

*Hans-Joachim Franke / Jürgen Hesselbach*  
*Burkhard Huch / Norman L. Firchau (Hrsg.)*

# **Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung**

Mit 194 Bildern und 33 Tabellen

HANSER

# Inhaltsverzeichnis

|  |       |
|--|-------|
| <b>Vortwort des Projektträgers</b> . . . . .   | V     |
| <b>Vortwort der Herausgeber</b> . . . . .  | IX    |
| <b>Autorenverzeichnis</b> . . . . .  | XXIII |
| <b>1 Variantenmanagement: Variantenvielfalt in Produkten und Prozessen erfolgreich beherrschen</b> . . . . . | 1     |
| 1.1 Problemstellung Variantenvielfalt . . . . .  | 1     |
| 1.2 Ursachen der Variantenentstehung . . . . .   | 2     |
| 1.3 Auswirkungen der Variantenvielfalt auf die technische Auftragsabwicklung . . . . .                       | 5     |
| 1.4 Theoretischer Hintergrund . . . . .  | 7     |
| 1.4.1 Komplexität betrieblicher Strukturen und Abläufe . . . . .   | 7     |
| 1.4.2 Dimensionen der Komplexität . . . . .  | 8     |
| 1.4.3 Komplexität durch Kombinatorik . . . . .   | 10    |
| 1.4.4 Variante und Variantenvielfalt . . . . .   | 11    |
| 1.5 Ansätze des Variantenmanagements . . . . .   | 13    |
| 1.5.1 Interne und externe Vielfalt . . . . .   | 13    |
| 1.5.2 Varianten kategorien . . . . .   | 13    |
| 1.5.3 Berücksichtigung der Wertschöpfungskette. . . . .  | 15    |
| 1.5.4 Durch Standardisierung Variantenzahl vermindern oder besser Varianten optimal durchschleusen?. . . . . | 16    |
| 1.5.5 Marktgerechte Produktstrukturierung und -gestaltung . . . . .  | 20    |
| 1.5.6 Flexible Produktions- und Abwicklungsprozesse . . . . .  | 20    |
| 1.5.7 Geeignete Kalkulations- und Kostenschätzverfahren . . . . .  | 21    |
| 1.5.8 Hilfsmittel für das Variantenmanagement . . . . .  | 21    |
| 1.6 Variantenmanagement als unternehmensweite Gesamtstrategie . . . . .                                      | 22    |
| 1.6.1 Strategisches Variantenmanagement . . . . .  | 23    |
| 1.6.2 Operatives Variantenmanagement . . . . .   | 23    |
| 1.7 Erfahrungen mit dem Variantenmanagement im Rahmen des Projekts EVAPRO . . . . .                          | 24    |
| <b>2 Methoden der Variantenkostenrechnung</b> . . . . .  | 26    |
| 2.1 Rahmenbedingungen bei hoher Vielfalt . . . . .   | 26    |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.1.1    | Allokationseffekt . . . . .   | 26        |
| 2.1.2    | Degressionseffekt . . . . .   | 26        |
| 2.1.3    | Komplexitätseffekt . . . . .  | 27        |
| 2.1.4    | Hysterese-Effekt . . . . .  | 28        |
| 2.1.5    | Anzahl der Kalkulationsobjekte . . . . .  | 28        |
| 2.2      | Aufgaben der Variantenkostenrechnung . . . . .  | 30        |
| 2.2.1    | Variantenkalkulation . . . . .  | 30        |
| 2.2.2    | Analyse der Kostenstruktur . . . . .  | 34        |
| 2.2.3    | Kennzahlen zur Steuerung der Variantenvielfalt . . . . .  | 35        |
| 2.2.3.1  | Relativer Nutzen von Merkmalsausprägungen . . . . .   | 36        |
| 2.2.3.2  | Relative Kosten von Merkmalsausprägungen . . . . .  | 37        |
| 2.2.3.3  | Variantenausprägungskennzahl . . . . .  | 37        |
| 2.2.4    | Frühzeitige Kostenschätzung. . . . .  | 39        |
| 2.2.4.1  | Ablaufschritte der prozeßanalogen Angebotskalkulation zur Ermittlung des konstruktiven Mehraufwands . . . . . | 40        |
| 2.3      | Fazit . . . . .   | 51        |
| <b>3</b> | <b>Methoden zur Variantenbeherrschung in der Produktentwicklung</b>   | <b>52</b> |
| 3.1      | Einführung . . . . .  | 52        |
| 3.2      | Variantenverursachte Probleme in der Entwicklung. . . . .   | 52        |
| 3.3      | Produktmerkmale als Träger der Varianz. . . . .   | 53        |
| 3.3.1    | Gestaltungsparameter als variantentragende Merkmale . . . . .   | 53        |
| 3.3.2    | Variantenerzeugende Anforderungen und Ziele. . . . .  | 55        |
| 3.4      | Wesentliche Handlungsfelder . . . . .   | 55        |
| 3.4.1    | Strategische Produktprogrammplanung. . . . .  | 56        |
| 3.4.2    | Variantenoptimierende Produktgestaltung . . . . .   | 57        |
| 3.4.3    | Variantengerechte Produktstrukturierung . . . . .   | 62        |
| 3.4.4    | Klassifikation und Kennzeichnung . . . . .  | 66        |
| 3.4.5    | Konfiguration statt Konstruktion. . . . .   | 67        |
| 3.5      | Variantenoptimierender Entwicklungsablauf . . . . .   | 69        |
| 3.5.1    | Analyse. . . . .  | 69        |
| 3.5.2    | Synthese . . . . .  | 71        |
| 3.5.2.1  | Partial- und Totalbauweise. . . . .   | 72        |
| 3.5.2.2  | Integral- und Differentialbauweise . . . . .  | 72        |
| 3.5.2.3  | Mono- und Multifunktionalbauweise . . . . .   | 73        |
| 3.5.2.4  | Monobaugruppenbauweise . . . . .  | 74        |
| 3.5.2.5  | Baukastenbauweise . . . . .   | 74        |
| 3.5.2.6  | Modulbauweise . . . . .   | 75        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.5.2.7  | Baureihenbauweise . . . . .   | 76         |
| 3.5.2.8  | Wiederholenteilbauweise . . . . .   | 78         |
| 3.5.2.9  | Schnittstellenoptimierung . . . . .   | 79         |
| 3.5.3    | Bewertung . . . . .   | 79         |
| 3.5.4    | Ablaufpläne, Methodenkataloge, Hilfsmittel . . . . .                                  | 81         |
| 3.6      | Positive Effekte durch variantenoptimierte Entwicklung (Transfer)                     | 84         |
| <b>4</b> | <b>Methoden zur Variantenbeherrschung in der Produktion . . .</b>                     | <b>87</b>  |
| 4.1      | Spezifische Auswirkungen der Variantenvielfalt auf die Produktion                     | 87         |
| 4.2      | Variantengerechte Gestaltung der Produktion. . . . .                                  | 88         |
| 4.3      | Schritt 1: Varianten-Analyse der Auftragsabwicklung und des Produkts . . . . .        | 91         |
| 4.4      | Schritt 2: Entwicklung eines Grobkonzepts zur Variantenbeherrschung . . . . .         | 96         |
| 4.5      | Schritt 3: Detaillierung zum Feinkonzept. . . . .                                     | 103        |
| 4.6      | Schritt 4: Realisierung der Maßnahmen . . . . .                                       | 104        |
| <b>5</b> | <b>Rechnerbasierte Unterstützung des Variantenmanagements. .</b>                      | <b>106</b> |
| 5.1      | Einführung . . . . .  | 106        |
| 5.2      | Umsetzungsmöglichkeiten einer DV-Unterstützung. . . . .                               | 106        |
| 5.2.1    | Rechnerunterstützung im Variantenmanagement und damit verbundene Tätigkeiten. . . . . | 107        |
| 5.2.2    | Abbildungsmöglichkeiten und verwendbare Softwaretechnologien                          | 111        |
| 5.3      | Entwickelte Realisierungsbeispiele von EVAPRO . . . . .                               | 114        |
| 5.3.1    | Technische Realisierung. . . . .  | 114        |
| 5.3.2    | DV-unterstützte Strategieentwicklung . . . . .  | 115        |
| 5.3.3    | Rechnerunterstützte Auswahl von Methoden und Werkzeugen . .                           | 118        |
| 5.3.3.1  | Inhalt . . . . .  | 119        |
| 5.3.3.2  | Funktionalitäten. . . . .   | 119        |
| 5.3.3.3  | Methoden hinzufügen . . . . .   | 121        |
| 5.3.4    | Abschließende Betrachtung der Optimierungspotentiale. . . . .                         | 122        |
| <b>6</b> | <b>Variantenmanagement im Sondermaschinenbau. . . . .</b>                             | <b>124</b> |
| 6.1      | Das Unternehmen . . . . .   | 124        |
| 6.2      | Die wirtschaftliche Ausgangssituation . . . . .                                       | 124        |
| 6.3      | Diskrepanzen zwischen Vertrieb und Konstruktion . . . . .                             | 127        |
| 6.3.1    | Verkaufskatalog zur Verminderung der Anzahl exotischer Kundenvarianten . . . . .      | 127        |
| 6.3.2    | Konfigurationssystem zur Vertriebsunterstützung. . . . .                              | 128        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 6.4      | Die Systemstrukturen bei DESMA . . . . .  | 128        |
| 6.4.1    | Der Informationsfluß . . . . .  | 129        |
| 6.4.1.1  | Übernahme von 2D-Daten in das neue 3D-System . . . . .  | 130        |
| 6.4.1.2  | Norm- und Katalogteile sowie Features . . . . .   | 131        |
| 6.4.1.3  | Anlagendokumentation . . . . .  | 131        |
| 6.5      | Optimierung der Produktstruktur . . . . .   | 133        |
| 6.5.1    | Kosten der Teileverwaltung . . . . .  | 133        |
| 6.5.2    | Klassifizierung . . . . .   | 135        |
| 6.5.2.1  | Klassenarten . . . . .  | 137        |
| 6.5.2.2  | Klassifizierungsstrategien . . . . .  | 140        |
| 6.5.3    | Änderungswesen . . . . .  | 142        |
| 6.6      | Anlagenkonfiguration mit Hilfe des Klassensystems . . . . .                                   | 142        |
| 6.6.1    | Aufbau . . . . .  | 143        |
| 6.6.2    | Konfiguration . . . . .   | 144        |
| 6.6.3    | Die Verknüpfung der Vertriebsdaten mit der Konfiguration<br>der Auftragsstücklisten . . . . . | 146        |
| 6.7      | Fazit . . . . .   | 147        |
| <b>7</b> | <b>Baureihen-/Baukastensystem für Prozeßanlagen der<br/>Getränkeindustrie . . . . .</b>       | <b>148</b> |
| 7.1      | Vorwort . . . . .   | 148        |
| 7.2      | Der Beitrag der METTE Beverage Processing GmbH . . . . .                                      | 148        |
| 7.3      | Allgemeine und konkrete Zielsetzungen, Erwartungen . . . . .                                  | 149        |
| 7.4      | Die Varianz der Systeme . . . . .   | 150        |
| 7.5      | Die Ausgangssituation . . . . .   | 151        |
| 7.6      | Die Projektbearbeitung – Vorgehensweise, Arbeitspakete, Teilauf-<br>gaben . . . . .           | 153        |
| 7.6.1    | Analysen . . . . .  | 153        |
| 7.6.2    | Die konzeptionelle Hardware-Standardisierung . . . . .  | 157        |
| 7.6.2.1  | Anlagenleistungen unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen                                 | 158        |
| 7.6.2.2  | Strukturierung des Variantenspektrums . . . . .   | 159        |
| 7.6.3    | Die konzeptionelle Software-Standardisierung . . . . .  | 164        |
| 7.6.3.1  | Anlagenbetrieb – Bedienungsoberfläche, Bedienerführung . . . . .                              | 164        |
| 7.6.3.2  | Prozeßketten . . . . .  | 166        |
| 7.7      | Reale Produktstandardisierung . . . . .   | 169        |
| 7.8      | Angebotsbearbeitung, Auftragsabwicklung und<br>Verkaufsunterstützung . . . . .                | 171        |
| 7.9      | Diskussion der Arbeitsergebnisse, kritische Anmerkungen . . . . .                             | 175        |
| 7.10     | Fazit . . . . .   | 176        |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| <b>8</b> | <b>Entwicklung einer neuen Baureihenstruktur für mehrstufige Gliederpumpen</b> . . . . . | 177 |
| 8.1      | Ausgangsbasis und Ziele. . . . .   | 177 |
| 8.1.1    | Produktstraffung (global) . . . . .  | 177 |
| 8.1.2    | Baureihenreduzierung und Baukasten . . . . .   | 178 |
| 8.1.3    | Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde . . . . .                    | 179 |
| 8.2      | Analyse der Variantenvielfalt des Produktspektrums . . . . .                             | 180 |
| 8.2.1    | Variantenbestimmende Produktmerkmale . . . . .   | 180 |
| 8.2.2    | Vergangenheitsanalyse . . . . .  | 180 |
| 8.2.3    | Kennzahlen für die Varianz . . . . .   | 182 |
| 8.2.4    | Variantenkosten. . . . .   | 182 |
| 8.3      | Variantengerechte Gestaltung des Produktspektrums . . . . .                              | 184 |
| 8.3.1    | Produktkonzept . . . . .   | 184 |
| 8.3.2    | Strukturierung des neuen Baukastens. . . . .   | 185 |
| 8.3.2.1  | Allgemeines. . . . .   | 185 |
| 8.3.2.2  | Größenstufungen . . . . .  | 186 |
| 8.3.2.3  | Integration konstruktiver Varianten . . . . .  | 186 |
| 8.3.2.4  | Werkstoffvarianz . . . . .   | 187 |
| 8.3.3    | Dokumentation . . . . .  | 187 |
| 8.3.4    | Klassifikation . . . . .   | 187 |
| 8.4      | Variantengerechte Gestaltung der Produktionsstruktur . . . . .                           | 189 |
| 8.4.1    | Ausgangsbasis und Randbedingungen . . . . .  | 189 |
| 8.4.2    | Maßnahmen. . . . .   | 190 |
| 8.4.2.1  | Lager . . . . .  | 190 |
| 8.4.2.2  | Bearbeitungsmaschinen . . . . .  | 190 |
| 8.4.2.3  | Steuerung . . . . .  | 191 |
| 8.5      | Abstimmung der Produkt- und der Produktionsstruktur . . . . .                            | 192 |
| 8.5.1    | Umsetzung der Baukastenüberlegungen . . . . .  | 192 |
| 8.5.2    | Just-In-Time und/oder KANBAN . . . . .   | 193 |
| 8.6      | Variantenbeherrschung beim Angebot und in der Auftragsabwicklung . . . . .               | 194 |
| 8.6.1    | Angebotsprogramm . . . . .   | 194 |
| 8.6.2    | Aggregatekonfigurator. . . . .   | 196 |
| 8.7      | Fazit . . . . .  | 196 |
| <b>9</b> | <b>Optimierung der Planung und Steuerung einer Omnibusfertigung</b> . . . . .            | 201 |
| 9.1      | Ausgangssituation und Ziel . . . . .   | 201 |
| 9.1.1    | Der Prozeß der technischen Auftragsabwicklung . . . . .                                  | 201 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 9.1.2     | Schwachstellen und Probleme . . . . .                          | 202        |
| 9.1.3     | Ziele . . . . .  | 203        |
| 9.2       | Gesamtkonzept zur Flexibilisierung der Omnibusproduktion . . . | 204        |
| 9.3       | Montagesteuerung. . . . .                                      | 206        |
| 9.3.1     | Erweiterte Verfügbarkeitsprüfung . . . . .                     | 206        |
| 9.3.2     | Auftragsveranlassung und -überwachung. . . . .                 | 208        |
| 9.3.3     | Durchlaufsimulation. . . . .                                   | 209        |
| 9.3.4     | Koordination vorgelagerter Bereiche . . . . .                  | 210        |
| 9.4       | Produktionsorientiertes Änderungsmanagement . . . . .          | 211        |
| 9.4.1     | Änderungsinformationssystem . . . . .                          | 213        |
| 9.5       | Fertigungssteuerung. . . . .                                   | 216        |
| 9.5.1     | Bedarfsermittlung durch die Zugsteuerung . . . . .             | 217        |
| 9.5.2     | Reichweitenermittlung durch die Zugsteuerung. . . . .          | 218        |
| 9.5.3     | Versorgungssituation und Terminierung der Aufträge. . . . .    | 219        |
| 9.6       | Personalsteuerung . . . . .                                    | 221        |
| 9.7       | Einführung und Praxiserfahrungen . . . . .                     | 223        |
| <b>10</b> | <b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>                          | <b>225</b> |
| <b>11</b> | <b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>                          | <b>235</b> |