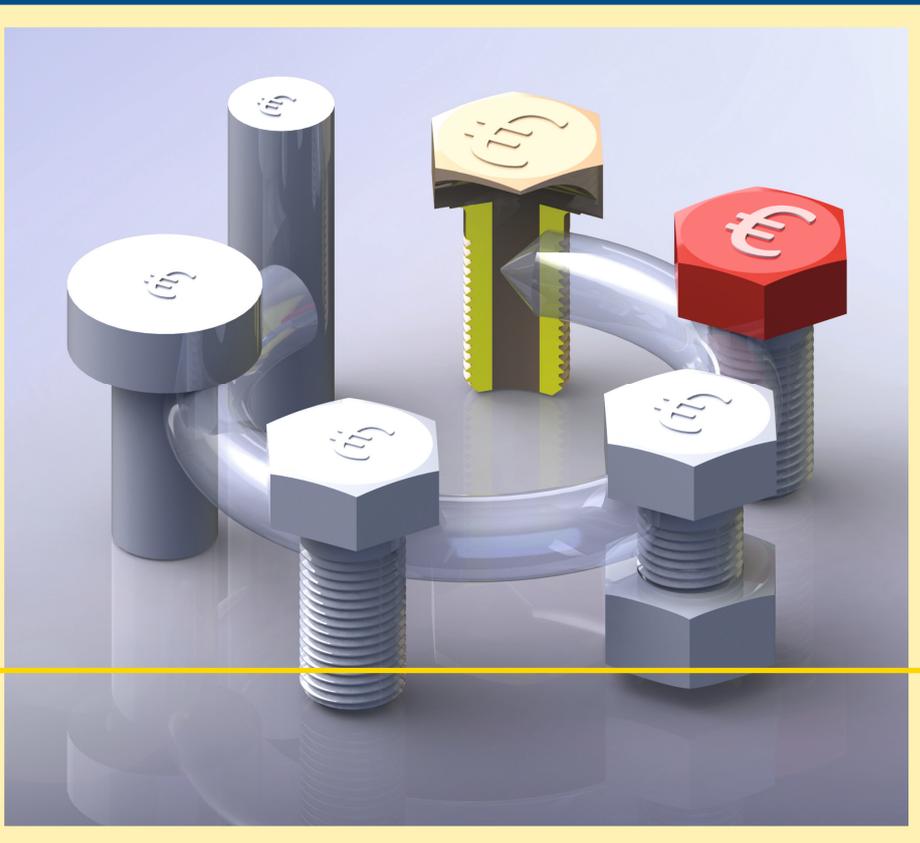


Hans Barthelmes



Fertigungstechnik für Kaufleute



HANSER



Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!

Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

plus-9kx4t-ah5u1

plus.hanser-fachbuch.de



Blieben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Hans Barthelmes

Fertigungstechnik für Kaufleute

Mit über 250 Videos sowie zahlreichen
Abbildungen und Tabellen

HANSER

Der Autor:

Hans Barthelmes, seit 2000 Unternehmensberatung und Schulungen, langjährige Erfahrung im Industrial Engineering und in der Fertigungstechnik



Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt geprüft und 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 folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso wenig übernehmen Autor und Verlag die Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt 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 <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2021 Carl Hanser Verlag München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Titelmotiv: © Hans Barthelmes

Coverrealisation: Max Kostopoulos

Satz: Eberl & Koesel Studio GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: Hubert & Co. GmbH & Co. KG BuchPartner, Göttingen

Printed in Germany

Print-ISBN: 978-3-446-46191-8

E-Book-ISBN: 978-3-446-46419-3

Vorwort

Die Idee zu diesem Buch ist durch viele Nachfragen in all meinen Seminaren zur Fertigungstechnik entstanden, die ich vor Kaufleuten, aber auch vor anderen „Quereinsteigern“ oder „Nicht-Technikern“ gehalten habe. Die Sammlung aller Videos zu diesem Buch ist ein Ergebnis meiner Projekt- und Beratungstätigkeit. Sehr oft hörte ich die Frage: Wie geht denn der Prozess eigentlich?

Eine Beschreibung von Fertigungsprozessen ist zwar in vielseitiger Form vorhanden. Im Internet findet der Interessierte sehr, sehr viel – muss allerdings, mit viel Werbung verbunden, endlos lange suchen. In Fachbüchern findet man zu den Fertigungsverfahren fundierte und ausführliche Darstellungen, Berechnungen und Empfehlungen. Aber das ist für jemanden, der „nur mal kurz“ wissen will, wie es geht, oft zu viel Information. So ist die Idee zu diesem „Videobuch“ entstanden.

Mir ist es wichtig, dass sich die Leserin oder der Leser, ohne lange suchen zu müssen, den gewünschten Fertigungsprozess zeigen lassen kann. Was man gesehen hat, prägt sich besser ein. Das Abstrakte wird konkret und man versteht besser, wie der Prozess abläuft. In der Fertigungstechnik geht es immer um dynamische Prozesse und die lassen sich im Bewegtbild eingängiger präsentieren als in langen Beschreibungen. Mit dem Hinweis auf die Videoquelle kann jeder selbst entscheiden, ob er (oder sie) noch mehr über das erfahren möchte, was im Video angeboten wird.

Die Auswahl der Videos erfolgte nach dem Kriterium der leichten Verständlichkeit. Einige Videos sind schon älter, aber sie zeigen immer noch in hervorragender Weise, was man wissen möchte. Das Grundprinzip der Verfahren bleibt gleich, nur die Verfahrensparameter, die Werkstoffe oder die Steuerung entwickeln sich weiter. Selbstverständlich erweitern sich dadurch auch die Anwendungsmöglichkeiten. Deshalb hat dieses Buch nicht den Anspruch, den Stand der Technik lückenlos und vollständig abzubilden. Alle Fertigungsprozesse darzustellen würde jeden Buchumfang sprengen, denn bedingt durch die rasante Weiterentwicklung der Technologien ist zu jedem Prozess mindestens ein Vielfaches an realen oder auch noch visionären Alternativen vorhanden oder möglich. Mir geht es um einen Überblick und um ein grundlegendes Verständnis der unendlichen Möglichkeiten, die die Fertigungstechnik bietet. Lassen Sie sich inspirieren!

Neben den Videos gibt es auch einen Downloadbereich, in dem Sie die im Buch gezeigten Excel- und PowerPoint-Dateien finden. Diese Dateien sind als Anregung und Vorschlag gedacht. Man kann es immer auch ganz anders machen!

Für die stetige Unterstützung und Hilfe während der langwierigen Erstellung des Buches danke ich ganz besonders meiner Frau Gudrun, die mich immer wieder nicht nur motivierte, sondern auch aktiv im Konzept und der Manuskripterstellung unterstützte.

Ebenfalls gilt mein besonderer Dank Herrn Dipl. Ing. Volker Herzberg vom Carl Hanser Verlag, der als Lektor das Projekt immer unterstützte, begleitete und dabei half es zu verwirklichen.

Dezember 2020

Hans Barthelmes

Der Autor



Hans Barthelmes verfügt über eine langjährige Erfahrung im Industrial Engineering, in der Fertigungstechnik sowie der Unternehmensberatung. Sein Kundenbereich in den letzten 20 Jahren der Eigenständigkeit mit Beratungs-, Unterstützungs-, Dienst- und Schulungstätigkeiten waren und sind die Automobilindustrie, aber auch der Maschinenbau mit seinen Werkzeug- und Spannmittelherstellern, dem Vorrichtungsbau, den Messtechnikern, den Oberflächenbeschichtern und vielen anderen mehr.

Die Kommunikation im Miteinander aller Unternehmensprozesse ist ihm besonders wichtig. Das gegenseitige Verstehen der verschiedensten Prozessabläufe, besonders in

der Fertigungstechnik, tragen zur Effizienz und zum Erfolg eines Unternehmens unabdingbar bei.

Hans Barthelmes ist 1951 geboren, verheiratet, hat vier Töchter und sechs Enkel, die in seiner verbleibenden Freizeit zu vielen weiteren Aktivitäten beitragen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V	2.3 Werkstoffeigenschaften	22
		2.3.1 Werkstoffbelastungen	22
		2.3.2 Werkstoffprüfung	23
Der Autor	VII	2.4 Metalle	24
		2.4.1 Stahl	26
		2.4.1.1 Legierungsbestandteile von Stahl	28
		2.4.1.2 Stahllarten	28
		2.4.1.3 Stahlbezeichnung	29
		2.4.2 Gusseisen	32
		2.4.3 Edlstähle	32
		2.4.4 Seltene Erden	33
		2.4.5 Aluminium	34
		2.4.5.1 Herstellprozess von Aluminium	35
		2.4.5.2 Aluminiumlegierungen	35
		2.4.5.3 Anwendungen von Aluminium	36
		2.4.6 Zink	37
Videoübersicht	XIII	2.5 Kunststoffe	39
		2.5.1 Gewinnung	39
		2.5.2 Arten	41
		2.5.3 Granulat	42
		2.5.4 Verwendung von Kunststoffen	43
1 Basisinformationen	1	2.6 Neue Materialien	45
1.1 Produktentwicklungsprozess	1	3 Fertigungsverfahren	49
1.1.1 Produktentscheidungskriterien	2	3.1 Urformen	50
1.1.2 Produktdokumente - Zeichnungen	2	3.1.1 Urformen aus dem flüssigen Zustand	50
1.2 Produktionstechnik	3	3.1.1.1 Schwerkraftgießen	51
1.2.1 Fertigungstechnik	4	3.1.1.2 Druckgießen	52
1.2.2 Verfahrenstechnik	5	3.1.1.3 Niederdruckgießen	53
1.3 Industrie 4.0	5	3.1.1.4 Schleudergießen	54
1.4 Produktionssystem	7	3.1.1.5 Stranggießen	55
1.5 Produktionsanlage oder -maschine	7	3.1.1.6 Schäumen	55
1.5.1 Maschinenelemente und die Automatisierung	7	3.1.1.7 Tauchformen	57
1.5.2 CNC-Technik und das Achsensystem	9	3.1.1.8 Urformen von faserverstärkten Kunststoffen	58
1.5.3 Spannmittel	10	3.1.1.9 Urformen - Züchten von Kristallen	59
1.5.4 Werkzeuge	12	3.1.2 Urformen aus dem plastischen Zustand ...	60
1.5.5 Werkstoffbearbeitung - Nass, Minimalmenge, Trocken	15		
1.6 Kalkulationsbeispiele und Kostenvergleich	16		
2 Materialien	19		
2.1 Rohstoffe	19		
2.2 Übersicht der Materialien	20		

3.1.2.1	Pressformen	60	3.3.2.2	Bohren	99
3.1.2.2	Spritzgießen	61	3.3.2.3	Fräsen	102
3.1.2.3	Spritzpressen	62	3.3.2.4	Hobeln/Stoßen	106
3.1.2.4	Strangpressen – Extrudieren	63	3.3.2.5	Räumen	107
3.1.2.5	Ziehformen	63	3.3.2.6	Sägen	108
3.1.2.6	Kalandrieren	65	3.3.2.7	Feilen/Raspeln	109
3.1.2.7	Blasformen – Rotationsformen	65	3.3.2.8	Bürstspanen	109
3.1.2.8	Modellieren	66	3.3.2.9	Schaben/Meißeln	110
3.1.3	Urformen aus dem körnigen oder pulverisierten Zustand	66	3.3.3	Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide	110
3.1.3.1	Pressen – Pulverpressen als Operationsschritt des Sinterns	67	3.3.3.1	Schleifen mit rotierenden Werkzeugen	111
3.1.3.2	Sandformen	68	3.3.3.2	Bandschleifen	112
3.1.3.3	Rapid Prototyping, 3D-Druck – additive/generative Fertigungsverfahren	68	3.3.3.3	Hubschleifen	113
3.1.4	Urformen aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand	71	3.3.3.4	Honen	113
3.1.5	Urformen aus ionisiertem Zustand	72	3.3.3.5	Läppen	114
3.2	Umformen	72	3.3.3.6	Strahlspanen	114
3.2.1	Druckformen	74	3.3.3.7	Gleitspanen	115
3.2.1.1	Walzen	74	3.3.4	Abtragen	115
3.2.1.2	Freiformen	77	3.3.4.1	Thermisches Abtragen	116
3.2.1.3	Gesenkformen	79	3.3.4.2	Chemisches Abtragen	119
3.2.1.4	Eindrücken	81	3.3.4.3	Elektrochemisches Abtragen	119
3.2.1.5	Durchdrücken	81	3.3.5	Zerlegen	120
3.2.1.6	Umformstrahlen	83	3.3.6	Reinigen	122
3.2.1.7	Oberflächenveredlungsstrahlen	83	3.3.6.1	Reinigungsstrahlen	123
3.2.2	Zugdruckumformen	84	3.3.6.2	Mechanisches Reinigen	124
3.2.2.1	Durchziehen	84	3.3.6.3	Strömungstechnisches Reinigen	124
3.2.2.2	Tiefziehen	84	3.3.6.4	Lösungsmittelreinigen	124
3.2.2.3	Drücken	85	3.3.6.5	Chemisches Reinigen	125
3.2.2.4	Kragenziehen	86	3.3.6.6	Thermisches Reinigen	126
3.2.2.5	Knickbauchen	86	3.4	Fügen	126
3.2.2.6	Innenhochdruck-Weitstauchen	86	3.4.1	Zusammensetzen	128
3.2.3	Zugumformen	87	3.4.2	Füllen	130
3.2.3.1	Längen	87	3.4.3	An- und Einpressen	130
3.2.3.2	Weiten	87	3.4.4	Fügen durch Urformen	131
3.2.3.3	Tiefen	88	3.4.5	Fügen durch Umformen	131
3.2.4	Biegeumformen	88	3.4.6	Fügen durch Schweißen	133
3.2.4.1	Biegeumformen mit geradliniger Werkzeugbewegung	88	3.4.6.1	Pressverbindungsschweißen	133
3.2.4.2	Biegeumformen mit drehender Werkzeugbewegung	90	3.4.6.2	Schmelzverbindungsschweißen	137
3.2.5	Schubumformen	91	3.4.7	Fügen durch Löten	141
3.3	Trennen	92	3.4.8	Kleben	142
3.3.1	Zerteilen	92	3.5	Beschichten	143
3.3.1.1	Scherschneiden (Stanzen)	92	3.5.1	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	147
3.3.1.2	Messerschneiden	94	3.5.1.1	Schmelztauchen	148
3.3.1.3	Beißschneiden	95	3.5.1.2	Anstreichen, Lackieren	148
3.3.2	Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide	95	3.5.1.3	Emaillieren	149
3.3.2.1	Drehen	95	3.5.2	Beschichten aus dem plastischen Zustand	149
			3.5.3	Beschichten aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand	150
			3.5.3.1	Wirbelsintern	150
			3.5.3.2	Elektrostatisches Beschichten	151
			3.5.3.3	Beschichten durch thermisches Spritzen	152
			3.5.4	Beschichten durch Schweißen	156

3.5.5	Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand (Vakuumbeschichten)	157	4.5.1.2	Zeichnungen	189
3.5.5.1	Vakuumbedampfen - PVD/CVD	157	4.5.2	Bauteilgestalt	189
3.5.5.2	Vakuumbestäuben	159	4.5.2.1	Bemaßung	190
3.5.6	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	159	4.5.2.2	Toleranzen	191
3.5.6.1	Galvanisches Beschichten	159	4.5.2.3	Form- und Lagetoleranzen	191
3.5.6.2	Chemisches Beschichten	160	4.5.2.4	Passungen	192
			4.5.2.5	Symbole, Zeichen und Texte	193
3.6	Stoffeigenschaften ändern	163	4.5.3	Oberflächen	194
3.6.1	Verfestigen durch Umformen	164	4.5.3.1	Oberflächensymbole	194
3.6.2	Wärmebehandeln (DIN EN 10052)	166	4.5.3.2	Oberflächengüte	194
3.6.2.1	Glühen	166	4.6	Machbarkeit	196
3.6.2.2	Härten	166	4.6.1	Größenordnungen	197
3.6.2.3	Isothermisches Umwandeln	170	4.6.2	Erreichbare Qualitäten	197
3.6.2.4	Anlassen, Auslagern	171	4.7	Vorgehensweise und Glossar für das Zeichnungslesen	199
3.6.2.5	Vergüten	171	5	Prozessabläufe	203
3.6.2.6	Tiefkühlen	171	5.1	Übersicht Prozessabläufe	203
3.6.2.7	Thermochemisches Behandeln	171	5.2	Produktionsvarianten von Wellen	203
3.6.2.8	Aushärten	172	5.3	Gelenkbauteile	207
3.6.3	Thermomechanisches Behandeln	173	5.4	Montage	209
3.6.4	Sintern, Brennen	173	5.5	Fertigungssystem	209
3.6.5	Magnetisieren	173	5.6	Rohrfertigung	209
3.6.6	Bestrahlen	173	5.7	Blechbearbeitung	210
3.6.7	Photochemische Verfahren	174	5.8	Herstellung eines Bohrers	210
			5.9	Prozesskosten	210
4	Qualitätssicherung	175	5.10	Entscheidungskriterien	213
4.1	Qualitätsmanagement	175	Weiterführende Literatur	215	
4.2	Qualitätsmethoden	176	Stichwortverzeichnis	217	
4.3	Messtechnologie	178			
4.3.1	Prüf- und Messmittel	179			
4.3.1.1	Prüfmittel	179			
4.3.1.2	Messmittel	181			
4.4	Prozessqualifizierung	183			
4.4.1	Prozessfähigkeiten - PFU, MFU	184			
4.4.2	Prozessfähigkeiten - SPC	184			
4.5	Konstruktion	186			
4.5.1	3D-Modell und Zeichnungen	186			
4.5.1.1	3D-Modell	188			

Videoübersicht

Video	Thema	Lnk
1	Produktentscheidungskriterien – Wie die Wölfe die Flüsse veränderten	bit.ly/2Cc7XPO
2	Verfahrenstechnik – Was ist Verfahrenstechnik	bit.ly/32ivwxx
3	Industrie 4.0 – einfach erklärt	bit.ly/32gevHP
4	Industrie 4.0 – im Zeitenwandel	bit.ly/3j35eJ9
5	Maschinenelemente – Be- und Entladung von Hand	bit.ly/2ZvPLcA
6	Maschinenelemente – Be- und Entladung durch Roboter	bit.ly/3euT4Fp
7	Maschinenelemente – Automation Linienfertigung	bit.ly/38VAZ1Y
8	Maschinenelemente – Spannmittel im Einsatz	bit.ly/3gVIMQ4
9	Maschinenelemente – Spannungsbeispiel Schwenkfutter	bit.ly/30aaMcg
10	Maschinenelemente – Sonderspannmittel im Einsatz	bit.ly/2WpQSSG
11	Werkzeuge – Beschichtungsbeispiel von Werkzeugen	bit.ly/3eCINqU
12	Werkzeuge – Die Werkzeugschneide mit und ohne Beschichtung	bit.ly/3iZVZcJ
13	Werkstoffbearbeitung – Nass, Minimalmenge, Trocken – Nassbearbeitung	bit.ly/30cHh9B
14	Werkstoffbearbeitung – Nass, Minimalmenge, Trocken – Minimalmengenschmierung	bit.ly/2ZzWAdz
15	Werkstoffbearbeitung – Nass, Minimalmenge, Trocken – Trockenbearbeitung	bit.ly/392MW63
16	Werkstoffeigenschaften – Beispiel der Beanspruchung am Prüfstand	bit.ly/2iO7sON
17	Werkstoffbelastung – Mechanische Belastungsarten	bit.ly/3khHh0Z
18	Werkstoffbelastung – Zugfestigkeit	bit.ly/2Tcyly3
19	Werkstoffbelastung – Torsionsbeanspruchung	bit.ly/2TfPoz0
20	Werkstoffprüfungen	bit.ly/3kdH9zo
21	Die wichtigsten Metalle	bit.ly/34iHk73
22	Stahl – Vom Erz zum Stahl	bit.ly/3m97Rde
23	Stahl – Vom Hochofen zum Walzwerk	bit.ly/3dMbkLC
24	Aluminium – Herstellung und Verwendung	bit.ly/2iO99M9
25	Der Herstellprozess von Aluminium aus Bauxit zum Fertigprodukt	bit.ly/3dKtRbe
26	Zink – Ein wichtiges Element	bit.ly/3jigjoz
27	Gewinnung – Reise durch die Öl-Raffinerie	bit.ly/3jigmRh
28	Gewinnung – Naphtha: Der Stoff, aus dem die Träume sind	bit.ly/34dYliK
29	Arten – Kunststoffarten: Elastomere, Duroplaste, Thermoplaste	bit.ly/3meeZff
30	Neue Materialien – Aluminium durchlässig und gesintert	bit.ly/3jjsS31
31	Neue Materialien – Neue Werkstoffe für den Leichtbau	bit.ly/2TdPKX0
32	Das Schwerkraftgießen am Beispiel des Sandgussverfahrens	bit.ly/38q9ol8
33	Das Schwerkraftgießen einer Rotornabe, ein Großteil für Windräder	bit.ly/3eW0aEQ
34	Praxisbeispiel des automatisierten Schwerkraftgießens eines Querlenkers	bit.ly/36j8kmw

Video	Thema	Llnk
35	Prozessanimation für einen Kokillenguss	bit.ly/38wmnrR
36	Prozessanimation des Druckgießens mit Praxisbeispiel	bit.ly/35idOim
37	Prozessanimation für den Druckguss	bit.ly/3piteeq
38	Animation und Anlagenprinzip des Niederdruckgießens	bit.ly/3n6mkXM
39	Prinzip des Schleudergießens, Animation	bit.ly/32ySUty
40	Stranggießen – Animation	bit.ly/2K1lnkh
41	Stranggießen – Prinzip des Stranggießens	bit.ly/3lkmbzy
42	Praxisbeispiel des Kunststoffschäumens – Polyurethanverarbeitung	bit.ly/3pjF8Vu
43	Kunststoffschäumen von Polystyrolplatten	bit.ly/3ncyf6n
44	Das Kunststoffschäumen in der Praxis – Polyurethan in Form gebracht	bit.ly/3eQ4DZA
45	Prinzip des Metallschäumens	bit.ly/2JQlgsA
46	Tauchformen	bit.ly/3ni0BfF
47	Beispiel von Leichtbau durch CFK	bit.ly/2GQPieN
48	Animation des FVK Niederdruckverfahrens auch RTM	bit.ly/3ncU2L3
49	Beispiel für die Herstellung von Einkristall Silizium	bit.ly/38u0dq9
50	Herstellung einer Schallplatte durch Pressformen	bit.ly/35kBORX
51	Herstellung eines einfachen Kunststofftellers durch Pressformen	bit.ly/3nhwnsS
52	Prinzip des Spritzgießens, Animation	bit.ly/32zB1KY
53	Verfahrens- und Anlagenbeispiele von Spritzgießmaschinen	bit.ly/2lu30oH
54	Animation und Prozessbeispiel des Spritzpressens	bit.ly/36oWd7M
55	Prozessbeispiele des Strangpressens – Extrudieren	bit.ly/3kh1brT
56	Prozessbeispiel des Strangpressens oder Extrudierens an einer Produktionslinie für PVC-geschäumte Rohre	bit.ly/3eLnqVW
57	Prozessbeispiele für verschiedenste Ziehformteile	bit.ly/3knpch7
58	Animation des Twin sheet Ziehformens	bit.ly/32BDtkb
59	Beispiel eines Kalanders in Funktion	bit.ly/38DJHEd
60	Animation des Blasformens einer Flasche	bit.ly/3lmtJBM
61	Prozessbeispiel für die Produktion einer Regenwasserzisterne	bit.ly/3ngSxfc
62	Prozessbeispiel des Rotationsformens für die Produktion von Tanks mit Prozessanimation	bit.ly/2JSz8T7
63	Beispiel des Modellierens mit Modellmasse MarsClay	bit.ly/35lYa5s
64	Pulverpressen als Operationsschritt des Sinterns	bit.ly/3eS5LvU
65	Grundlegender Verfahrensablauf beim Sinterprozess	bit.ly/3lnhPaG
66	Der 3D-Druck war schon 2003 als Information im Fernsehen	bit.ly/35mahQ1
67	3D-Druck – Revolution aus dem Drucker – Beispiele von Konstruktionsteilen	bit.ly/36jfxmA
68	Rapid Prototyping – MPA (Metal Pulver Auftrag) Technologie	bit.ly/2JXtLSS
69	Beispiel des 3D-Laserdruckens anstelle der Zerspanung	bit.ly/3picfJ9
70	Beispiel eines sehr großen 3D-Druckers für den Hausbau	bit.ly/32BY2wV
71	3D-Druck-Verfahrensbeispiel für LMF (Laser Metal Fusion)	bit.ly/3eMvINI
72	Abscheiden aus der Dampfphase in eine Form – Lichtbogenverdampfung	bit.ly/38zda1J
73	Abscheiden aus der Dampfphase in eine Form – Ablauf bei der PVD Beschichtung	bit.ly/3eMVBfK
74	Urformen aus ionisiertem Zustand – Animation und Praxis Aluminiumerzeugung	bit.ly/35pCrK9
75	Umformen – Beispiele Kaltumformen – Abkanten, Ziehstanzen, Runden, Rohrbiegen mit Innendorn, Drücken und Richten	bit.ly/32xiMFW
76	Beispiele der wichtigsten Verfahren der Umformung/Massivumformung – Gesenkschmieden, Freiformschmieden, Fließpressen, Ringwalzen	bit.ly/3lh3f4B

Video	Thema	Llnk
77	Das Prinzip des Walzens mit Animation	bit.ly/3nei0FP
78	Druckformen – Walzen – Schrägwalzen von nahtlosen Rohren	bit.ly/3nbArek
79	Das Verfahrensprinzip der Blechherstellung vom Stranggießen über das Walzen bis zum Coil	bit.ly/2lup1Ud
80	Die Herstellung von Blechen durch Walzen	bit.ly/32zlfj8
81	Das Prinzip und die Methoden der Herstellung von nahtlosgezogenen Rohren nach Mannesmann	bit.ly/3511ygX
82	Kaltwalzen verschiedener Verzahnungen und eines Gewindes mit Walzbalken als Werkzeuge auf einer XLO Walzmaschine	bit.ly/2ltdzI4
83	Kaltwalzen von Verzahnungen am Beispiel einer Antriebswelle	bit.ly/3eN74w1
84	Kaltwalzen von Verzahnungen mit Ölnutenkaltwalzen	bit.ly/38xZ5BZ
85	Verfahrensdarstellung des Grob Kaltwalzverfahrens an verschiedenen Bauteilen	bit.ly/3ptTbb4
86	Freiformen von Großteilen am Beispiel einer Welle	bit.ly/32C8Rix
87	Das Prinzip des Freiformens oder auch Schmiedens (Animation)	bit.ly/32xv7dk
88	Kunstschmieden – Schmieden von Hand – als Beispiel des Freiformens	bit.ly/2UjaY6c
89	Verkettete Rundknetanlagen zum Druckformen einer Antriebswelle	bit.ly/2GU5Bre
90	Praxisbeispiele für das Rundkneten auf einer flexiblen Rundknetmaschine	bit.ly/2lscJvx
91	Praxisbeispiele für das Rundkneten mit Erwärmung	bit.ly/2luGmMI
92	Animationen von verschiedenen Möglichkeiten und Varianten des Rundknetens	bit.ly/3eMMGev
93	Das Gesenkformen am Beispiel einer Kurbelwelle	bit.ly/3km96Eu
94	Gesenkschmieden eines Gelenkaußenteils	bit.ly/3lI076b
95	Gesenkschmieden von Gelenkaußenteilen auf zwei handbedienten Schmiedeanlagen	bit.ly/3kiTq4N
96	Beispiele des Glattwalzens	bit.ly/2lnpVSA
97	Druckformen – Eindrücken – Gewindeformen Beispiele	bit.ly/32wbLoP
98	Animation des Verfahrens Strangpressen an einem Aluminiumprofil	bit.ly/32wbOkv
99	Strangpressen von Aluminiumprofilen – Animation einer kompletten Anlage	bit.ly/3nkTHX3
100	Animation des Strangpressens von Aluminiumrohren	bit.ly/3ng72zO
101	Fließpressen in der Animation von zwei Varianten	bit.ly/32v9zy7
102	Beispiele des Fließpressens für Verzahnungen	bit.ly/3eLJqA0
103	Praxisbeispiel des Fließpressens von mehreren Verzahnungen auf einer Welle	bit.ly/32zjlix
104	Zugdruckumformen – Durchziehen	bit.ly/2GRAB4P
105	Die Herstellung eines Drahts in einem Drahtwalzwerk	bit.ly/3lpwIJJ
106	Prinzip des Tiefziehens (Animation)	bit.ly/32AOyBW
107	Tiefziehen als Dreifachzug mit einer Lochung	bit.ly/3eUr7Zt
108	Praxisbeispiele des Tiefziehens (Animation)	bit.ly/36yb001
109	Praxisbeispiele des Drückwalzens in Kalt- und Warm-Varianten	bit.ly/32D8FQi
110	Animation des Zugdruckumformens durch Innenhochdruck-Weitstauchen	bit.ly/3lrjIDc
111	Zugdruckumformen – Innenhochdruck-Weitstauchen – Animation	bit.ly/3pgqiPk
112	Animation des Zugdruckumformens durch eine Presse	bit.ly/3lpr9uX
113	Beispiel an einer älteren Anlage für das Längen und Drahtziehen	bit.ly/2Uldzg6
114	Zugumformen – Längen – Streckrichten eines Bleches	bit.ly/36wczvc
115	Zugdruckumformen – Tiefen als Teiloperation in einem hybriden Blechbearbeitungszentrum	bit.ly/2UjgV30
116	Praxisbeispiele des Tiefens/Sickens	bit.ly/36s2SOI
117	Das Prinzip des Biegeumformens mit einer geradlinigen Bewegung (Animation)	bit.ly/36rUy1b

Video	Thema	Llnk
118	Beispiel für eine Biegeumformung mit geradliniger Werkzeugbewegung an einem Großteil	bit.ly/32GIQ2S
119	Beispiel für eine Biegeumformung mit geradliniger Werkzeugbewegung an Stromschienen	bit.ly/3piA1ox
120	Beispiel einer Biegeumformung mit geradliniger Werkzeugbewegung an einer CNC-Biegemaschine	bit.ly/3ni8emi
121	Biegeumformung mit geradliniger Werkzeugbewegung in der Prozessvorbereitung	bit.ly/38D0182
122	Biegeumformung mit drehender Werkzeugbewegung an einem Biegeautomaten	bit.ly/2ly5Bxl
123	Biegeumformung – dreh. Werkzeugbewegung – Beispiel Rohrbiegemaschine	bit.ly/3lprT3d
124	Biegeumformung mit drehender Werkzeugbewegung für Drahtbiegen	bit.ly/2UKERmL
125	Biegeumformung mit drehender Werkzeugbewegung an einem Biegezentrum	bit.ly/2IsPMbx
126	Biegeumformung mit drehender Werkzeugbewegung für das automatische Richten von Antriebswellen	bit.ly/38AdzkL
127	Beispiel für das Verschieben mit drehender Werkzeugbewegung – Einen Vierkantstahl verdrehen	bit.ly/3nmltBj
128	Scherschneiden (Stanzen) – Einblicke in das Stanzen	bit.ly/2lwbawx
129	Beispiele von Stanzen – Lochstanzen, Stanzen im Folgewerkzeug, 6-Löcher-Stanzen	bit.ly/3ppKfDi
130	Das Prinzip des adiabatischen Trennens	bit.ly/2IA5m4T
131	Drehbearbeitung an einem Sechskant	bit.ly/2UoS1yY
132	Hartbearbeitung Drehen inklusive Fräsen und Bohren	bit.ly/3plp0mc
133	Mehrspindelautomat mit Drehen, Fräsen und Bohren	bit.ly/3pmS64J
134	Beispiele des Einstechdrehens	bit.ly/36tGLHh
135	Beispiele für Innendrehen	bit.ly/32zGmlp
136	Beispiel eines CNC-Long-Kurzdrehautomaten	bit.ly/3ktTgYh
137	Drehen am Beispiel einer Vollwelle, Varianten beim Horizontal- und Vertikaldrehen	bit.ly/3eS0vs0
138	Typisches Anreißen, Körnen, Bohren, Aufbohren, Senken, Reiben und Kontrolle mit Grenzlehndorn	bit.ly/3ktTmiB
139	Verschiedene Gewindebohrer	bit.ly/3eZnwcZ
140	Bohren von Gelenkteilen mit zwei Spindeln	bit.ly/38B1YSh
141	Basisinformationen zum Tiefbohren	bit.ly/35p6pO7
142	Beispiele der Unterscheidung zwischen Gleich- und Gegenlaufräsen	bit.ly/38HyHWp
143	Bohren kombiniert mit Fräsbearbeitung	bit.ly/3plqblC
144	Beispiel für Hochgeschwindigkeitsfräsen	bit.ly/3ppLFO8
145	Fräsen (Weichfräsen und Hartfräsen) von Kugelbahnen in einer Kugelnabe	bit.ly/3ltxDZB
146	Beispiel einer Multispindelbearbeitung – Drehen, Bohren, Fräsen, Rollen	bit.ly/32EDOTk
147	Komplette Bearbeitung an einem Bauteil Fräsen, Bohren	bit.ly/2UKSHph
148	Komplette Bearbeitung eines Synchronkörpers	bit.ly/38B31lb
149	Beispiel von Wälzschälern/Schalfräsen	bit.ly/36vEuvq
150	Beispiel für Trochoides Fräsen (Zirkularfräsen mit Vorschub)	bit.ly/3nj9R2U
151	Beispiel einer Wälzstoßmaschine	bit.ly/38zz8lh
152	Beispiel einer Stoßmaschine – Shapingmaschine	bit.ly/3nkGQ7g
153	Animation des Räumens	bit.ly/32UxHKT
154	Beispiel für das Räumen eines Innenprofils	bit.ly/2IAomjG
155	Beispiel des Räumens einer Radnabe – Trockenräumung	bit.ly/32zl0n5
156	Sägen mit einer Kreissäge von Aluminium	bit.ly/3lpuXfJ
157	Sägen mit einer Bandsäge	bit.ly/3lqZeun
158	Sägen auf einem Sägezentrum	bit.ly/3ppMQgw

Video	Thema	Llnk
159	Beispiel des Feilens von Metall	bit.ly/3kmBq9H
160	Bürstspanen zum Entgraten von Blechteilen	bit.ly/3lqZsBJ
161	Bürstspanen zum Entgraten von Einstichen in Profilverzahnungen	bit.ly/3nkHodk
161	Beschreibung und Beispiele des Schabens	bit.ly/2lwtUt
163	Schleifen mit rotierenden Werkzeugen – versch. Schleifoperationen	bit.ly/3kqNoiL
164	Schleifen mit rotierenden Werkzeugen – Schleifmöglichkeiten	bit.ly/3njaIAE
165	Beispiele für das Schleifen eines Antriebsritzels – ohne Kühlschmierstoff	bit.ly/35tBW1H
166	Beispiele für das Schleifen eines Hartmetallwerkzeuges	bit.ly/38zOVR4
167	Animation des spitzenlosen Rundschleifens	bit.ly/3pjKJLk
168	Beispiel Flachs Schleifen	bit.ly/35lZjdl
169	Beispiel für das Rundschleifen einer Welle	bit.ly/32CZ5wq
170	Beispiel für Schleifen (Entgraten) an einem Bandschleifer	bit.ly/35p6nWI
171	Beispiel für Bandschleifen als Polieren oder Superfinishverfahren	bit.ly/2lyL1x6
172	Beispiel eines oszillierenden Hubschleifgerätes an Wellen	bit.ly/2H1uIOm
173	Beispiel einer einfachen Honmaschine	bit.ly/3eUXkzO
174	Das Prinzip des Honens als Animation mit Werkzeug	bit.ly/32EHi8r
175	Animation und Beispiel des Läppens	bit.ly/35t2sll
176	Animation des Wasserstrahlschneidens	bit.ly/36sg2uO
177	Beispiel des Gleitspanens von verschiedenen Gelenkbauteilen	bit.ly/36wvQN1
178	Prinzip und Animation einer Universalgleitschleifanlage	bit.ly/32Dkg1K
179	Beispiele von CNC Brennschneiden an dickem Stahlblech	bit.ly/38G0jv4
180	Beispiel des Plasmaschneidens auf einer sehr flexiblen 3D-Portalschneidanlage	bit.ly/2UqaDi9
181	Beispiele von CNC-Laserschneiden	bit.ly/3lwpPpZ
182	Animation und Praxisbeispiel des elektrochemischen Abtragens – Drahterodieren	bit.ly/2lxSigT
183	Animation und Praxisbeispiel des elektrochemischen Abtragens – Senkerodieren	bit.ly/3eTP8zG
184	Animationsbeispiel des Ätzens von Bauteilen	bit.ly/2UrMsji
185	Animation und Praxis des Senkerodierens mit PEM (Precise Electrochemical Machining)	bit.ly/3eSOXQX
186	Animation und Praxis des ECM mit PEM	bit.ly/38EKQuY
187	Beispiel des Auseinandernehmens – Demontierens – eines Gleichlaufgelenkes	bit.ly/2UpdXKs
188	Einfaches Beispiel des Lösens einer kraftschlüssigen Verbindung	bit.ly/2loZDzv
189	Beispiel des Strahlprozesses – Sandstrahlen, Glasperlstrahlen	bit.ly/32Hrr94
190	Praxisbeispiele des Trockeneisstrahlens	bit.ly/3kpvA7v
191	Herstellung verschiedener Bürsten und Einsatzmöglichkeiten	bit.ly/3kwML73
192	Prinzip und Beispiel des Ultraschallreinigens	bit.ly/38RrV0n
193	Beispiel und Prinzip des Lösemittelreinigens	bit.ly/2UBoz9r
194	Beispiel des Schweißnaht-Reinigens mit Beizen von Hand inklusive Beizsignieren	bit.ly/2JU51L5
195	Beispiel des Elektropolierens – Kathodenbau	bit.ly/3psuxY7
196	Beispiel des TEM-Verfahrens	bit.ly/3psuzPJ
197	Beispiel des Thermischen Reinigens	bit.ly/2lyNeZq
198	Beispiel für Verbindungen, Formschlüssig und Kraftschlüssig	bit.ly/2JZcclb
199	Beispiel einer einfachen kraftschlüssigen Verbindung mittels eine Sechskantschraube	bit.ly/38Bv1oY
200	Die Handmontage von Gleichlaufgelenken	bit.ly/38Kmd0d
201	Beispiel automatische Montage	bit.ly/2lwkmo
202	Automatische Be- und Entladung einer Maschine durch einen einfachen Roboter	bit.ly/3ppbMoC

Video	Thema	Llnk
203	Die Roboterhandhabung in automatisierten Fertigungsstraßen	bit.ly/38DIL3z
204	Zusammensetzen – Leiterplatten bestücken	bit.ly/3ppc0vY
205	Beispiel für Füllen – Zwei Roboter schenken ein Weißbier ein	bit.ly/3nr8orD
206	Beispiel zur Herstellung einer Metall Kunststoffverbindung im Labor	bit.ly/38lupxN
207	Beispiel des Fügens durch Umformen – Das Clinchen	bit.ly/36upw8Q
208	Prinzip des Kaltwalzplattierens	bit.ly/2lp113T
209	Animation des Blindnietens und Beispiele für das Blindnieten	bit.ly/35oC8it
210	Beispiele des Widerstandspunktschweißens – Manuell und Vollautomatisiert	bit.ly/3pneP0t
211	Beispiele des Reibschweißens (mit Nahtabdrehen)	bit.ly/2GWu3bm
212	Beispiele des Reibschweißens (Innen) an einem Gelenk	bit.ly/3ppLuT5
213	Beispiele des Rührreibschweißens von Aluminium	bit.ly/3lu93M
214	Beispiele des Magnetarcschweißens	bit.ly/36ATnMO
215	Beispiele des Magnetarcschweißens von Rundfläche auf Planfläche	bit.ly/38FQOvl
216	Beispiele für autogenes Schweißen	bit.ly/3ksModN
217	Beispiele des Lichtbogenschweißens mit einer Elektrode	bit.ly/2Up6ScY
218	Beispiele des Metallschutzgasschweißens in der Anwendung beim Schweißen von Metalltüren	bit.ly/3nd4S3U
219	Prinzip des Metallschutzgasschweißens als Wolfram inertgasschweißen	bit.ly/38BwyLK
220	Beispiele des Unterpulverschweißens	bit.ly/3f2n7pN
221	Erklärung des Elektronenstahlschweißens und Produktbeispiele	bit.ly/2H0Kbsw
222	Beispiel des Orbitalschweißens	bit.ly/3kvLxsO
223	Schmelzverbindungs-schweißen – Plasmaschweißen	bit.ly/3nnuX0m
224	Beispiel für das Fügen durch Löten mit Induktionslötten	bit.ly/3lnUINg
225	Beispiel für das Fügen durch Löten einer Dachrinne mit einem LötKolben	bit.ly/35pjlnk
226	Beispiele für das Hartlöten mit der Flamme und für das Hartlöten mit induktiver Erwärmung	bit.ly/3eZCuzd
227	Beispiele des Klebens einer Türdichtung mit einem Roboter an eine Autotür	bit.ly/3lnVauW
228	Beschichten – Korrosion von Stahl	bit.ly/3nkUiaX
229	Schmelztauchen – Feuerverzinken	bit.ly/32BuvUb
230	Anstreichen, Lackieren	bit.ly/38LP5F0
231	Darstellung des automatisierten Nasslackierens von Kunststoffteilen	bit.ly/2K5GmDy
232	Emaillieren	bit.ly/3luHBK7
233	Wirbelsintern	bit.ly/2lzfIYt
234	Beispiel für mechanisches Beschichten	bit.ly/3pAuE4a
235	Elektrostatisches Beschichten – Beispiel einer Pulverbeschichtung	bit.ly/2louc8s
236	Eine Übersicht über die wichtigsten thermischen Spritzverfahren	bit.ly/3eXcjcy
237	Beschichten durch thermisches Spritzen – Pulverflammspritzen	bit.ly/3eSWIQK
238	Beschichten durch Schweißen – Schmelzauftragschweißen	bit.ly/3lsfc7v
239	Beispiel der Beschichtung von Werkzeugen mit PVD, CVD und CVD	bit.ly/2UuJA5f
240	Beispiel des Vakuumverdampfens für einen Planetarium Spiegel aus Aluminium	bit.ly/3eStdsQ
241	Kurzansicht einer flexiblen KTL-Beschichtungsanlage	bit.ly/3nmgAsZ
242	Chemisches Beschichten – Eloxieren	bit.ly/38FzYxa
243	Verfestigungsstrahlen – Animation	bit.ly/2K48A1w
244	Anwendung des Verfestigungswalzens an einer Kugel	bit.ly/35porjs

Video	Thema	Lnk
245	Die Veränderung des Gefüges bei der Erwärmung des Eisens/Stahls	bit.ly/2lwng8L
246	Die Veränderung des Gefüges im Gamma Eisen (Austenitbereich) und der Einfluss des Kohlenstoffs	bit.ly/3ltkuQk
247	Die induktive Erwärmung, ihre Frequenzen und die Abkühlung	bit.ly/2GYkc51
248	Beispiele des Induktivhärtens eines Innengelenkteiles	bit.ly/2UnL55l
249	Beispiele des Induktivhärtens verschiedenster Gelenkteile und Hohlwellen	bit.ly/3prn7Er
250	Aufkohlen von Stählen in denen – für das anschließende Härten – zu wenig Kohlenstoff im Material vorhanden ist	bit.ly/3eSu8JO
251	Beispiel des Einsatzhärtens eines Bauteiles in einem Härteofen	bit.ly/3ltXsJ8
252	Beispiel des Vakuumhärtens	bit.ly/32C6Wuk
253	Beispiel und Übersicht des Nitrierens als Thermochemisches Behandeln	bit.ly/3lwzooT
254	Prüfmittel	bit.ly/3nSy6W5
255	Prüfmittel – Salzkammersprühtest	bit.ly/33dr4DA
256	Messmittel – Handyscan	bit.ly/3nPTT0A
257	Messmittel – Messen mit einem Laser-Tracker	bit.ly/373vbmL
258	Messmittel – Messen mit 3D-Handroboter	bit.ly/33e5n6b
259	Messmittel – Messen mit 3D-Koordinatenmessmaschine	bit.ly/3pYLkm4
260	Messmittel – Messen mit bildgeführtem 3D-Koordinatenmessgerät	bit.ly/2J8JHKA
261	Messmittel – Oberflächenmessung	bit.ly/33uFDTp
262	Gelenkfunktion	bit.ly/2IUv3cv
263	Fertigungssystem	bit.ly/2KwB9ol
264	Rohrfertigung	bit.ly/33c4Xxh
265	Blecbearbeitung	bit.ly/3l3i1Ln
266	Herstellung eines Bohrers	bit.ly/3l1MqcM

1

Basisinformationen

Die Basisinformationen in diesem Buch „Metallbearbeitung für Kaufleute“ zeigen beispielhaft Grundlagen der Prozessentwicklungen, der Entscheidungsprozesse sowie die Zukunftstrends in Industrie 4.0 auf.

Die Hauptbegriffe einer Produktionsmaschine, mit wichtigen Elementen, wird einfach dargestellt und soll als Basisorientierung dienen.

Die Fertigungskalkulation und der Vergleich von „Alternativen Verfahren“ als Beispiel soll eine Hilfestellung im Alltag sein.

1.1 Produktentwicklungsprozess

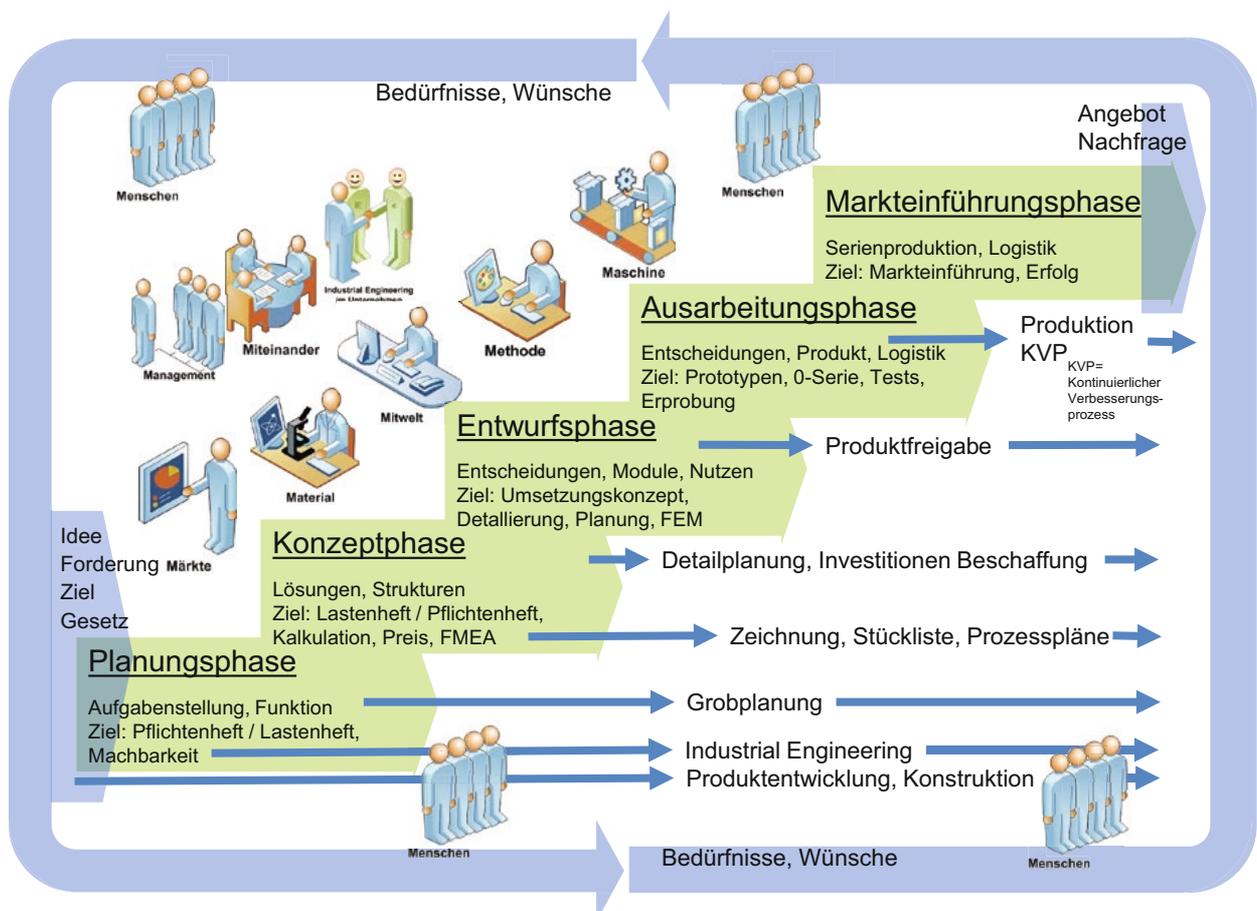


BILD 1.1 Darstellung eines Produktentwicklungsprozesses von der Idee bis zum fertigen Produkt

1.1.1 Produktentscheidungskriterien

Die Entscheidungskriterien für Bauteile und Bauteilgruppen (Produkte) unterliegen einer Vielzahl von „gesamtheitlichen“ Einflüssen die – um auf den Punkt zu kommen – nur von uns Menschen in unseren Bedürfnissen bestimmt werden.

Die engen Verknüpfungen zwischen Anspruch (Beanspruchung) und Funktion, Design (Funktion und Gestalt),

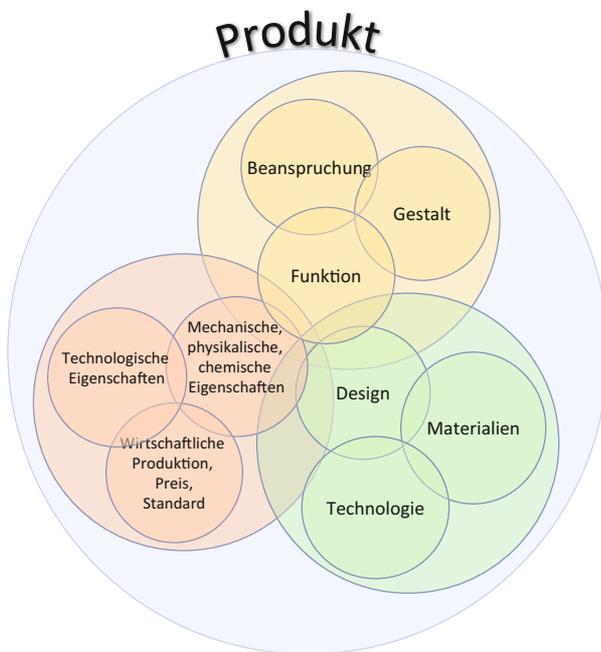


BILD 1.2 Alle Entscheidungskriterien haben zusammenhängende und/oder gegenseitige Wirkungen

Technologie und Materialeigenschaften stehen einer technologisch machbaren wie wirtschaftlich optimalen Lösung oft gegenüber.

Diese **wechselseitigen Beziehungen** und die Auswirkungen **einzelner „Eigenschaften“** auf das **Gesamtsystem** sind die wichtigsten Merkmale der Produktentscheidung.

1.1.2 Produktdokumente – Zeichnungen

Eine technische Zeichnung (Detailskizze) entsteht durch chronologische Schritte.

Das Ziel ist fertig entwickelte und vollständig definierte Bauteile und Bauteilgruppen.



BILD 1.3 Wie eine Entscheidung ungeahnte Auswirkung hatte

Video 1: bit.ly/2Cc7XPO

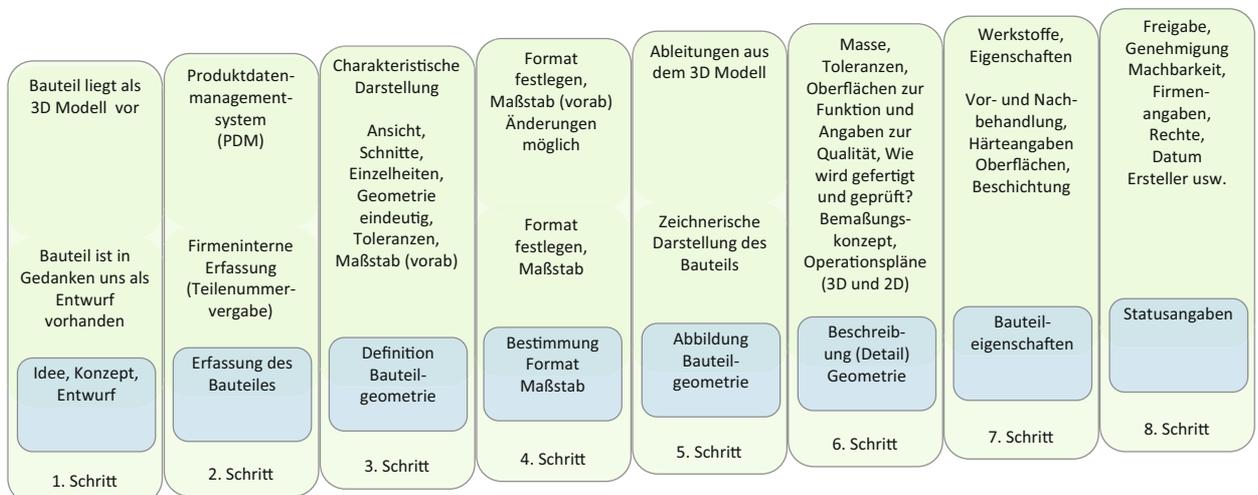


BILD 1.4 Alle Entscheidungskriterien haben zusammenhängende und/oder gegenseitige Wirkungen

1.2 Produktionstechnik



BILD 1.5 Beispiel eines 3D-Modells (Kugelkäfig)

Mit dem Begriff **Produktionstechnik** wird - unter den für uns Menschen vorgegebenen Bedingungen der Nachhaltigkeit - die zweckgemäße Nutzung der Natur mit ihren Gesetzen und den uns zur Verfügung gestellten Energien und Materialien (Rohstoffe) zur zielorientierten Herstellung von Produkten (Gütern) zusammengefasst.

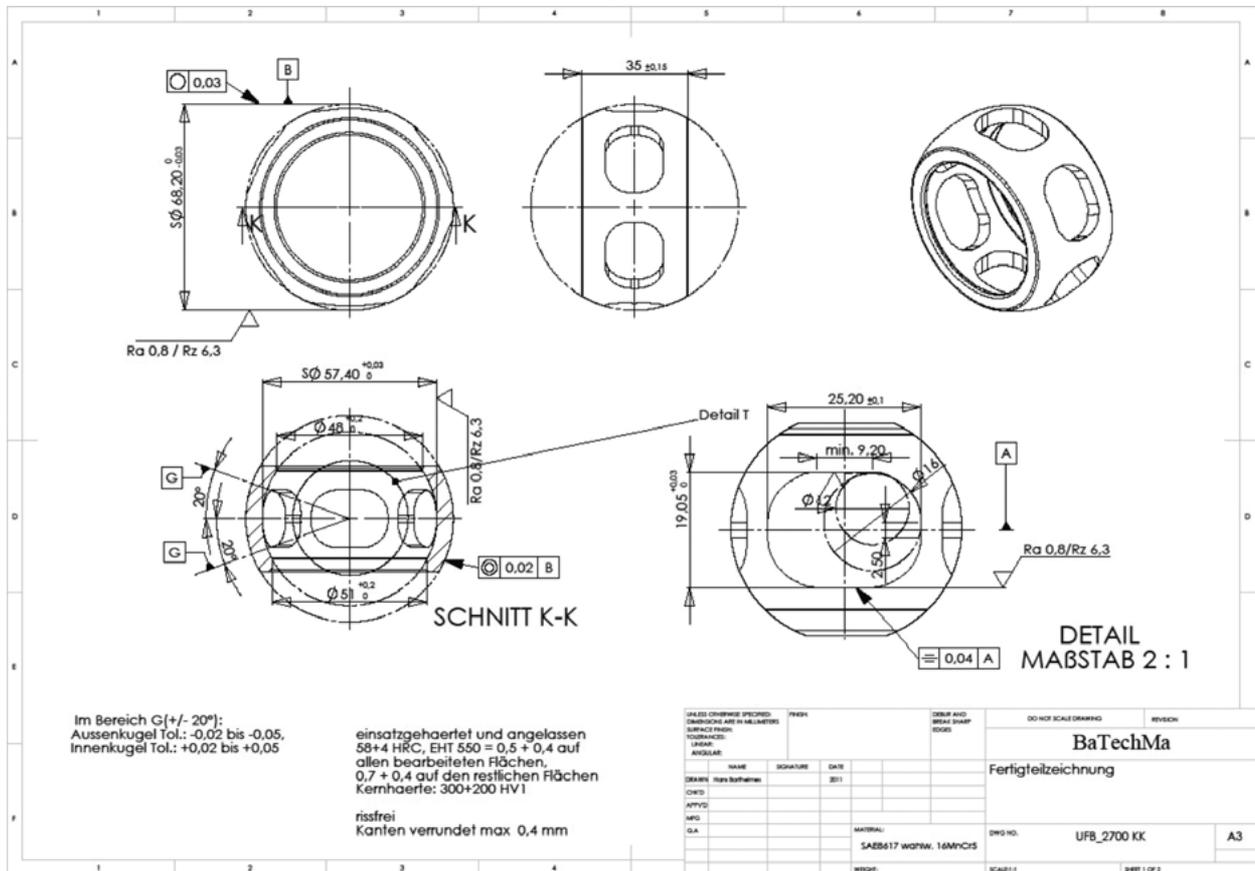


BILD 1.6 Beispiel eines Bauteils (Einzelteil) Zeichnung



BILD 1.7 Beispiele von Bauteilen (Einzelteilen) und einer Bauteilgruppe (Zusammenbau)

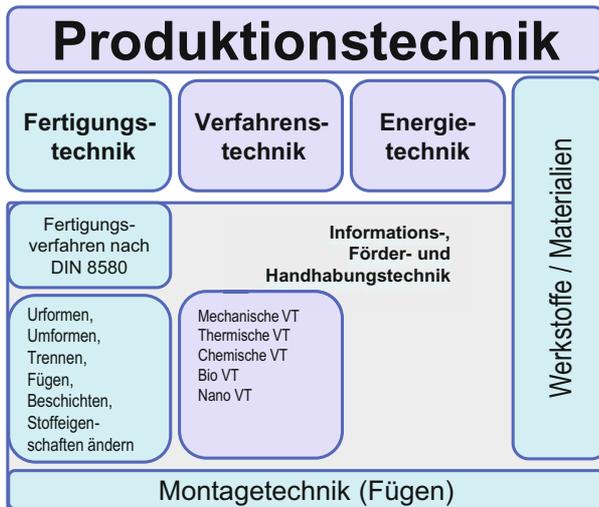


BILD 1.8 Die wesentliche Aufteilung der Produktionstechnik als Beispiel

Die Gliederung der Produktionstechnik erfolgt in die

- Fertigungstechnik,
- die Verfahrenstechnik und die
- Energietechnik.

Die Informationstechniken sowie die Förder- und Handhabungstechniken sind unterstützende Techniken der „Produktionstechnik“.

Werkstoffe/Materialien sind die Substanzen oder Rohmaterialien aus denen etwas produziert oder hergestellt wird.

In der Montagetechnik werden Einzelteile zu einem „Gesamtprodukt“ zusammengefügt.

1.2.1 Fertigungstechnik

Die Fertigungstechnik

- ist ein Begriff der Produktionstechnik und des Maschinenbaus.
- ist die Lehre von der wirtschaftlichen Herstellung geformter **Werkstücke** oder **Bauteilen** aus gegebenen Ausgangsmaterialien oder Werkstoffen nach vorgegebenen geometrischen Bestimmungsgrößen (unter Einhaltung bestimmter Toleranzen) und deren Zusammenbau zu funktionsfähigen Erzeugnissen oder **Baugruppen**.

Ein Teilbereich der Fertigungstechnik ist die **Oberflächentechnik**.

Die Grundbegriffe der Fertigungsverfahren sind in DIN 8580 zusammengefasst. Nach der DIN 8580 sind die Fertigungsverfahren in sechs Hauptgruppen unterteilt.

Die Merkmale der Einteilung ist der Begriff Zusammenhalt als Zusammenhalt von Teilchen eines festen Körpers oder als Zusammenhalt der Teile eines zusammengesetzten Körpers.

Der Zusammenhalt wird entweder

- geschaffen (Urformen),
- beibehalten (Umformen, Umlagern von Stoffteilchen),
- vermindert (Trennen, Aussondern von Stoffteilchen) oder
- vermehrt (Fügen, Beschichten, Einbringen von Stoffteilchen).

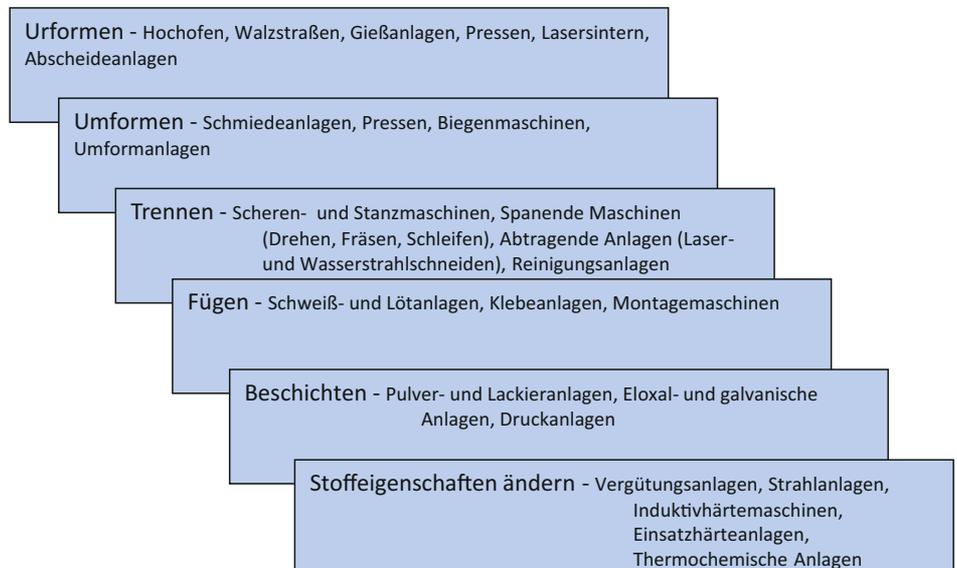


BILD 1.9 Darstellung der sechs Hauptgruppen mit einigen wichtigen Fertigungsverfahren als Beispiel