung	132	4.4.9.1	Mittelachsen ergänzen, Möglichkeiten	153
4.3.4	Das Lenkelement Pos. 3, die Zeichnungsableitung	133	4.4.9.2	Mittelachsen ergänzen, automatische Mittellinie über Ansichtswahl	153
4.3.4.1	Datensicherung	133	4.4.9.3	Mittelachsen ergänzen, über Konturauswahl	154
4.3.5	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Zuweisen der Ansichten	134	4.4.9.4	Mittelachsen ergänzen, Mittelkreuze	154
4.3.5.1	Vorlagenblatt öffnen	134	4.4.10	Zeichnungsableitung, Ansichtsveränderungen	155
4.3.5.2	Zeichnungsableitung, Grundansichten	134	4.4.10.1	Ansichtszuweisung „Verdeckte Kanten sichtbar“	155
4.3.5.3	Zeichnungsableitung, projizierte Rückansicht	134	4.4.10.2	Ansichtszuweisung „Schattiert mit Kanten“, Elternbeziehung nehmen	155
4.3.6	Zeichnungsableitung, projizierte ISO-Ansicht der Vorderansicht	135	4.4.10.3	Speichern der Zeichnungsableitung „Laufrollenlagerung“	155
4.3.7	Mittelachsen ergänzen	135	4.4.11	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Positionszahlen	156
4.3.8	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Texteintragungen im Schriftfeld	136	4.4.11.1	Zeichnungsableitung der Baugruppe, automatische Positionszahlen	156
4.3.9	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Stückliste	136	4.4.11.2	Zeichnungsableitung der Baugruppe, manuelle Positionszahlen	157
4.3.10	Zeichnungsableitung der Baugruppe, manuelle Positionszahlen	137	4.4.12	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Texteintragungen Schriftfeld	158
4.3.11	Datensicherung	137	4.4.13	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Firmenlogo im Schriftfeld	158
4.3.12	Explosionsdarstellung der Baugruppe	138	4.4.14	Zeichnungsableitung der Baugruppe, Stückliste	159
4.3.13	Zeichnungsableitung für die Explosionsdarstellung der Baugruppe	139	4.4.14.1	Datensicherung der Zeichnungsableitung Lagerungs-Baugruppe „Laufrollenlagerung“, Explosionsdarstellung der Baugruppe	160
4.3.13.1	Anpassung der Baugruppen-Darstellung	139	4.4.15.1	Erstellen der automatischen Explosionsansicht, Hauptbaugruppe	160
4.3.13.2	Zeichnungsableitung der Explosionsdarstellung	139	4.4.15.2	Erstellen der automatischen Explosionsansicht, Unterbaugruppen	161
4.3.13.3	Anpassen der Zeichnungsableitung, automatische Mittellinien	140	4.4.16	Lagerungs-Baugruppe „Laufrollenlagerung“, Zeichnungsableitung für die Explosionsdarstellung	162
4.3.13.4	Anpassen der Zeichnungsableitung, Positionszahlen	140	4.4.16.1	Vorlagenblatt öffnen	162
4.3.13.5	Datensicherung	140	4.4.16.2	Datensicherung der Zeichnungsableitung	162
4.4	Baugruppe „Laufrollenlagerung“, Zeichnungsableitungen	141	<b>5</b>	<b>Bauteile, Zeichnungsableitungen, verkürzt</b>	<b>164</b>
4.4.1	Die Laufrolle Pos. 1, die Zeichnungsableitung	141	5.1	Zeichnungsableitungen, Bauteile, Vorbemerkungen	164
4.4.1.1	Datensicherung	141	5.1.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile	164
4.4.2	Der Lagerbolzen Pos. 2, die Zeichnungsableitung	142	5.2	Quader, Zeichnungsableitung, verkürzt	166
4.4.2.1	Datensicherung	142	5.2.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	166
4.4.3	Der Lagerdeckel Pos. 3, die Zeichnungsableitung	143	5.2.1.1	Datensicherung	166
4.4.3.1	Datensicherung	143	5.3	Zylinder, Zeichnungsableitung, verkürzt	167
4.4.4	Der Abstandsring Pos. 4, die Zeichnungsableitung	144	5.3.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	167
4.4.4.1	Datensicherung	144			
4.4.5	Das Wandelement, die Zeichnungsableitung	145			
4.4.5.1	Datensicherung	145			
4.4.6	Baugruppe „Laufrollenlagerung“, Zeichnungsableitung der Baugruppe, Zuweisen der Ansichten	146			
4.4.6.1	Vorlagenblatt öffnen	146			
4.4.6.2	Zeichnungsableitung, Grundansichten	146			
4.4.6.3	Zeichnungsableitung, projizierte Rückansicht	146			
4.4.6.4	Zeichnungsableitung, projizierte ISO-Ansicht der Vorderansicht	147			
4.4.6.5	Zeichnungsableitung, orthogonale Schnittdarstellung, DIN ISO 128-40/50	147			
4.4.6.6	Zeichnungsableitung, isometrische Schnittdarstellung, über orthogonalen Schnitt erstellen	148			

5.3.1.1	Datensicherung	167	5.19.1.1	Datensicherung	183
5.4	Exzentrerscheibe, Zeichnungsableitung, verkürzt	168	5.20	Rotationselement mit Querdurchdringungen, ,	
5.4.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	168		Zeichnungsableitung, verkürzt	185
5.4.1.1	Datensicherung	168	5.20.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	185
5.5	Führungsleiste, Zeichnungsableitung, verkürzt	169	5.20.1.1	Datensicherung	185
5.5.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	169	5.21	Glocke mit Querdurchdringung, Zeichnungsableitung, verkürzt	186
5.5.1.1	Datensicherung	169	5.21.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	186
5.6	Kolben, Zeichnungsableitung, verkürzt	170	5.21.1.1	Datensicherung	186
5.6.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	170	5.22	Hohlkonus mit Schrägschnitt, Zeichnungsableitung, verkürzt	187
5.6.1.1	Datensicherung	170	5.22.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	187
5.7	Distanzstück, Zeichnungsableitung, verkürzt	171	5.22.1.1	Datensicherung	187
5.7.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	171	5.23	Rundelement mit Ausschnitt, Zeichnungsableitung, verkürzt	188
5.7.1.1	Datensicherung	171	5.23.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	188
5.8	Stellschraube, Zeichnungsableitung, verkürzt	172	5.23.1.1	Datensicherung	188
5.8.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	172	5.24	Kegelement I	189
5.8.1.1	Datensicherung	172	5.24.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	189
5.9	Kontrollblech, Zeichnungsableitung, verkürzt	173	5.24.1.1	Datensicherung	189
5.9.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	173	5.25	Kegelement II, Zeichnungsableitung, verkürzt	190
5.9.1.1	Datensicherung	173	5.25.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	190
5.10	Distanzelement, Zeichnungsableitung, verkürzt	174	5.25.1.1	Datensicherung	190
5.10.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	174	5.26	Kugel-Kegel-Element I, Zeichnungsableitung, verkürzt	191
5.10.1.1	Datensicherung	174	5.26.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	191
5.11	Schieber, Zeichnungsableitung, verkürzt	175	5.26.1.1	Datensicherung	191
5.11.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	175	5.27	Kugel-Kegel-Element II, Zeichnungsableitung, verkürzt	192
5.11.1.1	Datensicherung	175	5.27.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	192
5.12	Halterung, Zeichnungsableitung, verkürzt	176	5.27.1.1	Datensicherung	192
5.12.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	176	5.28	Kegel-Zylinder-Element, Zeichnungsableitung, verkürzt	193
5.12.1.1	Datensicherung	176	5.28.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarisch, vereinfacht	193
5.13	Seitenblech, Zeichnungsableitung, verkürzt	177	5.28.1.1	Datensicherung	193
5.13.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	177	<b>6</b>	<b>Baugruppen, Zeichnungsableitungen, verkürzt</b>	<b>196</b>
5.13.1.1	Datensicherung	177	6.1	Zeichnungsableitungen, Baugruppen, Vorbemerkungen	196
5.14	Gehäuse, Zeichnungsableitung, verkürzt	178	6.1.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile	196
5.14.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	178	6.1.2	Zeichnungsableitung der Baugruppen	196
5.14.1.1	Datensicherung	178	6.2	Baugruppe „Paßschieber“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	198
5.15	Antriebswelle, Zeichnungsableitung, verkürzt	179	6.2.1	Die Grundplatte Pos. 1, die Zeichnungsableitung	198
5.15.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	179	6.2.1.1	Datensicherung	198
5.15.1.1	Datensicherung	179	6.2.2	Das Stegelement Pos. 2, die Zeichnungsableitung	199
5.16	Lagerbolzen, die Zeichnungsableitung, verkürzt	180	6.2.2.1	Datensicherung	199
5.16.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	180	6.2.3	Der Schieber Pos. 3, die Zeichnungsableitung	200
5.16.1.1	Datensicherung	180	6.2.3.1	Datensicherung	200
5.17	Pumpenwelle, Zeichnungsableitung, verkürzt	181	6.2.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Paßschieber“	201
5.17.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	181	6.2.4.1	Datensicherung	201
5.17.1.1	Datensicherung	181	6.2.5	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Paßschieber“	202
5.18	Laufrolle, Zeichnungsableitung, verkürzt	182		Explosionsdarstellung der Baugruppe	202
5.18.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	182	6.2.5.1	Datensicherung	202
5.18.1.1	Datensicherung	182	6.3	Baugruppe „Paßteil“	203
5.19	Gehäuse, Zeichnungsableitung, verkürzt	183		Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	203
5.19.1	Die Zeichnungsableitung, exemplarische Darstellung, vereinfacht	183	6.3.1	Paßteil, Pos. 1, Zeichnungsableitung	203
			6.3.1.1	Datensicherung	203
			6.3.2	Paßteil, Pos. 2, Zeichnungsableitung	204
			6.3.2.1	Datensicherung	204
			6.3.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Paßteil“	205
			6.3.3.1	Datensicherung	205

6.3.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Paßteil“, Explosionsdarstellung der Baugruppe	206	6.8.1.15	Der Rotor Pos. 9, die Zeichnungsableitung	229
6.3.4.1	Datensicherung	206	6.8.1.16	Datensicherung	229
6.4	Baugruppe „Stütze“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	207	6.8.1.17	Die Walze Pos. 10, die Zeichnungsableitung	230
6.4.1	Stütze, Pos. 1, Zeichnungsableitung	207	6.8.1.18	Datensicherung	230
6.4.1.1	Datensicherung	207	6.8.1.19	Der Flansch Pos. 12 und Schlauchstutzen Pos. 13, die Zeichnungsableitung	231
6.4.2	Stütze, Pos. 2, Zeichnungsableitung	208	6.8.1.20	Datensicherung	231
6.4.2.1	Datensicherung	208	6.8.1.21	Der Schlauch Pos. 14, die Zeichnungsableitung	232
6.4.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Stütze“	209	6.8.1.22	Datensicherung	232
6.4.3.1	Datensicherung	209	6.8.1.23	Die Fundamentplatte Pos. 15, die Zeichnungsableitung	233
6.4.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Stütze“, Explosionsdarstellung und Ausbruch	210	6.8.1.24	Datensicherung	233
6.4.4.1	Datensicherung	210	6.8.1.25	Die Abdeckscheibe Pos. 36, die Zeichnungsableitung	234
6.5	Baugruppe „Winkelement I“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	211	6.8.1.26	Datensicherung	234
6.5.1	Winkelement I, Pos. 1, Zeichnungsableitung	211	6.8.2	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“, Unterbaugruppe „Rotoreinheit“	235
6.5.1.1	Datensicherung	211	6.8.2.1	Baugruppendarstellung und Explosionsdarstellung der Unterbaugruppe „Rotoreinheit“	235
6.5.2	Winkelement I, Pos. 2, Zeichnungsableitung	212	6.8.2.2	Zeichnungsableitung der Unterbaugruppe „Rotoreinheit“	235
6.5.2.1	Datensicherung	212	6.8.2.3	Datensicherung	235
6.5.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Winkelement I“	213	6.8.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“, Unterbaugruppe „Antriebsseinheit“	236
6.5.3.1	Datensicherung	213	6.8.3.1	Baugruppendarstellung und Explosionsdarstellung der Unterbaugruppe „Antriebsseinheit“	236
6.6	Baugruppe „Winkelement II“ „Zeichnungsableitungen“, verkürzte Darstellung	214	6.8.3.2	Zeichnungsableitung der Unterbaugruppe „Antriebsseinheit“	236
6.6.1	Winkelement II, Pos. 1, Zeichnungsableitung	214	6.8.3.3	Datensicherung	236
6.6.1.1	Datensicherung	214	6.8.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“, Unterbaugruppe „Gehäuseeinheit“	237
6.6.2	Winkelement II, Pos. 2, Zeichnungsableitung	215	6.8.4.1	Baugruppendarstellung und Explosionsdarstellung der Unterbaugruppe „Gehäuseeinheit“	237
6.6.2.1	Datensicherung	215	6.8.4.2	Zeichnungsableitung der Unterbaugruppe „Gehäuseeinheit“	237
6.6.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Winkelement II“	216	6.8.4.3	Datensicherung	237
6.6.3.1	Datensicherung	216	6.8.5	Zeichnungsableitungen der Baugruppe „Schlauchpumpe“	238
6.6.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Winkelement II“, Explosionsdarstellung	217	6.8.5.1	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“, Explosionsdarstellungen der Unterbaugruppen, Sammeldarstellung	238
6.6.4.1	Datensicherung	217	6.8.5.2	Datensicherung	238
6.7	Baugruppe „Gelenk“ Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	218	6.8.5.1	Komplett-Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“	239
6.7.1	Gelenk, Pos. 1, Zeichnungsableitung	218	6.8.5.2	Datensicherung	239
6.7.1.1	Datensicherung	218	6.8.5.3	Komplett-Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schlauchpumpe“ Einzelblatt-Stückliste im Hochformat	240
6.7.2	Gelenk, Pos. 2, Zeichnungsableitung	219	6.8.5.4	Datensicherung	240
6.7.2.1	Datensicherung	219	6.9	Baugruppe „Schraubstock“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellung	241
6.7.3	Zeichnungsableitung der Baugruppe Gelenk, Zeichnungsableitung der Baugruppe	220	6.9.1.1	Baugruppe „Schraubstock“, Stückliste	241
6.7.3.1	Datensicherung	220	6.9.2	Bewegliche Baugruppe „Schraubstock“, Zeichnungsableitung, Prinzipdarstellung	241
6.7.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Gelenk“, Explosionsdarstellung	221	6.9.3	Zeichnungsableitung der Einzelteile für den Schraubstock	242
6.7.4.1	Datensicherung	221	6.9.4	Die Grundplatte Pos. 1, Zeichnungsableitung	242
6.8	Baugruppe Schlauchpumpe, Zeichnungsableitungen verkürzte Darstellungen	222	6.9.4.1	Datensicherung	242
6.8.1	Zeichnungsableitung der Einzelteile	222	6.9.5	Die fixierte Backe Pos. 2, Zeichnungsableitung	243
6.8.1.1	Das Lagergehäuse Pos. 1, die Zeichnungsableitung	222	6.9.5.1	Datensicherung	243
6.8.1.2	Datensicherung	222	6.9.6	Die bewegliche Backe Pos. 3, Zeichnungsableitung	244
6.8.1.3	Der Grundkörper Pos. 2, die Zeichnungsableitung	223	6.9.6.1	Datensicherung	244
6.8.1.4	Datensicherung	223	6.9.7	Der Lagerbock Pos. 4, die Zeichnungsableitung	245
6.8.1.5	Der Gehäusedeckel Pos. 3, die Zeichnungsableitung	224	6.9.7.1	Datensicherung	245
6.8.1.6	Datensicherung	224	6.9.8	Die Führungsplatte Pos. 5, Zeichnungsableitung	246
6.8.1.7	Der Lagerdeckel Pos. 4, die Zeichnungsableitung	225			
6.8.1.8	Datensicherung	225			
6.8.1.9	Die Riemenscheibe Pos. 5, die Zeichnungsableitung	226			
6.8.1.10	Datensicherung	226			
6.8.1.11	Die Hauptwelle Pos. 6, die Zeichnungsableitung	227			
6.8.1.12	Datensicherung	227			
6.8.1.13	Die Distanzbuchsen Pos. 7 und 8, die Zeichnungsableitung	228			
6.8.1.14	Datensicherung	228			

6.9.8.1	Datensicherung	246	6.12.5.1	Datensicherung	268
6.9.9	Die Spindel Pos. 6, Zeichnungsableitung	247	6.12.6	Die Buchse Pos. 7, Zeichnungsableitung	269
6.9.9.1	Datensicherung	247	6.12.6.1	Datensicherung	269
6.9.10	Der Knebel Pos. 6a, die Zeichnungsableitung	248	6.12.7	Der Lagerdeckel Pos. 8, Zeichnungsableitung	270
6.9.10.1	Datensicherung	248	6.12.7.1	Datensicherung	270
6.9.11	Bewegliche Baugruppe „Schraubstock“, Zeichnungsableitung	249	6.12.8	Baugruppe „Zahnradwellenlagerung“, Zeichnungsableitung	271
6.9.11.1	Datensicherung	249	6.12.8.1	Datensicherung	271
6.9.12	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Schraubstock“ Explosionsdarstellung der Baugruppe	250	6.12.9	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Zahnradwellenlagerung“ Explosionsdarstellung der Baugruppe	272
6.9.12.1	Datensicherung	250	6.12.9.1	Datensicherung	272
6.10	Baugruppe „Rollenbock“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellungen	251	6.13	Baugruppe „Führungsrollenlagerung“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellungen	273
6.10.1	Die Rollenbocklagerung, Stückliste	251	6.13.1	Die Führungsrollenlagerung, Stückliste	273
6.10.2	Die fertig montiert Baugruppe „Rollenbocklagerung“	251	6.13.2	Die fertig montiert Baugruppe „Führungsrollenlagerung“	273
6.10.3	Die Gabel Pos. 3, Zeichnungsableitung	252	6.13.3	Der Stellbock Pos. 1, Zeichnungsableitung	274
6.10.3.1	Datensicherung	252	6.13.3.1	Datensicherung	274
6.10.4	Die Halterung Pos. 1, Zeichnungsableitung	253	6.13.4	Die Stellschraube Pos. 2, Zeichnungsableitung	275
6.10.4.1	Datensicherung	253	6.13.4.1	Datensicherung	275
6.10.5	Die Rolle Pos. 2, die Bauteilerstellung	254	6.13.5	Das Gestell Pos. 3, Zeichnungsableitung	276
6.10.5.1	Datensicherung	254	6.13.5.1	Datensicherung	276
6.10.6	Der Bolzen Pos. 4, Zeichnungsableitung,	255	6.13.6	Die Achse Pos. 4, Zeichnungsableitung	277
6.10.6.1	Datensicherung	255	6.13.6.1	Datensicherung	277
6.10.7	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Rollenbock-Lagerung“	256	6.13.7	Der Achshalter Pos. 5, die Zeichnungsableitung	278
6.10.7.1	Datensicherung	256	6.13.7.1	Datensicherung	278
6.10.8	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Rollenbocklagerung“ Explosionsdarstellung der Bau- und Unterbaugruppen	257	6.13.8	Die Platte Pos. 6, Zeichnungsableitung	279
6.10.8.1	Datensicherung	257	6.13.8.1	Datensicherung	279
6.11	Baugruppe „Lagerung einer Pumpenwelle“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellungen	258	6.13.9	Der Lagerflansch Pos. 7, die Zeichnungsableitung	280
6.11.1	„Lagerung einer Pumpenwelle“ die Stückliste	258	6.13.9.1	Datensicherung	280
6.11.2	Lagerungs-Baugruppe „Lagerung einer Pumpenwelle“, Zeichnungsableitung, Prinzipdarstellung	258	6.13.10	Die Rolle Pos. 8, Zeichnungsableitung	281
6.11.3	Zeichnungsableitung der Einzelteile, „Lagerung einer Pumpenwelle“	259	6.13.10.1	Datensicherung	281
6.11.3.1	Die Antriebswelle Pos. 1, Zeichnungsableitung	259	6.13.11	Zeichnungsableitung der Baugruppe „Führungsrollenlagerung“	282
6.11.3.2	Datensicherung	259	6.13.11.1	Datensicherung	282
6.11.3.3	Die Wellenabdichtung Pos. 2 und Deckel mit Dichtungsnut Pos. 3, die Zeichnungsableitung	260	6.14	Baugruppe „Schneckengetriebe“, Zeichnungsableitungen, verkürzte Darstellungen	283
6.11.3.4	Datensicherung	260	6.14.1.1	Baugruppe „Schneckengetriebe“, Stückliste	283
6.11.3.5	Der Deckel für Festlager Pos. 4 und Distanzbuchse Pos. 5, die Zeichnungsableitung	261	6.14.2	Baugruppe „Schneckengetriebe“, Prinzipdarstellungen	284
6.11.3.6	Datensicherung	261	6.14.3	Die Abtriebswelle Pos. 1, die Zeichnungsableitung	285
6.11.3.7	Das Gehäuse Pos. 6, die Zeichnungsableitung	262	6.14.4	Der Ring Pos. 2, die Zeichnungsableitung	286
6.11.3.8	Datensicherung	262	6.14.5	Die Buchse Pos. 3 / 6, Zeichnungsableitung	287
6.11.4	Zeichnungsableitung der Baugruppe, „Lagerung einer Pumpenwelle“	263	6.14.6	Die Scheiben Pos. 4 / 5, und Distanzhülsen Pos. 9 / 13 die Zeichnungsableitung	288
6.11.4.1	Datensicherung	263	6.14.7	Das Druckstück Pos. 7, die Zeichnungsableitung	289
6.11.5	Zeichnungsableitung Explosionsdarstellungen Unterbaugruppen „Lagerung einer Pumpenwelle“,	264	6.14.8	Das Lagerstück Pos. 8, die Zeichnungsableitung	290
6.11.5.1	Datensicherung	264	6.14.9	Die Schneckenwelle Pos. 10, Zeichnungsableitung	291
6.12	Baugruppe „Zahnradwellenlagerung“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	265	6.14.10	Das Lagergehäuse Pos. 11, die Zeichnungsableitung	292
6.12.1	Die Baugruppenerstellung, Vorgaben	265	6.14.11	Die Klemmschraube Pos. 14, Zeichnungsableitung	293
6.12.1.1	Die Zahnradwellenlagerung, Stückliste	265	6.14.12	Die Kappe Pos. 14, die Zeichnungsableitung	294
6.12.2	Die fertig montiert Baugruppe „Zahnradwellenlagerung“	265	6.14.13	Die Abdeckung Pos. 17, die Zeichnungsableitung	295
6.12.3	Die Stirnradwelle Pos. 1, Zeichnungsableitung	266	6.14.14	Das Gehäuse Pos. 16, Zeichnungsableitung	296
6.12.3.1	Datensicherung	266	6.14.15	Die Keilriemenscheibe Pos. 18, Zeichnungsableitung	297
6.12.4	Das Lagergehäuse Pos. 2, Zeichnungsableitung	267	6.14.16	Das Schneckenrad Pos. 19, die Zeichnungsableitung	298
6.12.4.1	Datensicherung	267	6.14.17	Unterbaugruppe „Schneckenwelleneinheit“, die Zeichnungsableitung	299
6.12.5	Der Distanzring Innen / Außen Pos. 5 / 6, die Zeichnungsableitung	268	6.14.18	Unterbaugruppe „Schneckenradeinheit“, die Zeichnungsableitung	300
			6.14.19	Unterbaugruppe „Gehäuseeinheit“, die Zeichnungsableitung	301
			6.14.20	Zeichnungsableitung der Gesamtbaugruppe	302
			6.14.21	Zeichnungsableitung der Gesamtbaugruppe in Explosionsdarstellung	303

6.14.21.1	Explosionsdarstellungen Unterbaugruppen	303
6.14.21.2	Zeichnungsableitung der Explosionsdarstellungen für Baugruppen	303
6.15	Baugruppe „Stirlingmotor“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	306
6.15.1.1	Datensicherung	306
6.16	Baugruppe „Doppeldampfmotor“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	307
6.16.1.1	Datensicherung	307
6.17	Baugruppe „Dampfmaschine mit Schubgetriebe“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	308
6.17.1.1	Datensicherung	308
6.18	Baugruppe „Henry Maudslay-Dampfmaschine“, Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	309
6.18.1.1	Datensicherung	309
6.19	Baugruppe „Doppelzylinder-Dampfmaschine“ Zeichnungsableitung, verkürzte Darstellung	310
6.19.1.1	Datensicherung	310
<b>7</b>	<b>Die DVD zum Buch, Bestellmöglichkeit</b>	<b>312</b>
7.1	Vorbemerkungen	312
7.2	Die Buch-DVD, Preis und Bestellmöglichkeit	312
7.3	Die Buch-DVD, Inhalte im Überblick	312
7.3.1	Die Buch-DVD, Support-Kapitel	312
7.3.2	Die Buch-DVD, SOLIDWORKS 2020, Dateien zu den Lerneinheiten	312
7.3.3	Die Buch-DVD, SOLIDWORKS 2020, PDF-Dateien	312
7.3.3.1	Die Buch-DVD, Auflistung der Inhalte, Kurzüberblick	312

## Die DVD zum Buch, Inhalt, Auszug

<b>8</b>	<b>SOLIDWORKS® 2020, Grundlagen bis Seite</b>	<b>bis Seite 8-28</b>
<b>9</b>	<b>SOLIDWORKS® 2020, Programm-Grundlagen</b>	<b>bis Seite 9-88</b>
<b>10</b>	<b>SOLIDWORKS® 2020, Anpassen der Installation</b>	<b>bis Seite 10-38</b>

---

„Zeichnen ist eine Form des Nachdenkens  
auf dem Papier“

Saul Steinberg

„Die Kunst der Planung besteht darin, den  
Schwierigkeiten der Ausführung zuvorzu-  
kommen“

Luc de Clapiers

Der Mensch, das Augenwesen, braucht  
das Bild.

Leonardo da Vinci

## Vorwort

Eine technische Zeichnung ist ein Kommunikationsmittel, das zum eindeutigen Informationsaustausch in unterschiedlichen Anwendungsbereichen dient. Deshalb ist das Ableiten von 2D-Zeichnungen im Zeitalter der 3D-CAD-Technik immer noch ein wichtiger Schritt.

Bei der Erstellung einer Zeichnung ist immer zu beachten, dass später sämtliche Funktionen und Eigenschaften des 3D-Modells erkennbar und eindeutig sind. Dementsprechend kann die normgerechte Zeichnungserstellung eine zeitaufwändige und mühsame Arbeit sein. Dies gilt vor allem für komplexe Geometrien oder Baugruppen. Dennoch ist die korrekte und gewissenhaft erstellte Zeichnung unerlässlich, da in der Zeichnung nicht enthaltene Eigenschaften des Produktes unter Umständen nicht realisiert werden, bereits eine nicht korrekt eingetragene Passung oder eine fehlende Oberflächenangabe kann die gesamte Entwicklungsarbeit zunichtemachen, da die Maschine später gar nicht oder nur eingeschränkt funktioniert.

Die Bedeutung der technischen Zeichnungen geht allerdings zurück, mit der fortschreitenden Entwicklung der CAD-Systeme lassen sich immer mehr fertigungstechnische Angaben am 3D-Modell anbinden.

Dieses Buch zeigt in sechs verschiedenen Bereichen die Möglichkeiten der Zeichnungsableitung mit SOLIDWORKS 2020. Es wird dargestellt wie die Zeichnungsableitung von Bauteilen und Baugruppen, das Eintragen von Maßen und Bearbeitungen und die Anwendung von Tabellen und Stücklisten in einer Technischen Zeichnung angewendet wird.

Ein Wort noch in persönlicher Sache, dieses Buch erscheint wieder über BOD, da es für Fachbuchverlage nicht gewinnbringend ist, CAD Bücher 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 7 an.

Durch eine Umstrukturierung der Buchausgabe zu SOLIDWORKS 2020, einige Kapitel gehen auf die Buch-DVD, konnte ich den Angebotspreis bei BOD deutlich senken.

Wer dem Autor einen Gefallen tun möchte, bestellt direkt bei dem BOD-Verlag:

<https://www.bod.de/buchshop/>

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

Hans- J. Engelke, im Juli 2020



---

# 1

Dassault Systèmes  
SOLIDWORKS 2020

Zeichnungsableitungen,  
eine Kulturgeschichte

## 1 Zeichnungsableitungen, eine Kulturgeschichte

### 1.1 Älter als Papier

Unser Wort *Karte* stammt vom griechischen Wort *Chártes*, 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 Lehmtafeln 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.

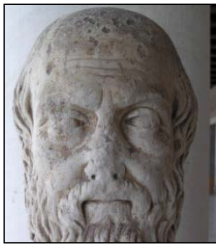
Ein paar Jahrzehnte später sah das *Herodot* schon deutlich anders, da er mehr Daten aus einer phönizischen Afrika-Umsegelung hatte.

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.

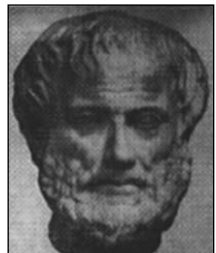
China hatte ein hoch entwickeltes Vermessungswesen, und im Osmanischen Reich war die griechische Tradition weiter gepflegt worden. Parallel zu dieser neuen Genauigkeit trat bis weit in die Neuzeit zum Ausgleich eine neue Lust an der Ausschmückung und Ausmalung der Karte. Viele Gegenden waren ganz buchstäblich 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, 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.) beeindruckten noch heute.

Den Ursprung der Geometrie findet man auch bei den Chaldäern. Der Phönizier *Thales* 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 diese 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.

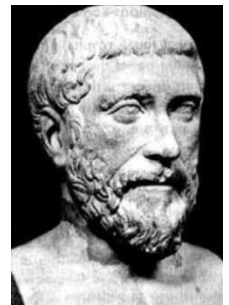
Eine Reihe weiterer Mathematiker, Philosophen und Künstler setzten sich in der Vergangenheit mit Geometrie, Volumen und Perspektiven auseinander. Dazu gehören:

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

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.



Thales



Pythagoras



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

## 1.3 Die „Technische Zeichnung“

Bevor wir innovative Produkte und technische Entwicklungen nutzen können, müssen diese konstruiert werden. Das ist die Aufgabe eines technischen Zeichners. Ein neues Gebäude, der Motor für ein Fahrzeug oder eine Produktionsanlage für eine Firma, für all das tragen Architekten, Ingenieure oder Graphiker Messdaten zusammen und achten auf die korrekte Anordnung der Maße. Auch wenn ihre Zeichnungen mittlerweile zu einem großen Teil über CAD-Programme am Computer abgebildet werden, ist die Arbeit mit Papier und einer klassischen Ausrüstung unabdingbar. Die ersten technischen Zeichnungen entstanden mit einem dünnen Stock in feinem Sand. Schon etwas später nutzte man das Reißbrett, in das man Zeichnungen mit einem sogenannten *Reißbley* einritzte. Anschließend kam der Bleistift zum Einsatz, der nach einiger Zeit von der Tusche aus China übermalt wurde, um die Zeichnungen unverwischbar zu machen. Der Bleistift war das perfekte Gerät für präzise Arbeiten mit Reißschiene, Winkeln sowie Zirkeln. Im Grunde hat sich diese Ausrüstung für technische Zeichnungen auf Papier bis heute bewährt, ergänzt durch einige zusätzliche Werkzeuge für die Ausführungen in Tusche.

### 1.3.1 Die Geschichte der Zeichnung als Konstruktionsvorlage

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.

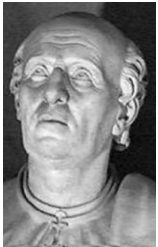
Das eigentliche perspektive Zeitalter beginnt aber mit dem Künstler und Baumeister *Filippo Brunelleschi* (1377-1446), sein berühmtestes Bauwerk ist der Dom von Florenz, Santa Maria del Fiore.

*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 wie *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 auseinandergesetzt. Die folgenden Bilder zeigen, wie *Dürer* seine Perspektive praktisch erzeugt. *Albrecht Dürer* hat sich aber mit vielen anderen Bereichen der Naturwissenschaft auseinandergesetzt. 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.



Filippo Brunelleschi



Michelangelo Buonarroti



Leonardo Da Vinci



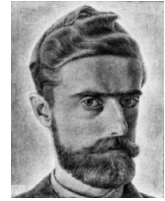
Albrecht Dürer

## 1.4 Die perspektivische Darstellung

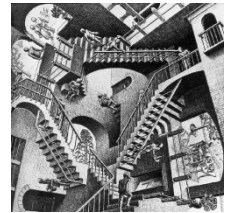
### 1.4.1 Die Geschichte der Perspektive

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 proportionem* mit Zeichnungen von *Leonardo 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 pratica della prospettiva*, *Guidobaldo del Monte* 1600 *Perspectivae libri sex*, *Johannes Kepler* 1604 *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, *René Descartes* 1637 *Geometrie*.



M. C. Escher



M. C. Escher „Relativity“

### 1.4.2 Der Meister der unmöglichen Perspektive

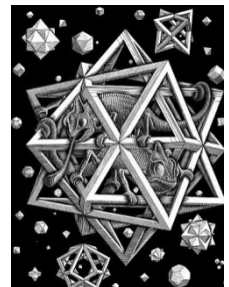
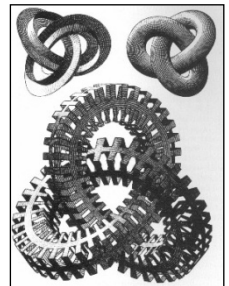
*M. C. Escher* ist für die Kunstgeschichte immer ein Problem geblieben. Seine Auseinandersetzung mit perspektivischen Unmöglichkeiten und optischen Täuschungen unterscheidet sich stark von den klassischen Themen bildender Kunst und lässt sich in keine der klassischen Schubladen einordnen. So wurde Escher 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 verstehe 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.



## 1.4.3 Die Zeichnung als Konstruktionsvorlage in der Technik

Technik, aus dem Griechischen für Kunst, bezeichnet allgemein die von Menschen erstellten, künstlichen Objekte, die eine nutzbare Funktion erfüllen. Der Mensch der in der Technik bewandert war hieß im Griechischen *techmites*. Der Begriff *Technik* umfasst heute auch das Wissen und die Erfahrung zur Nutzung der Objekte erforderlich sind. Für die Betrachtung des konstruktiven Zeichnens in der Technik reicht es, den Zeitraum ab der Frührenaissance, also ab etwa 1400, zu betrachten. In den Epochen davor machte man keinen Unterschied zwischen der künstlerischen Zeichnung und denen der Technik. Die Darstellungen waren darüber hinaus stark von individuellen Unterschieden geprägt. Mit Beginn der Frührenaissance wurden die konstruktiven Zeichnungen immer klarer und eindeutiger.

Der Betrachtungsrahmen endet etwa 1930. Aus dem konstruktiven Zeichnen war mit der Entwicklung allgemeiner Zeichenregeln und dem weitgehenden Abschluss der Zeichnungsnormung die *Technische Zeichnung* geworden. Die danach folgenden Weiterentwicklungen betrafen nur noch Details. In den Linearzeichnungen der Renaissance insbesondere in den technischen Skizzen, sind die Beziehungen zu klassischen Zeichenkunst noch deutlich sichtbar. Durch den Einsatz ähnlicher Zeichentechniken und vergleichbarer Gestaltungsmittel, wie Schraffuren, Punktraster, Teilschnitte, wechselnde Blickrichtungen und verschiedene Ansichten, waren die Unterschiede gering. Im Laufe der Zeit trat aber die Darstellung der Funktion und der genauen Geometrie der Objekte in den Vordergrund. Das Problem, das bei anschaulichen Darstellungen zwar ein verständlicher Bildeindruck aber keine Maßhaltigkeit zu erreichen war, musste gelöst werden. Einige Lösungsansätze waren aus dem Altertum schon bekannt. In den Zeichnungen wurden die perspektivische Darstellung und die Projektion mit unterschiedlichen Richtungen durch eine schiefe Parallelprojektion mit einer Blickrichtung abgewandt.

Viele der frühneuzeitlichen technischen Bilderhandschriften und Darstellungssammlungen wurden nur sehr begrenzt im Sinne des konstruktiven Zeichnens eingesetzt. Als Grundlage einer baulichen Realisierung eines Objekts waren diese durch die ungenaue und unvollständige Darstellung meistens ungeeignet. Daran änderten auch die eingearbeiteten schriftlichen Erläuterungen nichts. Die Zeichnungen enthielten diverse allegorische Elemente, Kuriositäten und technische Spielereien, oft ohne Bezug zur Funktion des Objekts. Benutzt wurden die Blätter von gebildeten Personen zum Vergnügen und zum Kennenlernen mechanischer Besonderheiten. Der Verbreitungsgrad war, durch die handwerkliche Herstellung und den erheblichen Preis der Blätter, gering.

## 1.4.4 Die Zeichnung als Konstruktionsvorlage, geschichtliche Darstellungsregeln

Die Regeln zur Anfertigung von Zeichnungen der Technik waren in der Praxis noch sehr uneinheitlich, sogar individuell unterschiedlich. Die freie Zeichnung in individueller Manier war zwar auf dem Rückzug, aber die gebundene Zeichnung besaß noch längere Zeit Elemente mit allegorischem Charakter und persönlichen Stilelementen. Wenn die Umsetzung von der Idee zum Objekt in einer Hand lag, war diese Darstellungsvielfalt kein Problem. Mit zunehmendem Handel und der Aufteilung der Anfertigung auf verschiedene Gewerke an unterschiedlichen Orten, wurde die Notwendigkeit zur eindeutigen und einheitlichen Darstellung immer dringender.



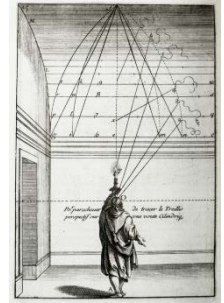
In Frankreich nahm sich der Mathematiker und Ingenieur *Girard Desargues* (1591 bis 1661) des Problems an. Er versuchte die verschiedenen Zeichenkonstruktionen und anschaulichen Darstellungen in einem geschlossenen Ansatz zusammenzufassen. *A.-F. Frezier* (1682-1773) verfasste ein detailreiches dreibändiges Werk über das *Grund- und Aufrissverfahren*. Diese Ansätze und die Arbeiten weiterer Mechaniker, Instrumentenbauer und Ingenieure führten im 17. Jahrhundert zu den Anfängen eines eigenständigen Maschinenzeichnens. *Gaspard Monge* (1746 bis 1818) analysierte die einzelnen Ansätze in seinem Werk *Geometrie descriptive* und stellte diese auf eine exakte wissenschaftliche Basis, einschließlich der Übertragung der zeichnerischen Ausführungen in mathematischen Funktionsgleichungen der analytischen Geometrie.

Jetzt trat die Funktion, die genaue geometrische Darstellung, die Maßhaltigkeit in den Vordergrund. Die technische Zeichnung war endgültig zum verbindenden Element zwischen der Idee und der Realisierung durch die Herstellungstechniken geworden. Erste Fachbücher, die sich ausschließlich mit den Problemen des Technischen Zeichnens auseinander gesetzt haben, sind Anfang des 19. Jahrhunderts erschienen. In den Titeln werden die Begriffe *Konstruktives Zeichnen*, *Maschinenzeichnen*, und *Technisches Zeichnen* verwendet. Eines der ersten war das 1830 in Paris erschienene Werk *Choix de Modeles, Dessin des Machines* von *Le Blanc*. Es beinhaltet: Projektionslehre, Durchdringungen, Darstellung unterschiedlicher Maschinenteile, anschauliches Zeichnen, verschiedene Arten der Perspektive und Hinweise zum Vorgehen beim Erstellen einer technischen Zeichnung.

#### 1.4.5 Zeichnerische Verfahren im Maschinenbau

Im 19. Jahrhundert waren zeichnerische Verfahren zur Lösung der unterschiedlichsten Auslegungsprobleme weit verbreitet. Bekannt sind aus dieser Zeit insbesondere die Verfahren der *Graphostatik* und *Graphodynamik* zur Lösung von Belastungs- und Bewegungsproblemen. Geschlossene mathematische Lösungen gab es oft nur für einfache Probleme, die in der Praxis selten auftraten. Häufig konnten die technischen Probleme zwar mathematisch formuliert werden, aber die Lösung der komplizierten Integral- und Differentialgleichungen war nicht möglich. Eine Barriere für viele Ingenieure stellten auch die außerordentlich hohen Anforderungen an die mathematische Vorbildung da. Zur Lösung der meisten technischen Probleme reichten die zeichnerischen Näherungslösungen aus. Die zeichnerischen Verfahren besaßen darüber hinaus die Vorteile, dass diese schnell zu Ergebnissen führten, der Lösungsweg unmittelbar verständlich und eine Prüfung auf *Richtigkeit* bei vielen Anwendungen schon im Verfahren angelegt waren. Die zeichnerischen Darstellungen der Verfahren stellten keine hohen Anforderungen an die eigentliche Zeichentechnik. Das Verstehen der Verfahren war weitaus schwieriger. Gelehrt wurden diese in allen Ausbildungsgängen für Ingenieure. Eine intensive Übung war obligatorisch. Zu der Behandlung des konstruktiven Zeichnens gehören die zeichnerischen Verfahren des Maschinenbaus, genauer die zeichnerischen Ergebnisse der Verfahren, mit zum Inhalt, da die entsprechenden Darstellungen von Ingenieuren angefertigt werden mussten.

Fast alle dieser Verfahren sind heute in Vergessenheit geraten. Sie wurden durch numerische ersetzt. Die neuen Verfahren sind genauer, denn diese führen durch den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung und entsprechender Programme ebenfalls schnell zu Ergebnissen und lassen bei Auslegungsproblemen eine Vielzahl an Variationen und Optimierung zu.



Girard Desargues

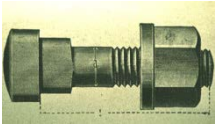


Gaspard Monge



Choix de Modeles,  
Dessin des Machines





Schraube als Bild-Zeichnung

## 1.4.6 Die Geschichte der Normung

Technische Zeichnungen sind wie der Name schon sagt im Zusammenhang mit technischen Maschinen, Vorrichtungen oder Apparaten zu sehen bzw. mit deren *Technische Zeichnungen* sind wie der Name schon sagt im Zusammenhang mit Fertigung.

Zum einen waren noch keine Regelwerke vorhanden und zum anderen kein ausgeprägter arbeitsteiliger Prozess. Der Entwerfende war mehr oder weniger auch der Produzent und die Schrauben wurden für diese eine Maschine gefertigt und passten auch nur dort.

In diesem Zusammenhang ist auch die Schaffung von Normen zu verstehen. Damit konnte eine normgerecht gefertigte Schraube überall eingesetzt werden. Parallel dazu musste eine gemeinsame Sprache für die Visualisierung geschaffen werden, die genormte *Technische Zeichnung*, fast ohne künstlerische Ergänzungen, dass dies frühzeitig geschah ist auch heute noch an der niedrigen DIN-Nummer der Normen abzulesen.

Das *Deutsche Institut für Normung* (DIN) wurde 1917 gegründet. Die erste *Deutsche Industrie-Norm* bezog sich auf Kegelstifte.

Mit dieser Normierung kam es zu einer fortschreitenden Abstraktion und Reduzierung der Darstellung. Details vielen weg und die Schraube als Bild wird heute fast symbolhaft dargestellt.

*Technische Zeichnungen* basieren auf einem genormten Regelwerk. Dieses beschreibt die grundlegenden Bausteine und die Systematik eines Zeichnungssatzes, wobei die DIN-Normen nicht unbedingt zu gleichen Ergebnissen in der Umsetzung führen müssen. Obwohl eine Anzahl von Normen die Zeichnungserstellung regeln, sind diese nicht unbedingt als negativ und einengend zu sehen. Vielmehr bilden Sie ein sinnvolles Grundgerüst und ermöglichen dem Zeichnungsersteller trotzdem konstruktive Freiheiten. An vielen Stellen sind relativierende Beschreibungen wie *bevorzugt* oder *überwiegend* zu finden, so dass im Bedarfsfall davon abgewichen werden kann.

---

# 2

Dassault Systèmes  
SOLIDWORKS 2020

Zeichnungsableitungen  
Grundlagen

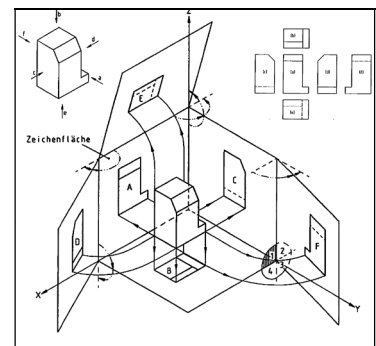
## 2 Zeichnungsableitungen, Grundlagen

### 2.1 Zeichnungsableitungen, Grundlagen, Vorbemerkungen

Die orthogonale Darstellung wird mit Hilfe von parallelen orthogonalen Projektionen mit Ebenen, zweidimensionalen Ansichten erreicht, die einander systematisch zugeordnet sind, hier gilt als Richtlinie die DIN ISO 128-34 und DIN ISO 5456-2.

Die Ansicht des darzustellenden Gegenstandes, die die meisten Informationen liefert wird üblicherweise als Hauptansicht gewählt (Vorderansicht). Dies ist die Ansicht A im Hinblick auf die Betrachtungsrichtung a, die im Allgemeinen den Gegenstand in der Funktions-Fertigungs- oder Zusammenbaulage zeigt. Die relative Lage anderer Ansichten in Hinblick auf die Hauptansicht auf der Zeichnung hängt von der gewählten Projektionsmethode ab, die gebräuchliche für den europäischen Bereich ist die Projektionsmethode 1. Die Projektionsmethode 1 ist eine orthogonale Darstellung, bei der der darzustellende Gegenstand zwischen dem Beobachter und den Koordinatenebenen zu liegen scheint, auf die der Gegenstand rechtwinklig projiziert ist. Die Lagen der verschiedenen Ansichten in Bezug auf die Hauptansicht (Vorderansicht) "A" werden durch Drehung ihrer Projektionsebenen um die Achsen bestimmt, die sich mit den Koordinatenachsen auf der Koordinatenebene (Zeichenebene), auf die Vorderansicht "A" projiziert ist, decken oder dazu parallel liegen.

Betrachtungsrichtung		Bezeichnung der Ansicht
Ansicht in Richtung	Ansicht von	
a	Vorn	A
b	Oben	B </td
c	Links	C
d	Rechts	D
e	Unten	E
f	hinten	F



### 2.2 Die Zeichnungsumgebung, Desktop und Menüs

Nach der Modellierung eines Bauteils wird in der Regel eine Zeichnung erstellt, um das Bauteil zu dokumentieren. Innerhalb dieser Zeichnung können Ansichten platziert werden, welche Kombinationen aus Modellbemaßung, bauteilbezogen sowie bei Zeichnungsbemaßung zeichnungsbezogen beinhalten. Bemaßungen können in jeder Ansicht nach Bedarf hinzugefügt oder unterdrückt werden. Des Weiteren können Bemaßungen, Kommentare und Symbole in Übereinstimmung mit den Normen DIN und ISO platziert werden. Außerdem lassen sich benutzerdefinierte Normen erstellen. Die nachfolgende Beschreibung zeigt Bilder der Arbeitsfläche, dem Zeichnungsbrowser sowie die Schaltflächenleiste im Zeichnungsmodus. Ansichten, Befehle und die Funktionen zum Eintragen von Zeichnungskommentaren sind über die Schaltflächenleiste bzw. die Werkzeugkästen verfügbar. Die große Anzahl der darstellungsbestimmenden Normen für die Zeichnungserstellung macht die Auflistung dieser Arbeitsumgebung sehr aufwändig, so dass in diesem Kapitel nur eine Übersicht, keinesfalls eine komplette Dokumentation dargestellt wird.

## 2.3 Die orthogonale Zeichnungsdarstellung

### 2.3.1 Zeichnungsnormung

#### 2.3.1.1 Zeichnungsnormen, DIN, ISO und EN, eine Zusammenfassung

Die orthogonale Darstellung wird mit Hilfe von parallelen orthogonalen Projektionen mit ebenen, zweidimensionalen Ansichten erreicht, die einander systematisch zugeordnet sind, hier gelten als Richtlinie folgende Normungen, eine Auswahl nach DIN, EN und ISO:



DIN®



ISO®



EuroNorm®

DIN ISO 128-20	Linien und Linienarten
DIN ISO 128-21	Ausführung von Linien in CAD-Systemen
DIN ISO 128-22	Hinweis- und Bezugslinien
DIN ISO 128-24	Linien der mechanischen Technik
DIN ISO 128-25	Linien in Schiffbauzeichnungen
DIN ISO 128-30	Orthogonale Darstellung
DIN ISO 128-34	Teilansichten
DIN ISO 128-40	Schnittdarstellung
DIN ISO 128-44	Sonderfälle der Schnittdarstellung
DIN ISO 128-50	Schraffurdarstellung, Beispiele unter DIN EN ISO 81714
DIN EN ISO 216	Papier-Endformate
DIN 406	Bemaßungsregeln
-10, -11, -12	
DIN ISO 1101	Eintragen von Form- und Lagetoleranzen
DIN ISO 1302	Oberflächenangaben in Zeichnungen
DIN EN ISO 3098	Schriften
DIN ISO 5455	maßstäbliche Darstellung
DIN ISO 5456	Orthogonale Darstellung von Werkstücken in technischen Zeichnungen, außerdem Projektionsmethoden axometrische Projektion, z.B. Isometrie
-2, -3	
DIN EN ISO 5457	Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken
DIN ISO 6410	Gewindedarstellung
DIN ISO 6433	Positionsnummern
DIN 6771	Schriftfelder und Stücklisten, alt zurückgezogen
DIN 6780	Vereinfachte Darstellung und Bemaßung von Löchern
DIN EN ISO 7200	Gültiges Schriftfeld für Technische Zeichnungen ab 2004

#### 2.3.1.2 Normungsauflistung VDI, eine Auswahl:



VDI®

VDI 2209	3D-Produktmodellierung
VDI 2211	Datenverarbeitung in der Konstruktion; Methoden und Hilfsmittel; Maschinelle Herstellung von Zeichnungen
VDI 2216	Datenverarbeitung in der Konstruktion – Einführungsstrategien und Wirtschaftlichkeit von CAD-Systemen
VDI 2222	Konstruktionsmethodik; Erstellung und Anwendung von 1 und 2 Konstruktionskatalogen
VDI 4426	Anwendung von 3D-CAD im Rahmen der Entwicklung
VDI 4500	Technische Dokumentation – Begriffsdefinitionen und rechtliche Grundlagen

### 2.3.2 Begriffe im Zeichnungs- und Stücklistenwesen, nach DIN 199

<b>Anordnungsplan</b>	Stellt die räumliche Lage von Gegenständen zueinander dar.
<b>Zeichnung eines Einzelteils</b>	Die Zeichnung enthält die benötigten Ansichten und Kommentare, für das Bauteil.
<b>Diagramm</b>	Zeigt Zahlenwerte oder funktionale Zusammenhänge in einem Koordinatensystem.
<b>EDM-System</b>	Managt das komplette Datenaufkommen, das während eines Projektes anfällt.
<b>Einzelteilzeichnung</b>	Enthält ein Einzelteil ohne die räumliche Zuordnung zu anderen Teilen.
<b>Entwurfszeichnung</b>	Bringt eine Darstellung, über deren endgültige Ausführung noch nicht entschieden wurde.
<b>Fertigungszeichnung</b>	Enthält die Darstellung eines Teiles mit weiteren Angaben für die Fertigung.
<b>Fotozeichnung</b>	Hat als wesentlichen Bestandteil fotografische Abbildungen.
<b>Hauptzeichnung</b>	Enthält eine Maschine, eine Anlage oder ein Gerät im zusammengebauten Zustand.
<b>Variantenzeichnung</b>	Ist eine Zeichnung von Gegenständen, die von einem anderen Gegenstand in bestimmten Maßen abweicht.
<b>Zeichnungsnormen</b>	Spezielle Richtlinien für Zeichnungsansichten, um eine einheitliche Darstellung zu erzielen.
<b>Zusammenbau-Zeichnung</b>	Dient zur Erläuterung von Zusammenbauvorgängen.
<b>Gruppenzeichnung</b>	Zeigt maßstabsgetreu die räumliche Lage und die Form zu einer Teilegruppe
<b>Konstruktionszeichnung</b>	Stellt einen Gegenstand in seinem vorgesehenen Endzustand Zeichnung dar.
<b>Maßbild</b>	Enthält für ein Teil nur die wesentlichen Maße und Informationen.
<b>Originalzeichnung</b>	Zeigt eine für weitere Arbeitsschritte verbindliche Fassung.
<b>Patentzeichnung</b>	Entspricht den Vorschriften der "Verordnung über die Anmeldung von Patenten".
<b>Skizze</b>	Ist eine nicht unbedingt maßstäbliche, vorwiegend freihändig erstellte Zeichnung.
<b>Technische Unterlage</b>	Dient durch ihren Informationsinhalt technischen Zwecken.
<b>Technische Zeichnung</b>	Ist eine Zeichnung, in der für technische Zwecke erforderlichen Art und Vollständigkeit durch Einhalten von Darstellungsregeln und Maßeintragung.
<b>Teilzeichnung</b>	Zeigt ein Teil ohne räumliche Zuordnung zu anderen Teilen.
<b>Vordruck</b>	Ist eine reproduzierte Standardzeichnung.
<b>Zeichnungssatz</b>	Ist die Gesamtheit aller Zeichnungen, für die vollständige Darstellung eines Gegenstandes.

### 2.3.2.1 Linienarten n. DIN EN ISO 128-20 und Anwendung nach DIN ISO 128-24

DIN EN ISO 128-20 enthält allgemein gültige Regeln für die Ausführung von Linien in der technischen Produktdokumentation. Anwendungen in Zeichnungen verschiedener technischer Bereiche werden in entsprechenden Teilen von DIN ISO 128 festgelegt, z.B. für die technische Mechanik Teil 24. Durch Übernahme von DIN EN ISO 128-20 und DIN ISO 128-24 für DIN 15-1 2 ergeben sich keine Änderungen in der Anwendung der Linienarten. Bisher wurden die Linienarten durch Kennbuchstaben und künftig werden diese durch Kennzahlen gekennzeichnet. Hierbei entspricht der erste Teil der Nummern denen der Grundarten von Linien nach Bild 1.

### 2.3.2.2 Das Verhältnis von Linienmaße zu Linienbreite

Die Breite **d** aller Linienarten ist in Abhängigkeit von der Art und Größe aus der folgenden Reihe auszuwählen, die im Verhältnis  $1:\sqrt{2}$  (1:1,4) gestuft ist:

**0,13 mm, 0,18 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 0,7 mm, 1,0 mm, 1,4 mm, und 2 mm.**

Das Verhältnis der Breiten von sehr breiten, breiten, und schmalen Linien ist 4:2:1.

### 2.3.2.3 Zeichnen von Linien

Der Abstand paralleler Linien muss mindestens **0,7 mm** betragen, wenn in anderen internationalen Normen keine davon abweichenden Werte festgelegt sind. Beim Einsatz rechnerunterstützter Zeichenprogramme können die dargestellten Linienabstände in bestimmten Fällen davon abweichen. Bei Übernahme von DIN EN ISO 128-20 und DIN ISO 128-24 für DIN 15-1 und -2 ergeben sich keine Änderungen bei der Anwendung von Linienarten. Während die Linienarten nach DIN 15-2 durch Kennbuchstaben gekennzeichnet sind, werden diese nach DIN ISO 128-24 durch Kennzahlen festgelegt.

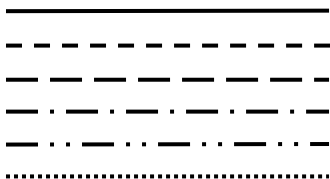


Bild 1

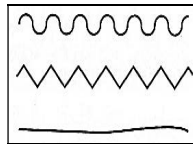


Bild 2

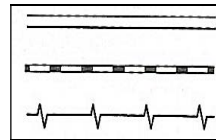
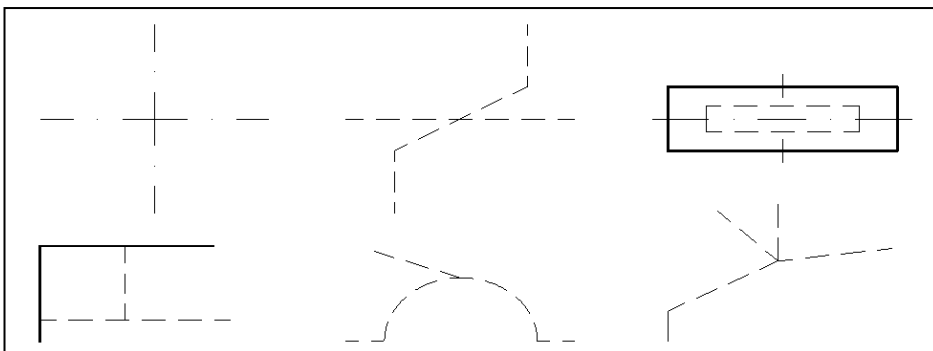


Bild 3







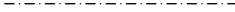


### 2.3.2.4 Kreuzungen und Anschlussstellen

Grundarten der Linien im folgenden Bild, sollen sich mit Strichen kreuzen und berühren.



## 2 Zeichnungsableitungen, Grundlagen

### 2.3.2.5 Linienanwendungen, eine Auswahl

Linie		Anwendung (Auswahl)
Nr.	Benennung, Darstellung	
01.1	Volllinie, schmal 	.1 Lichtkanten bei Durchdringung .2 Maßlinien .3 Maßhilfslinien .4 Hinweis- und Bezugsebenen .5 Schraffuren .6 Umrisse eingeklappter Schnitte .7 Kurze Mittellinien .8 Gewindegrund .9 Maßlinienbegrenzung .10 Diagonalkreuze zur Kennzeichnung ebener Flächen .11 Biegelinien an Roh- und bearbeiteten Teilen .12 Umrahmungen von Einzelheiten
	Freihandlinie, schmal 	.18 Vorzugsweise manuell dargestellte Begrenzung von Teil oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist.
	Zickzacklinie, schmal 	.19 Vorzugsweise mit Zeichenautomaten dargestellte Begrenzung von Teil oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist.
01.2	Volllinie, breit 	.1 Sichtbare Kanten .2 Sichtbare Umrisse .3 Gewindespitzen .4 Grenzen der nutzbaren Gewindelänge .5 Diagramme, Karten, Fließbildern .6 Systemlinien (Metallbau-Konstruktion) .7 Formteilungslinien in Ansichten
02.1	Strichlinie, schmal 	.1 Unsichtbare Kanten .2 Unsichtbare Umrisse
02.2	Strichlinie, breit 	.1 Oberflächenbehandlung
04.1	Strich-Punkt-Linie, (langer Strich), schmal 	.1 Mittellinien .2 Symmetrielinien .3 Teilkreise von Verzahnungen .4 Teilkreise für Löcher
04.2	Strich-Punkt-Linie (langer Strich), breit 	.1 Kennzeichnung begrenzter Bereiche .2 Kennzeichnung von Schnittebenen
05.1	Strich-Zweipunkt-Linie (langer Strich), schmal 	.1 Umrisse benachbarter Teile .2 Endstellung beweglicher Teile .3 Schwerpunktlinien



## 2.4 Zeichnungsansichten in SOLIDWORKS

Zeichnungsansichten werden von externen Bauteildateien referenziert und sind zu diesen assoziativ. Sie können Zeichnungen mit mehreren Ansichten erstellen, die aus grundlegenden orthogonalen Ansichten sowie Hilfs-, Detail- und Isometrieansichten bestehen. Außerdem können Sie Ansichten aus benutzerdefinierten Baugruppenansichten und Präsentationsansichten erstellen, dies wird im weiteren Teil des Buches noch zum Thema werden. SOLIDWORKS berechnet nach Bedarf verdeckte Linien und zeigt diese an. Die erste Ansicht in jeder Zeichnung ist eine Basis. Diese Ansicht ist die Grundlage für alle weiteren Ansichten, wie Parallelen der 3-Tafel-Projektion und Hilfsansichten. Durch die Basis wird der Maßstab für alle abhängigen Ansichten mit Ausnahme der Detailansicht festgelegt. Mit der Basis wird außerdem der Anzeigestil für abhängige parallele und orthogonale Ansichten festgelegt. Für Bauteilmodelle handelt es sich bei der Basis meist um eine Standardansicht, häufig die Vorderansicht oder eine Seitenansicht mit hoher Geometrie-Aussagekraft.

### 2.4.1 Aufruf der Zeichnungsumgebung

Der Aufruf der Zeichnungsumgebung ist in SOLIDWORKS integriert und nicht, wie bei verschiedenen anderen CAD-Programmen, ein eigenständiges Programm. Der Start erfolgt über den Aufruf einer neuen Datei und die Auswahl der Vorlagendatei mit der Dateiendung **.drwdot**. Es gibt eine Basisvorlage **Zeichnung.drwdot** die entsprechend ausgewählt werden kann.

#### 2.4.1.1 Formatvorlage laden



##### Neu (Menüleiste)

Es erscheint die Aufruf-Dialogbox für Formatvorlagen.



Neu

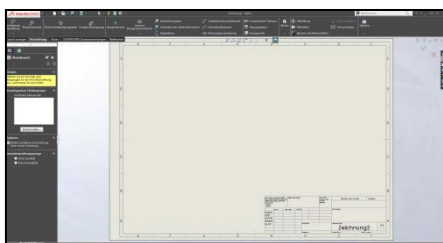
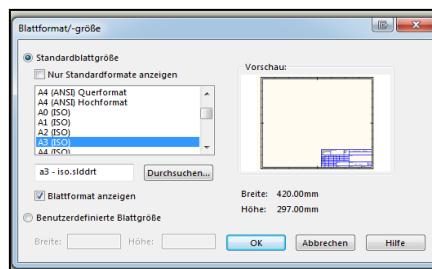
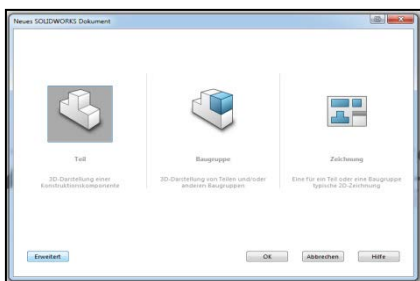


Wählen Sie die Vorlage **Zeichnung.drwdot**.



Zeichnung.  
DRWDOT

Wählen Sie aus der Formatbox die Auswahl **A3 (ISO) / OK**



## 2 Zeichnungsableitungen, Grundlagen

### 2.4.2 Problem der Formatvorlagen für Zeichnungsableitungen

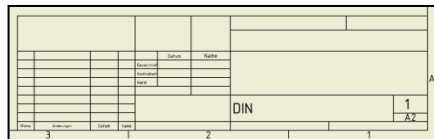
Die gezeigte, vergrößerte, Darstellung des Schriftfeldes stellt hier die SOLIDWORKS-Problematik der Vorlagen für Zeichnungsableitung, DIN und leider auch ISO, dar. Das eingefügte ISO-Schriftfeld ist auch noch in der SOLIDWORKS-Version 2020 nicht normgerecht.

#### 2.4.2.1 Schriftfelder und Stücklisten

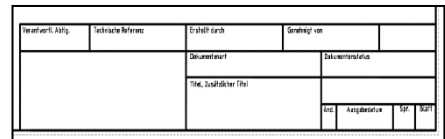
Die Firmen des Maschinenbaus richten sich im Allgemeinen bei der Gestaltung der Schriftfelder für technische Produktdokumentationen nach DIN EN ISO 7200 und für Stücklisten nach DIN 6771-2. Die technischen Zeichnungen erhalten ein Schriftfeld. Es wird im Abstand von je 10 mm von den Blattkanten so angeordnet, dass es noch dem Falten der Zeichnung auf A4 sichtbar in der unteren rechten Ecke erscheint.

Aus organisatorischen Gründen und im Hinblick auf die maschinelle Datenverarbeitung, sowie die wirtschaftliche Erstellung der Dokumentationen legt diese DIN EN ISO 7200 für alle Benutzer die gleichen Datenfelder fest. Datenfelder sind begrenzte Gebiete, die für bestimmte Daten verwendet werden. In der DIN EN ISO 7200 wurde die Anzahl der Datenfelder in Schriftfeldern auf ein Mindestmaß begrenzt. Wenn nötig dürfen die Datenfelder z. B. für Maßstab, Projektionssymbol, Toleranzen und Oberflächenangabe außerhalb des Schriftfeldes angegeben werden.

Diese Datenfelder müssen ein Schriftfeld zur Identifizierung enthalten. Außerdem gibt es beschreibende und administrative Datenfelder. Die Position des Schriftfeldes für technische Zeichnungen ist in der ISO 5457 festgelegt, die Gesamtbreite ist 180 mm.

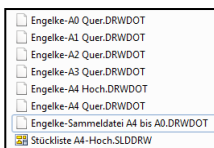


Altes Schriftfeld, DIN6771-1,  
zurückgezogen 05 / 2004



Schriftfeld für technische Produktdokumentationen, DIN EN ISO 7200

### 2.4.3 Die benutzerspezifische Vorlage, der Kopiervorgang von der Buch-DVD



Für den Lehrgang benötigen Sie die Vorlagendateien wie **Engelke-A4 bis A0.drwdot** und die entsprechenden Einzelblatt-Vorlagendateien vom Datenträger, sollten Sie den, auf der DVD erläuterten Kopiervorgang noch nicht vollzogen haben, hier der Ablauf für die Vorlagendatei:

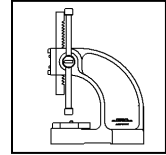
- Öffnen Sie über den **Arbeitsplatz** den Buchdatenträger.
- Wechseln Sie in das Verzeichnis **Vorlagen**.
- Markieren Sie die dort befindlichen Vorlagendateien.
- Klicken mit der rechten Maustaste und wählen **Kopieren**.
- Positionieren Sie diese Datei in den Programm-Unterrordner \ **Template** im Programmordner von SOLIDWORKS (C:\ProgramData\SOLIDWORKS\templates) über **Einfügen**.

## 2.5 Die Zeichnungsableitung

### 2.5.1 Zuweisen der Ansichten, Vorbemerkungen

#### 2.5.1.1 Erstansicht

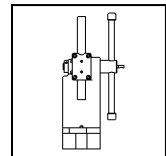
Die erste in einer Zeichnung erstellte Ansicht. Die Erstansicht ist die Quelle für nachfolgende Ansichten und steuert deren Maßstab und Ausrichtung. Sie können eine oder mehrere Erstansichten in einem Zeichnungsblatt erstellen. Sie wählen die Ausrichtung der Ansicht bei deren Erstellung aus. Die Standardausrichtungen basieren auf dem Ursprung im digitalen Prototyp.



#### 2.5.1.2 Parallele Ansicht

Eine orthographische oder isometrische Ansicht, die aus einer Erstansicht oder einer anderen vorhandenen Ansicht erstellt wird. Sie können in einem Vorgang mehrere projizierte Ansichten erstellen. Die Position des Cursors relativ zur übergeordneten Ansicht legt die Ausrichtung der projizierten Ansicht fest.

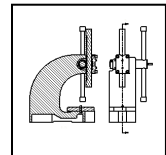
Projizierte Ansichten erben die Maßstab- und die Anzeigeeinstellungen von der übergeordneten Ansicht. Orthographische projizierte Ansichten bleiben an der übergeordneten Ansicht ausgerichtet. Die aktive Zeichnungsnorm definiert die Projektion des ersten oder des dritten Winkels.



#### 2.5.1.3 Schnittansicht DIN ISO 128-40 und -50

Diese Ansicht wird erstellt, wenn Sie eine Linie skizzieren, die eine Fläche definiert, mit der ein Bauteil oder eine Baugruppe durchschnitten wird. Sie zeichnen die Schnittlinie bei Erstellung der Ansicht oder wählen Sie aus einer der übergeordneten Ansicht zugeordneten Skizze aus. Die Schnittlinie kann ein einzelnes gerades Segment oder mehrere Segmente sein. Die Pfeilspitzen der Schnittlinie in der Erstansicht werden automatisch so ausgerichtet, dass sie die Position der Schnittansicht relativ zur Erstansicht angeben.

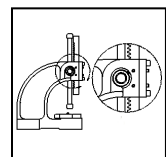
Kreuzschraffuren, Schnittlinie und Bezeichnungen werden automatisch eingefügt.



#### 2.5.1.4 Detailansicht DIN ISO 128-34

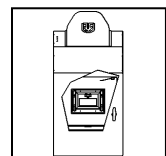
Ein bestimmter Ausschnitt einer anderen Zeichnungsansicht in vergrößerter Ansicht. Der Maßstab der Detailansicht ist vorgabegemäß doppelt so groß wie der Maßstab der Erstansicht. Sie können jedoch einen beliebigen anderen Maßstab angeben. Eine Detailansicht wird beim Erstellen nicht an der entsprechenden Erstansicht ausgerichtet.

In SOLIDWORKS werden die Detailansicht und der Bereich, aus dem sie abgeleitet wurde, mit Bezeichnungen versehen. Sie können entweder einen kreisförmigen oder einen rechteckigen Zaun für das Detail festlegen.



#### 2.5.1.5 Ausschnittsansicht DIN ISO 128-40 und -50

Ein Vorgang, der einen definierten Bereich des Materials entfernt, um verdeckte Bauteile oder Elemente in einer vorhandenen Zeichnungsansicht zu exponieren. Der übergeordneten Ansicht muss eine Skizze zugeordnet sein, die das Profil zur Definition der Ausschnitts-Umgrenzung enthält.



### 2.5.2 Zeichnungsableitung der Baugruppe, normgerechte Anpassungen

#### 2.5.2.1 Normgerechte Anpassungen, Vorbemerkungen zur Normung

Auszug aus der europäischen Normungspolitik:



EuroNorm®

***„Normen sind freiwillige technische und qualitätsbezogene Kriterien für Produkte, Dienstleistungen und Produktionsverfahren. Niemand ist zu ihrer Nutzung oder Anwendung verpflichtet, sie sind jedoch hilfreich für die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und bringen den Verbrauchern günstigere Preise.“***

Die Europäische Union greift seit Mitte der 1980er Jahre zunehmend auf Normen zurück, um ihre Politik und Rechtsvorschriften zu unterstützen.

Auszug aus DIN 199:



DIN®

***„Eine Technische Zeichnung ist ein Dokument, das in grafischer und schriftlicher Form alle notwendigen Informationen für die Herstellung und zur Beschreibung der geforderten Funktionen und Eigenschaften eines Einzelteils, einer Baugruppe oder eines kompletten Produkts zeigt und als Teil der Technischen Produktdokumentation dient.“***

Die in großen Schritten voranschreitende Globalisierung erzeugt aus diesem Kernsatz der DIN 199 eine weltweite genormte Lesbarkeit einer *Technischen Zeichnung* als Basis, hieran haben sich auch und vielleicht gerade die Softwarehersteller von CAD-Programmen zu halten, ISO-Normungen sind hier eine weltweit gültige Vorgabe.

#### 2.5.2.2 Normgerechte Anpassungen, Vorbemerkungen zur ISO-Normung



ISO®

Die *Internationale Organisation für Normung (ISO)* ist die internationale Vereinigung von Normungsorganisationen und erarbeitet internationale Normen in allen Bereichen mit Ausnahme der Elektrik und der Elektronik

166 Länder in der ISO vertreten, Stand Januar 2015, davon sind 119 Staaten Vollmitglieder. Jedes Mitglied vertritt ein Land, wobei es aus jedem Land auch nur ein Mitglied gibt. Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) ist seit 1951 Mitglied der ISO.

Die Entstehung einer ISO-Norm ist ein aufwändiger Prozess. Bevor ein Dokument zur ISO-Norm publiziert wird, führt sein Weg durch unzählige Arbeitsgruppen, Ausschüsse, Kommissionen und passiert mehrmals komplizierte Abstimmungen.

#### 2.5.2.3 Normgerechte Anpassungen, ISO-Normungen im Zeichnungswesen

Entsprechend der Auflistung eines Auszugs der Normungen im Zeichnungswesen, unterliegen die Zeichnungsableitungen einem sehr aufwendigen Regelwerk, hier sind die CAD-Softwarehersteller gefragt, um den Änderungsaufwand so zu minimieren, das digitale *Technische Zeichnungen* endlich wieder wie *Handgemachte* aussehen.

Automatisierte Zeichnungsableitungen per Mausklick, die dann unendliche Zeit für die normgerechte Anpassung benötigen haben in der heutigen Zeit nichts mehr zu suchen.

### 2.5.3 Zeichnungsableitung der Bauteile und Baugruppen, Grundlagen

Das Prinzip der Zeichnungsableitung für Baugruppen entspricht der Erstellung von Zeichnungen für Einzelteile und ist bereits in einigen Bereichen des Buches beschrieben worden.

Explosionsdarstellungen werden benutzt, um den Aufbau von Maschinen und ihrer Komponenten darzustellen. Die Ausrichtung der Teile zu den Hauptachsen und die Einbaureihenfolge werden berücksichtigt. Der Benutzer erkennt somit die Einbaulage der Teile und deren Abhängigkeit untereinander.

Einzelteile werden häufig mit Positionsnummern versehen. Dadurch wird der Zusammenhang von Katalogen, Stück- und Preislisten hergestellt.

Explosionsdarstellungen werden häufig in Montage-, Reparatur- und Wartungsanleitungen verwendet.

Auch die Optimierung der Darstellung ist entscheidend für die schnelle Bearbeitung einer Baugruppe. Die DIN-Norm 32869, Dreidimensionale CAD-Modelle und VDA-Empfehlung 4953 T1 bis T3, Vereinfachte CAD-Zeichnung bildet eine gute Grundlage für die Baugruppenausführung. Der Kernsatz dieser Normen, **nur so genau wie nötig**, steht unausgesprochen über den abgebildeten Darstellungen.

Die Lernsituationen zeigen die Möglichkeiten der Zeichnungserstellung und Eintragung von Zeichnungskommentaren mit der jeweiligen Normanpassung.

Diese Möglichkeiten sind exemplarisch dargestellt, zu einer fertigungsgerechten Zeichnungsdarstellung gehören häufig erheblich mehr Darstellungen und maßliche Eintragungen.

Projizierte Ansichten werden erstellt, indem eine vorhandene Ansicht in einer von acht möglichen Projektionen entfaltet wird. Die resultierende Ansichtsausrichtung wird durch die Einstellung **Erster Winkel** oder **Dritter Winkel** für die Projektion beeinflusst, die unter den Eigenschaften des Zeichenblatts vorgenommen wurde.

Die verwendeten Ansichtsausrichtungen beruhen auf den Ausrichtungen (**Vorderseite**, **Rechts** oder **Oben**) im Teil oder in der Baugruppe. Die Ausrichtungen der Ansichten sind festgelegt und können nicht geändert werden.

Die Ausrichtung der Draufsicht und der Seitenansicht ist in Bezug auf die Vorderansicht fixiert. Die Draufsicht kann vertikal, die Seitenansicht horizontal verschoben werden.



Modellansicht

#### 2.5.3.1 Anordnen weiterer Ansichten, projizierte Ansicht, nach DIN ISO 128-30

Nachdem Sie mit Hilfe der Erstante die erste Zeichnungsansicht auf dem Zeichenblatt platziert haben, können Sie den Befehl **Projizierte Ansicht** verwenden, um anhand einer vorhandenen Zeichnungsansicht weitere orthogonale Ansichten zu erstellen.

Sie definieren die Ausrichtung der neuen Zeichnungsansicht mit dem Mauszeiger. Um beispielsweise anhand einer vorhandenen orthogonalen Ansicht eine neue Hauptansicht zu platzieren, müssen Sie zuerst die Ursprungsansicht auswählen, und anschließend den Mauszeiger rechts, links, oben oder unten positionieren, damit Sie eine neue orthogonale Ansicht platzieren können. Sie können den Mauszeiger auch diagonal positionieren, um eine neue isometrische Bildansicht zu platzieren.



Projizierte Ansicht