

Walter Eversheim · Fritz Klocke

Werkzeugbau mit Zukunft

Walter Eversheim · Fritz Klocke

Werkzeugbau mit Zukunft

Strategie und Technologie

Mit 190 Abbildungen



Springer

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dipl.-Wirt. Ing. Walter Eversheim
Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke

RWTH Aachen
WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen
und Betriebslehre
Steinbachstr. 53
D - 52074 Aachen

ISBN 978-3-642-63759-9

Die Deutsche Bibliothek - Cip-Einheitsaufnahme

Eversheim, Walter:

Werkzeugbau mit Zukunft: Strategie und Technologie / Walter Eversheim; Fritz Klocke. - Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hongkong; London; Mailand; Paris; Santa Clara; Singapur; Tokio: Springer, 1998
(VDI-Buch)

ISBN 978-3-642-63759-9 ISBN 978-3-642-58850-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-58850-1

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1998

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1998

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch 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.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Einbandentwurf: de`blik, Berlin

Satz: Camera ready Vorlage durch Autoren

SPIN: 10706496 68/3020 - 5 4 3 2 1 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Der Werkzeug- und Formenbau nimmt eine Schlüsselstellung innerhalb der industriellen Produktion ein. Bei der Werkzeugherstellung werden in entscheidendem Maße die Zielgrößen Zeit, Qualität und Kosten für ein neues Produkt bestimmt. Die Leistungsfähigkeit des Werkzeugbaus hat daher unmittelbaren Einfluß auf die Wettbewerbsfähigkeit vieler produzierender Unternehmen.

Aus diesem Grund stellt der Werkzeug- und Formenbau ein wichtiges Betätigungsfeld sowohl für das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT als auch für das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre WZL der RWTH Aachen dar. Im Rahmen zahlreicher Forschungs- und Industrieprojekte beschäftigen wir uns mit aktuellen und wichtigen Problemstellungen aus dem Werkzeug- und Formenbau. Diese Aktivitäten haben wir in einem Industrieforum *aachener werkzeug- und formenbau* gebündelt, um Forschungsergebnisse schnell in die Praxis umzusetzen und Werkzeugbaubetrieben umfassende Unterstützung bei der Lösung ihrer Probleme bieten zu können. Damit haben wir eine Plattform geschaffen, um Erkenntnisse und vielfältige Erfahrungen aus Projekten im Werkzeugbau einem möglichst breiten Publikum zugänglich zu machen.

In dem vorliegenden Buch wurden diese Erfahrungen zusammengetragen. Methoden und Maßnahmen zur Gestaltung und Optimierung des Werkzeugbaus von der strategischen Ausrichtung bis hin zu den Fertigungstechnologien werden behandelt. In einem ganzheitlichen Ansatz sind die Erfolgsfaktoren Organisation und Technologie miteinander verbunden. Wir wollen dem Praktiker Hilfestellung bei der zukunftsorientierten Gestaltung seines Werkzeug- und Formenbaus geben. Dafür bietet das Buch klare Handlungsanleitungen und erfolgreiche, bewährte Lösungen. Damit der Leser die beschriebenen Aufgaben jederzeit in den Gesamtrahmen einordnen kann, sind diese in einem durchgängigen Fallbeispiel dargestellt.

Für ihre Mitarbeit und ihr Engagement bei der Erstellung dieses Buches danken wir unseren Mitarbeitern, Dipl.-Ing. S. Altmüller, Dipl.-Ing. T. Bergs, Dipl.-Ing. R. Engelhorn, Dipl.-Ing. M. Hilleke, Dipl.-Ing. A. Karden, Dipl.-Ing. W. Kölscheid, Dipl.-Ing. O. Moron, Dr.-Ing. S. Nöken, Dipl.-Ing. C. Nöller, Dipl.-Ing. T. Nöthe, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. A. Roggatz, Dipl.-Ing. L. Rozsnoki, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. P. Ritz, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. S. Schuth, Dipl.-Ing. F.-B. Schenke, Dipl.-Ing. I. Schulden, Dipl.-Ing. F. Spennemann und Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. M. Walz.

Unser Dank gilt weiterhin dem Springer Verlag für die Unterstützung und Verlegung dieses Buches.

Aachen, September 1997

*Walter Eversheim
Fritz Klocke*

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung im Werkzeugbau	1
1.1	Zielkonflikte im Werkzeugbau.....	3
1.2	Kundennutzen	7
1.3	Ökonomischer Nutzen	11
2	Strategische Ausrichtung des Werkzeugbaus	17
2.1	Konzentration auf Kernerzeugnisse und Kernprozesse.....	18
2.1.1	Ermittlung von Auftragsarten und Erzeugnisspektrum	19
2.1.1.1	Auftragsarten	20
2.1.1.2	Erzeugnisspektrum	24
2.1.2	Identifikation von Kernerzeugnissen	28
2.1.2.1	Ermittlung der Know-how Relevanz	28
2.1.2.2	Ermittlung des Zulieferpotentials	31
2.1.3	Bestimmung der Kernprozesse	34
2.1.3.1	Erfassung der Prozesse im Werkzeugbau	35
2.1.3.2	Bewertung von Prozeß-Know-how und Zulieferpotential	36
2.1.3.3	Ermittlung des Kundennutzens	38
2.1.3.4	Durchführung eines Leistungsvergleichs.....	40
2.1.3.5	Identifikation von Kernprozessen	42
2.2	Prozeßorientierte Organisationsgestaltung	46
2.2.1	Prozeßorientierung - ein ganzheitlicher Ansatz.....	46
2.2.2	Prozeßorientierte Ablaufgestaltung.....	48
2.2.2.1	Prozeßanalyse	50
2.2.2.2	Ermittlung von Schwachstellen.....	56
2.2.2.3	Ableitung von Maßnahmen.....	58
2.2.2.4	Umsetzung	62
2.2.3	Prozeßorientierte Gestaltung der Aufbauorganisation.....	64
2.2.3.1	Gestaltungsparameter und Auswahlgrößen	65
2.2.3.2	Interne Organisationsformen.....	68
2.2.3.3	Werkzeugbau als Profit-Center	74

2.3	Dimensionierung von Kapazitäten	80
2.3.1	Marktprognosen	81
2.3.1.1	Methodeneinsatz.....	82
2.3.1.2	Sicherheit der Prognose	84
2.3.2	Prognose für einzelne Auftragsstypen.....	85
2.3.3	Kapazitätsdimensionierung.....	90
2.4	Schnittstellenfunktion des Werkzeugbaus.....	95
2.4.1	Position des Werkzeugbaus in der Gesamtprozeßkette.....	95
2.4.1.1	Schnittstellen der Hauptprozesse.....	95
2.4.1.2	Schnittstellendefinition anhand der Auftragsarten	97
2.4.2	Integrationskriterien für den Werkzeugbau	99
2.4.3	Integrationsalternativen.....	104
3	Standardisierung im Werkzeugbau	111
3.1	Produktstrukturierung im Werkzeugbau.....	111
3.1.1	Ziele der Betriebsmittelstrukturierung.....	112
3.1.2	Schwachstellen bei der Produktstrukturierung im Werkzeugbau	118
3.1.3	Vorgehensweise bei der Produktstrukturierung.....	119
3.2	Nummernsysteme.....	123
3.2.1	Ziele der Einführung von Nummernsystemen .	124
3.2.2	Vergleich verschiedener Nummernsysteme	125
3.2.3	Grundlagen der Klassifizierung.....	129
3.2.4	Vorgehensweise zur Festlegung neuer Nummernsysteme.....	131
3.3	Sachmerkmal-Leisten	137
3.3.1	Bedeutung von Sachmerkmalen.....	138
3.3.2	Vorgehensweise zur Erstellung von Sachmerkmal-Leisten	141
4	Leistungsfähige Fertigungstechnologien	145
4.1	Produktspektrum im Werkzeug- und Formenbau	145
4.2	Muster und Prototypen	150
4.2.1	Prototypenbedarf in der Produktentwicklung ..	150
4.2.2	Rapid Prototyping-Verfahren zur Modell- und Musterteilherstellung	151
4.2.2.1	Charakteristika und Potentiale des Rapid Prototyping.....	152
4.2.2.2	Industriell eingesetzte Verfahren.....	153
4.2.2.3	Entwicklungstendenzen	158

4.2.3	Rapid Prototyping-Prozeßketten zur Prototyp- und Kleinserienfertigung.....	159
4.2.3.1	Herstellung von Kunststoff-Prototypen und -Kleinserien.....	160
4.2.3.2	Gieß- und Abformprozesse zur Herstellung metallischer Bauteile.....	162
4.2.4	Rapid Tooling-Verfahren zur Werkzeug- und Formenherstellung.....	164
4.2.5	Verfahrensauswahl.....	166
4.3	Spritz- und Druckgießformen.....	167
4.3.1	Schruppfräsen.....	167
4.3.1.1	Werkzeuge und Schneidstoffe.....	168
4.3.1.2	Prozeßauslegung und Bearbeitungsstrategien .	170
4.3.2	Schlichtfräsen.....	172
4.3.2.1	Fräsbearbeitung filigraner Geometrien mit schlanken Schaftfräsern.....	172
4.3.2.2	Hochgeschwindigkeitsfräsen von Graphit- und Kupferelektroden.....	174
4.3.3	Funkenerosive Senkbearbeitung.....	176
4.3.4	Fertigung filigraner Elektroden mittels Ultraschallschwingläppen.....	188
4.3.4.1	Technologische Grundlagen.....	189
4.3.4.2	Anwendungsbeispiel.....	191
4.4	Schmiedegesenke.....	192
4.4.1	Hartfräsen.....	192
4.4.1.1	Werkzeuge und Schneidstoffe.....	193
4.4.1.2	Prozeßauslegung und Bearbeitungsstrategien .	196
4.4.1.3	Integration von Frässtrategien in CAM-Systeme.....	198
4.4.2	Funkenerosive Senkbearbeitung.....	200
4.4.3	Standzeiterhöhung durch Laseroberflächenbehandlung.....	204
4.4.3.1	Verfahrensgrundlagen und -varianten.....	204
4.4.3.2	Anlagen zur Oberflächenbehandlung.....	207
4.4.3.3	Anwendungsbeispiele und Einsatzergebnisse ..	208
4.4.3.4	Arbeitsschutzmaßnahmen.....	212
4.5	Zieh- und Preßwerkzeuge.....	213
4.5.1	Verfahrensalternativen Drei- und Fünf-Achs-Fräsen.....	214
4.5.2	Technologie des Fünf-Achs-Fräsens.....	216
4.5.3	Einsatz optimierter Werkzeuge und Schneidstoffe.....	219
4.5.4	Abgeleitete Maschinenanforderungen.....	223

4.6	Schneidwerkzeuge	225
4.6.1	Drahterosion	227
4.6.1.1	Maschine.....	228
4.6.1.2	Drahtelektrode	230
4.6.1.3	Technologie	232
4.6.2	Schleifen.....	236
4.6.2.1	Maschine.....	237
4.6.2.2	Schleifscheibe	238
4.6.2.3	Technologie	240
4.6.2.4	Kühlschmierstoffe.....	241
4.6.3	Beschichtung von Aktivelementen.....	242
4.7	Verfahrensplanung.....	246
4.7.1	Zur Verfahrensplanung benötigte Kosteninformationen	249
4.7.2	Kalkulationssysteme für die Verfahrensplanung.....	254
4.7.2.1	Traditionelle Kalkulationssysteme.....	255
4.7.2.2	Prozeßkostenbasierte Kalkulationssysteme	256
4.7.3	Vorgehensweise bei der Verfahrensplanung	262
5	Gestaltung der NC-Verfahrenskette.....	271
5.1	Charakteristika der NC-Verfahrenskette.....	271
5.2	Alternative NC-Verfahrensketten im Werkzeugbau	277
5.2.1	Manuelle NC-Verfahrenskette.....	278
5.2.2	Werkstatorientierte Programmierung (WOP).....	282
5.2.3	Rechnerunterstützte NC-Verfahrenskette.....	287
5.2.3.1	CAD-Systeme	287
5.2.3.2	NC-Programmiersysteme	289
5.2.3.3	CAD/CAM-Systemkonzepte	293
5.2.3.4	Schnittstellen	295
5.3	Optimierung der NC-Verfahrenskette.....	295
5.3.1	Auswahl geeigneter EDV-Systeme	295
5.3.1.1	Projektplanung.....	296
5.3.1.2	Prozeßreorganisation der NC-Verfahrenskette.....	297
5.3.1.3	Systemkonzept	297
5.3.1.4	Systemauswahl	298
5.3.1.5	Systemeinführung.....	300
5.3.1.6	Wirtschaftlichkeitsbewertung des CAD/CAM- Einsatzes	300
5.3.2	Organisatorische Einbindung.....	301
5.3.3	Unternehmensspezifische Optimierung der NC-Verfahrenskette.....	309
5.3.3.1	Systemanpassung.....	309
5.3.3.2	Individuelle Optimierung der NC- Programmiersysteme	311

6	Optimierung der Auftragsplanung und -steuerung	317
6.1	Randbedingungen im Werkzeugbau	317
6.2	Ziele der Auftragsplanung und -steuerung.....	319
6.3	Kaskadenkonzept der Planung und Steuerung .	321
6.3.1	Verfahren der Fertigungssteuerung	323
6.3.2	Auftragsarten und standardisierte Abläufe	329
6.3.3	Bildung von Kapazitätseinheiten	336
6.4	EDV-Unterstützung der Planung und Steuerung	343
6.4.1	Systemfunktionalität	343
6.4.2	Systemauswahl.....	348
7	Literaturverzeichnis	353
8	Sachwortverzeichnis.....	359