

# Produktion und Qualität

Organisation, Management, Prozesse

Bearbeitet von

Wilfried Sihn, Peter Kuhlang, Kurt Matyas, Tanja Nemeth, Alexander Sunk

1. Auflage 2016. Buch. 488 S.

ISBN 978 3 446 44735 6

Format (B x L): 16,5 x 24 cm

Gewicht: 901 g

[Wirtschaft > Management > Qualitätsmanagement](#)

schnell und portofrei erhältlich bei



Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

# HANSER



## Leseprobe

Wilfried Sihn, Alexander Sunk, Tanja Nemeth, Peter Kuhlang, Kurt  
Matyas

Produktion und Qualität

Organisation, Management, Prozesse

ISBN (Buch): 978-3-446-44735-6

ISBN (E-Book): 978-3-446-44991-6

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44735-6>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| <b>Vorwort .....</b>  | 1  |
| <b>1 Grundlagen des Produktions- und Qualitätsmanagements .....</b> | 3  |
| 1.1 Historische Entwicklungen .....                                 | 3  |
| 1.2 Überblick über die Organisation eines Unternehmens .....        | 7  |
| 1.2.1 Leitungssysteme .....   | 8  |
| 1.2.1.1 Einliniensystem .....                                       | 9  |
| 1.2.1.2 Mehrliniensystem .....                                      | 10 |
| 1.2.1.3 Stabliniensystem .....                                      | 10 |
| 1.2.2 Organisationsformen .....                                     | 11 |
| 1.2.2.1 Funktionale Organisation .....                              | 11 |
| 1.2.2.2 Divisionale Organisation .....                              | 13 |
| 1.2.2.3 Matrixorganisation .....                                    | 15 |
| 1.2.2.4 Prozessorientierte Organisation .....                       | 16 |
| 1.2.3 Unternehmensführung .....                                     | 18 |
| 1.2.4 Vision, Mission, Werte und Strategie eines Unternehmens ..... | 18 |
| 1.2.5 Zieldefinition und -problematik .....                         | 20 |
| 1.3 Der Wertschöpfungsprozess .....                                 | 23 |
| 1.4 Weitere Begriffsbestimmungen .....                              | 25 |
| 1.4.1 Produktentstehungsprozess (PEP) .....                         | 25 |
| 1.4.2 Arbeitssysteme .....  | 25 |
| 1.4.3 Industrial Engineering .....                                  | 26 |
| <b>2 Grundlagen der Fertigungsorganisation .....</b>                | 27 |
| 2.1 Arbeitsteilung .....  | 27 |
| 2.1.1 Geschichte der Arbeitsteilung .....                           | 28 |
| 2.1.2 Art- und Mengenteilung .....                                  | 30 |
| 2.1.2.1 Mengenteilung .....   | 30 |
| 2.1.2.2 Artteilung .....  | 30 |
| 2.1.3 Arbeitsstrukturierung .....                                   | 31 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2 Fertigungstypen .....                                   | 33        |
| 2.2.1 Einzelfertigung .....                                 | 34        |
| 2.2.2 Serienfertigung .....                                 | 35        |
| 2.2.2.1 Reine Serienfertigung .....                         | 35        |
| 2.2.2.2 Variantenreiche Serienfertigung .....               | 35        |
| 2.2.2.3 Sortenfertigung .....                               | 36        |
| 2.2.2.4 Chargenfertigung .....                              | 36        |
| 2.2.3 Massenfertigung .....                                 | 36        |
| 2.2.4 Kontinuierliche Fertigung oder Prozessfertigung ..... | 36        |
| 2.3 Fertigungsprinzipien .....                              | 37        |
| 2.3.1 Verrichtungsprinzip .....                             | 37        |
| 2.3.1.1 Werkstattfertigung .....                            | 37        |
| 2.3.1.2 Werkbankfertigung .....                             | 39        |
| 2.3.2 Flussprinzip .....                                    | 40        |
| 2.3.2.1 Reihenfertigung .....                               | 40        |
| 2.3.2.2 Fließfertigung .....                                | 41        |
| 2.3.2.3 Wanderfertigung .....                               | 43        |
| 2.3.3 Platzprinzip – Baustellenfertigung .....              | 43        |
| 2.3.4 Gruppenprinzip – Zentrenfertigung .....               | 45        |
| 2.3.4.1 Bearbeitungszentren .....                           | 45        |
| 2.3.4.2 Flexible Fertigungszelle .....                      | 45        |
| 2.3.4.3 Flexibles Fertigungssystem .....                    | 45        |
| 2.3.4.4 Fertigungsinseln .....                              | 46        |
| <b>3 Arbeitsplanung .....</b>                               | <b>49</b> |
| 3.1 Aufgaben der Arbeitsplanung .....                       | 50        |
| 3.1.1 Erzeugnisgliederung – Stücklistenerstellung .....     | 52        |
| 3.1.1.1 Aufgaben und Aufbau einer Stückliste .....          | 52        |
| 3.1.1.2 Grundformen von Stücklisten .....                   | 53        |
| 3.1.1.3 Stücklistenauflösung .....                          | 58        |
| 3.1.2 Arbeitsplanerstellung .....                           | 59        |
| 3.1.2.1 Arbeitsplandaten .....                              | 60        |
| 3.1.2.2 Anwendungsfelder des Arbeitsplans .....             | 62        |
| 3.1.2.3 Arbeitsablaufplanung .....                          | 63        |
| 3.1.2.4 Arbeitszeitplanung .....                            | 63        |
| 3.1.3 Arbeitsmittelplanung .....                            | 63        |
| 3.1.4 Arbeitsstättenplanung .....                           | 64        |
| 3.1.5 Bedarfsplanung je Einheit .....                       | 65        |
| 3.1.5.1 Arbeitsmittel .....                                 | 65        |
| 3.1.5.2 Arbeitskraft .....                                  | 65        |
| 3.1.5.3 Material .....                                      | 65        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.1.6    | Arbeitskostenplanung .....                                   | 66        |
| 3.1.7    | Investitionsplanung als langfristige Planungsaufgabe .....   | 66        |
| 3.2      | Taktabstimmung: Planung einer Fließproduktion .....          | 66        |
| 3.2.1    | Maximal zulässige Taktzeit .....                             | 67        |
| 3.2.2    | Minimale Anzahl der Stationen (Personen) .....               | 67        |
| 3.2.3    | Optimale bzw. Soll-Taktzeit .....                            | 67        |
| 3.2.4    | Vorranggraf und Vorrangmatrix .....                          | 67        |
| 3.2.5    | Zuteilung von Arbeitsvorgängen zu Arbeitsstationen .....     | 69        |
| 3.2.6    | Heuristische Regeln zur Bandabgleichung .....                | 70        |
| 3.2.7    | Beispiel zur Rangwert-Methode .....                          | 71        |
| 3.2.8    | Bandwirkungsgrad .....                                       | 72        |
| <b>4</b> | <b>Produktionsplanung und -steuerung (PPS)</b> .....         | <b>73</b> |
| 4.1      | Grundproblematik der PPS .....                               | 73        |
| 4.1.1    | Zielverschiebung .....                                       | 74        |
| 4.1.2    | Zielkonflikte in der Produktionsplanung und -steuerung ..... | 75        |
| 4.2      | Überblick über die Aufgaben der PPS .....                    | 77        |
| 4.3      | Planungsaufgaben der PPS .....                               | 79        |
| 4.3.1    | Produktionsprogrammplanung .....                             | 79        |
| 4.3.1.1  | Dimensionen des Produktionsprogramms .....                   | 80        |
| 4.3.1.2  | Änderung des Produktionsprogramms .....                      | 81        |
| 4.3.1.3  | Absatzplanung .....  | 82        |
| 4.3.1.4  | Bestandsplanung .....  | 84        |
| 4.3.2    | Mengenplanung .....  | 84        |
| 4.3.2.1  | Primärbedarfsplanung .....                                   | 85        |
| 4.3.2.2  | Sekundärbedarfsermittlung .....                              | 86        |
| 4.3.2.3  | Bedarfsermittlungsmethoden .....                             | 87        |
| 4.3.3    | Termin- und Kapazitätsplanung .....                          | 87        |
| 4.3.3.1  | Durchlaufzeit eines Arbeitsvorgangs .....                    | 89        |
| 4.3.3.2  | Durchlaufterminierung .....                                  | 93        |
| 4.3.3.3  | Kapazitätsterminierung .....                                 | 94        |
| 4.3.3.4  | Kapazitätsabstimmung .....                                   | 95        |
| 4.3.3.5  | Kann Kapazität bevorratet werden? .....                      | 97        |
| 4.3.3.6  | Dilemma der Termin- und Kapazitätsplanung .....              | 98        |
| 4.4      | Allgemeine Steuerungsaufgaben der PPS .....                  | 98        |
| 4.4.1    | Auftragsveranlassung .....                                   | 98        |
| 4.4.1.1  | Auftragsfreigabe .....                                       | 98        |
| 4.4.1.2  | Verfügbarkeitsprüfung .....                                  | 99        |
| 4.4.1.3  | Arbeitsverteilanweisung .....                                | 99        |
| 4.4.1.4  | Materialtransportsteuerung .....                             | 100       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.4.2    | Auftragsüberwachung .....                          | 100        |
| 4.4.2.1  | Arbeitsfortschrittsüberwachung .....               | 100        |
| 4.4.2.2  | Ressourcenüberwachung .....                        | 100        |
| 4.4.2.3  | Produktionsüberwachung .....                       | 101        |
| 4.4.2.4  | Kundenauftragsüberwachung .....                    | 101        |
| 4.4.2.5  | Kundenauftragsbezug .....                          | 101        |
| 4.4.3    | Entscheidung über Eigen- oder Fremdfertigung ..... | 102        |
| 4.4.4    | Datenverwaltung .....                              | 102        |
| 4.5      | Aachener PPS/ERP-Modell .....                      | 103        |
| 4.6      | Modell zur Fertigungssteuerung .....               | 105        |
| 4.6.1    | Aufgaben .....                                     | 106        |
| 4.6.2    | Stellgrößen .....                                  | 109        |
| 4.6.3    | Regelgrößen .....                                  | 109        |
| 4.6.4    | Logistische Zielgrößen .....                       | 110        |
| 4.7      | Steuerungskonzepte in der PPS .....                | 110        |
| 4.7.1    | Grundlegende Steuerungsprinzipien .....            | 111        |
| 4.7.1.1  | Push-Prinzip .....                                 | 111        |
| 4.7.1.2  | Pull-Prinzip .....                                 | 111        |
| 4.7.2    | Just-In-Time (JIT) .....                           | 112        |
| 4.7.3    | Just-In-Sequence (JIS) .....                       | 113        |
| 4.7.4    | KANBAN .....                                       | 114        |
| 4.7.5    | Fortschrittzahlen .....                            | 117        |
| 4.7.6    | Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA) ..... | 119        |
| 4.7.7    | Constant Work in Process-Steuerung (Conwip) .....  | 122        |
| 4.7.8    | Engpass-Steuerung .....                            | 125        |
| <b>5</b> | <b>Produktionskennlinien .....</b>                 | <b>129</b> |
| 5.1      | Überbegriff „Logistische Kennlinien“ .....         | 129        |
| 5.2      | Trichtermodell .....                               | 132        |
| 5.2.1    | Kennzahlen für Produktionskennlinien .....         | 133        |
| 5.2.1.1  | Auftragszeit je Arbeitsvorgang .....               | 133        |
| 5.2.1.2  | Durchführungszeit je Arbeitsvorgang .....          | 134        |
| 5.2.1.3  | Maximal mögliche Leistung .....                    | 135        |
| 5.2.1.4  | Durchlaufzeit .....                                | 136        |
| 5.2.1.5  | Terminabweichung .....                             | 138        |
| 5.2.2    | Trichtermodell und Durchlaufdiagramm .....         | 139        |
| 5.2.2.1  | Leistung und Bestand .....                         | 141        |
| 5.2.2.2  | Trichterformel .....                               | 142        |
| 5.3      | Ideale Produktionskennlinien .....                 | 143        |
| 5.3.1    | Idealer Mindestbestand .....                       | 144        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.3.2    | Maximal mögliche Leistung . . . . .                              | 147        |
| 5.3.3    | Konstruktion idealer Kennlinien . . . . .                        | 147        |
| 5.4      | Approximierte Produktionskennlinien . . . . .                    | 149        |
| 5.4.1    | Approximierte Leistungskennlinien . . . . .                      | 151        |
| 5.4.2    | Approximierte Kennlinien für Zeitgrößen . . . . .                | 153        |
| 5.4.3    | Anwendungsvoraussetzungen und Parameter . . . . .                | 155        |
| 5.5      | Einsatzmöglichkeiten von Produktionskennlinien . . . . .         | 156        |
| 5.5.1    | Logistische Positionierung . . . . .                             | 158        |
| 5.5.2    | Produktionscontrolling . . . . .                                 | 161        |
| 5.5.3    | Anwendung in der PPS . . . . .                                   | 162        |
| 5.5.4    | Auswahl von Planungs- und Steuerungsstrategien . . . . .         | 162        |
| 5.5.5    | Auswahl der Produktionsstruktur . . . . .                        | 162        |
| <b>6</b> | <b>Lean Management . . . . .</b>                                 | <b>163</b> |
| 6.1      | Von Lean Production zu Lean Management . . . . .                 | 163        |
| 6.2      | Vermeidung von Verschwendungen . . . . .                         | 166        |
| 6.3      | Produktionssysteme . . . . .                                     | 170        |
| 6.3.1    | Definition Produktionssystem . . . . .                           | 170        |
| 6.3.2    | Das Wesen und die Bestandteile von Produktionssystemen . . . . . | 171        |
| 6.3.3    | Das Toyota Produktionssystem (TPS) . . . . .                     | 171        |
| 6.3.4    | Fraunhofer Produktionssystem . . . . .                           | 172        |
| 6.3.5    | GPS der Deutschen MTM-Vereinigung . . . . .                      | 173        |
| 6.4      | Methoden der Lean Production . . . . .                           | 174        |
| 6.4.1    | Wertstromdesign („Value Stream Mapping“) . . . . .               | 175        |
| 6.4.1.1  | Überblick . . . . .  | 175        |
| 6.4.1.2  | Auswahl einer Produktfamilie . . . . .                           | 177        |
| 6.4.1.3  | Wertstromanalyse (Ist-Zustand Erfassung) . . . . .               | 178        |
| 6.4.1.4  | Wertstromdesign (Gestaltung eines Soll-Zustands) . . . . .       | 183        |
| 6.4.1.5  | Umsetzung des Soll-Zustands . . . . .                            | 191        |
| 6.4.2    | Single Minute Exchange of Die (SMED) . . . . .                   | 192        |
| 6.4.2.1  | Vorgangsweise beim Rüsten . . . . .                              | 194        |
| 6.4.2.2  | Einführung von SMED . . . . .                                    | 194        |
| 6.4.3    | Poka Yoke . . . . .  | 198        |
| <b>7</b> | <b>Grundlagen der Logistik . . . . .</b>                         | <b>199</b> |
| 7.1      | Begriffsabgrenzung . . . . .                                     | 199        |
| 7.2      | Ziele der Logistik . . . . .                                     | 200        |
| 7.3      | Logistische Systeme . . . . .                                    | 201        |
| 7.4      | Funktionsbereiche der Logistik . . . . .                         | 202        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>7.5</b> | <b>Kernbausteine der Logistik</b>                            | <b>204</b> |
| 7.5.1      | Kernbaustein „Lagern“  | 205        |
| 7.5.1.1    | Funktionen der Lagerhaltung                                  | 205        |
| 7.5.1.2    | Merkmale von Lagersystemen                                   | 205        |
| 7.5.1.3    | Lagertypen bzw. -mittel                                      | 207        |
| 7.5.2      | Kernbaustein „Kommissionieren“                               | 210        |
| 7.5.2.1    | Grundprinzipien von Kommissioniersystemen                    | 210        |
| 7.5.2.2    | Manuelle und automatische Kommissioniersysteme               | 211        |
| 7.5.3      | Kernbaustein „Fördern“                                       | 212        |
| 7.5.3.1    | Anforderungen an Fördersysteme                               | 212        |
| 7.5.4      | Kernbaustein „Transportieren“                                | 212        |
| 7.5.4.1    | Straßenverkehr   | 213        |
| 7.5.4.2    | Schienenverkehr  | 214        |
| 7.5.4.3    | Schiffsverkehr   | 214        |
| 7.5.4.4    | Luftverkehr  | 216        |
| 7.5.4.5    | Rohrleitungsverkehr  | 216        |
| 7.5.5      | Kernbaustein „Umschlagen“                                    | 216        |
| <b>7.6</b> | <b>Distributionslogistik</b>                                 | <b>217</b> |
| 7.6.1      | Kenngrößen der Distributionslogistik                         | 217        |
| 7.6.2      | Distributionskette   | 219        |
| 7.6.2.1    | Horizontale Distributionsstruktur                            | 220        |
| 7.6.2.2    | Vertikale Distributionsstruktur                              | 221        |
| <b>7.7</b> | <b>Materialwirtschaft</b>                                    | <b>222</b> |
| 7.7.1      | Ziele und Objekte der Materialwirtschaft                     | 222        |
| 7.7.2      | Analyseinstrumente der Materialstrukturierung                | 223        |
| 7.7.2.1    | Die ABC-Analyse  | 223        |
| 7.7.2.2    | Die XYZ-Analyse  | 225        |
| 7.7.2.3    | Die GMK-Analyse  | 226        |
| <b>7.8</b> | <b>Beschaffungslogistik</b>                                  | <b>226</b> |
| 7.8.1      | Strategische Gestaltungsfelder der Beschaffung               | 227        |
| 7.8.2      | Operative Gestaltungsfelder der Beschaffung                  | 228        |
| <b>8</b>   | <b>Ganzheitliches Qualitätsverständnis</b>                   | <b>231</b> |
| <b>8.1</b> | <b>Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9000</b>                 | <b>231</b> |
| 8.1.1      | Der Qualitätsbegriff   | 232        |
| 8.1.2      | Begriffsabgrenzungen im Qualitätsmanagement                  | 233        |
| 8.1.2.1    | Qualitätsmanagement (QM) und Qualitätsmanagementsystem (QMS) | 233        |
| 8.1.2.2    | Qualitätsplanung   | 234        |
| 8.1.2.3    | Qualitätssicherung (QS)                                      | 234        |
| 8.1.2.4    | Qualitätslenkung   | 235        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 8.1.2.5 | Qualitätsverbesserung . . . . .  | 235 |
| 8.1.2.6 | Qualitätspolitik . . . . .   | 235 |
| 8.1.2.7 | Prozess . . . . .  | 235 |
| 8.1.2.8 | Prozessmodell . . . . .  | 235 |
| 8.1.3   | Normenüberblick zum Thema Qualitätsmanagement . . . . .  | 235 |
| 8.1.4   | 8 Grundsätze des Qualitätsmanagements – DIN EN ISO 9000 . . . . .                              | 236 |
| 8.2     | KANO-Modell der Kundenzufriedenheit . . . . .  | 237 |
| 8.3     | Kontinuierliche Verbesserung . . . . .   | 239 |
| 8.3.1   | KAIZEN . . . . .   | 241 |
| 8.3.1.1 | Methoden und Werkzeuge . . . . .   | 241 |
| 8.3.1.2 | Der KAIZEN-Schirm . . . . .  | 241 |
| 8.3.1.3 | KAIZEN und Innovation . . . . .  | 242 |
| 8.3.1.4 | Standards im klassischen Sinne und als Zielzustand . . . . .                                   | 243 |
| 8.3.2   | Betriebliches Vorschlagswesen (BVW) . . . . .  | 244 |
| 8.3.3   | Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) . . . . .  | 244 |
| 8.3.4   | Verbesserungsarbeit in Gruppen . . . . .   | 244 |
| 8.3.4.1 | Qualitätszirkel . . . . .  | 244 |
| 8.3.4.2 | KVP-Workshop . . . . .   | 245 |
| 8.3.4.3 | Q-Verbesserungsteam . . . . .  | 245 |
| 8.3.5   | Corporate Capability Management (CCM) . . . . .  | 246 |
| 8.3.5.1 | Die drei Sektoren des CCM-Ansatzes . . . . .   | 247 |
| 8.3.5.2 | Verwertungssektoren (Sammeln, Bewerten<br>und Umsetzen) . . . . .                              | 248 |
| 8.4     | Qualitätsbezogene Kosten . . . . .   | 248 |
| 8.4.1   | Kostenkategorien des Qualitätsmanagements . . . . .  | 248 |
| 8.4.2   | Qualitätsbezogene Kostenarten . . . . .  | 249 |
| 8.4.2.1 | Prüfkosten . . . . .   | 249 |
| 8.4.2.2 | Fehlerverhütungskosten . . . . .   | 249 |
| 8.4.2.3 | Fehlerkosten . . . . .   | 250 |
| 8.4.2.4 | Fehlerfolgekosten . . . . .  | 250 |
| 8.4.3   | Modelle der qualitätsbezogenen Kosten . . . . .  | 251 |
| 8.4.3.1 | Das tätigkeitsorientierte Modell . . . . .   | 252 |
| 8.4.3.2 | Das wirkungsorientierte Modell . . . . .   | 253 |
| 8.4.3.3 | Die Verlustkostenfunktion . . . . .  | 254 |
| 8.4.4   | Nutzen des Qualitätsmanagements . . . . .  | 255 |
| 8.4.5   | Qualitätsbezogene Leistungsarten . . . . .   | 256 |
| 8.4.5.1 | Nutzleistung . . . . .   | 256 |
| 8.4.5.2 | Stützleistung . . . . .  | 257 |
| 8.4.5.3 | Blindleistung . . . . .  | 257 |
| 8.4.5.4 | Fehlleistungen . . . . .   | 257 |
| 8.4.5.5 | Wirkungsbereich der Prozesseleistungsarten<br>in der traditionellen Kostengliederung . . . . . | 257 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>9 Werkzeuge und Methoden des Qualitätsmanagements</b>             | 259 |
| 9.1 Grundlegende Werkzeuge des Qualitätsmanagements                  | 259 |
| 9.1.1 Die sieben Qualitätswerkzeuge (Q7)                             | 260 |
| 9.1.1.1 Fehlersammeliste oder Datensammelblatt                       | 260 |
| 9.1.1.2 Histogramm   | 260 |
| 9.1.1.3 Pareto-/ABC-Analyse  | 261 |
| 9.1.1.4 Brainstorming  | 261 |
| 9.1.1.5 Ishikawa- oder Ursache/Wirkungs-Diagramm                     | 261 |
| 9.1.1.6 Korrelationsdiagramm   | 261 |
| 9.1.1.7 Qualitätsregelkarte  | 261 |
| 9.1.2 Die sieben neuen Managementwerkzeuge (M7)                      | 262 |
| 9.1.2.1 (Inter-)Relationendiagramm                                   | 262 |
| 9.1.2.2 Affinitätsdiagramm   | 263 |
| 9.1.2.3 Matrixdiagramm   | 263 |
| 9.1.2.4 Baumdiagramm   | 263 |
| 9.1.2.5 Portfolio  | 263 |
| 9.1.2.6 Entscheidungsbaum  | 263 |
| 9.1.2.7 Netzplan   | 263 |
| 9.1.3 Die 6W-Hinterfragetechnik                                      | 264 |
| 9.1.4 5S-Programm  | 265 |
| 9.2 Einführung in fortschrittliche Methoden des Qualitätsmanagements | 267 |
| 9.2.1 Methodengliederung in Folge des Produktentstehungsprozesses    | 267 |
| 9.2.2 Integrierte Produktentwicklung                                 | 268 |
| 9.2.2.1 Quality Gates  | 268 |
| 9.2.2.2 Simultaneous Engineering                                     | 269 |
| 9.2.3 Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (FMEA)               | 269 |
| 9.2.3.1 Arten der FMEA   | 270 |
| 9.2.3.2 Durchführung einer FMEA                                      | 271 |
| 9.2.4 Quality Function Deployment (QFD)                              | 273 |
| 9.2.5 Null-Fehler-/Six Sigma-Management                              | 275 |
| 9.2.5.1 Verbesserungsprojekte zur Optimierung von Prozessen          | 275 |
| 9.2.5.2 Die Six Sigma-Roadmap  | 276 |
| 9.2.5.3 Erfolgsfaktoren für Six Sigma                                | 278 |
| <b>10 Qualitätsmanagementsysteme</b>                                 | 281 |
| 10.1 Mit Konzepten und Modellen ein spezifisches QMS entwickeln      | 281 |
| 10.2 Total Quality Management als Konzept für ein QMS                | 283 |
| 10.2.1 Historische Entwicklung von TQM                               | 283 |
| 10.2.2 Begriffsbestimmung  | 285 |
| 10.2.3 Einführung von TQM  | 286 |

|  |     |
|--|-----|
| 10.3 Excellence als Konzept für ein QMS .....                                | 287 |
| 10.4 Der prozessorientierte Ansatz der ISO 9001 als Modell für ein QMS ..... | 288 |
| 10.4.1 Begriffsbestimmungen .....  | 288 |
| 10.4.2 Die Einbeziehung des prozessorientierten Ansatzes .....               | 289 |
| 10.5 Das EFQM-Modell für Excellence als Modell eines QMS .....               | 291 |
| 10.5.1 Modellbeschreibung .....  | 292 |
| 10.5.1.1 Haupt- und Teilkriterien des EFQM-Modells .....                     | 293 |
| 10.5.2 RADAR-Logik .....   | 297 |
| 10.5.3 Der unternehmerische Regelkreis .....                                 | 298 |
| 10.5.4 Schlüsselprozesse .....   | 300 |
| 10.5.5 Gegenüberstellung der ISO 9000 und EFQM-Modell .....                  | 301 |
| 10.5.5.1 Einsatzgebiete der ISO und des EFQM-Modells .....                   | 304 |
| 10.5.5.2 Vergleichender Überblick ISO-EFQM .....                             | 305 |
| 10.5.6 Levels of Excellence .....  | 306 |
| 10.5.6.1 Committed to Excellence (Verpflichtung zu Excellence) .....         | 307 |
| 10.5.6.2 Recognised for Excellence (Anerkennung für Excellence) .....        | 308 |
| 10.5.6.3 European Quality Award (Teilnahme an einem Qualitätspreis) .....    | 308 |
| 10.5.7 Selbstbewertung .....   | 308 |
| 10.6 Qualitätspreise als Modelle für ein QMS .....                           | 309 |
| 10.6.1 Nutzen von Qualitätspreisen .....                                     | 310 |
| 10.6.2 Kritische Reflexion von Qualitätspreisen .....                        | 311 |
| 10.7 Aufbau und Einführung eines QMS .....                                   | 312 |
| 10.7.1 Systemverständnis bezüglich QMS .....                                 | 312 |
| 10.7.2 Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems .....                         | 313 |
| 10.7.2.1 Dokumentation des Qualitätsmanagementsystems .....                  | 314 |
| 10.7.2.2 Qualitätsmanagement-Handbuch .....                                  | 315 |
| 10.7.2.3 QM-Prozessbeschreibungen .....                                      | 316 |
| 10.7.3 Einführung eines Qualitätsmanagementsystems .....                     | 318 |
| 10.7.3.1 Entscheidung der obersten Leitung .....                             | 319 |
| 10.7.3.2 Festlegung der Qualitätspolitik und der Qualitätsziele .....        | 320 |
| 10.7.3.3 Schulung der Mitarbeiter .....                                      | 321 |
| 10.7.3.4 Analyse des IST-Zustandes .....                                     | 322 |
| 10.7.3.5 Erstellung der Dokumentation: .....                                 | 323 |
| 10.7.4 Audit .....   | 324 |
| 10.7.4.1 Bedeutung des Audits .....  | 324 |
| 10.7.4.2 Auditarten .....  | 324 |
| 10.7.4.3 Interne Audits .....  | 325 |
| 10.7.5 Zertifizierung .....  | 326 |
| 10.7.5.1 Ablauf der Zertifizierung .....                                     | 326 |
| 10.7.5.2 Nutzen einer Zertifizierung .....                                   | 328 |

|   |            |
|---|------------|
| 10.7.6 Management Review .....                                    | 328        |
| 10.7.6.1 Vorbereitung des Management-Reviews .....                | 329        |
| 10.7.6.2 Durchführung des Management-Reviews .....                | 330        |
| 10.7.6.3 Ergebnisse des Management-Reviews .....                  | 331        |
| <b>11 Integrierte Managementsysteme .....</b>                     | <b>333</b> |
| 11.1 Geschichtliche Entwicklung .....                             | 333        |
| 11.1.1 Diversifizierung .....                                     | 334        |
| 11.1.2 Integration .....  | 334        |
| 11.2 Integrationskomponenten eines IMS .....                      | 335        |
| 11.2.1 Arbeitsschutz- und Sicherheitsmanagementsystem (AMS) ..... | 335        |
| 11.2.1.1 ASchG .....  | 335        |
| 11.2.1.2 Arbeitsschutzmanagementsysteme (OHSAS 18001:2007) .....  | 337        |
| 11.2.1.3 Safety Certificate Contractors (SCC) .....               | 338        |
| 11.2.2 Umweltmanagementsystem (UMS) .....                         | 339        |
| 11.2.2.1 Ziele eines Umweltmanagementsystems (UMS) .....          | 339        |
| 11.2.2.2 Vorteile für das Unternehmen .....                       | 340        |
| 11.2.2.3 ISO 14000 für Umweltmanagementsysteme .....              | 340        |
| 11.2.2.4 Die Ökobilanz .....                                      | 341        |
| 11.2.2.5 EG-Öko-Audit- oder EMAS-Verordnung .....                 | 342        |
| 11.2.3 Risikomanagementsystem (RMS) .....                         | 343        |
| 11.2.4 Energiemanagementsystem (EnMS) .....                       | 343        |
| <b>12 Produktionsinstandhaltung .....</b>                         | <b>345</b> |
| 12.1 Instandhaltung im Wandel .....                               | 346        |
| 12.1.1 Erste Generation .....                                     | 347        |
| 12.1.2 Zweite Generation .....                                    | 347        |
| 12.1.3 Dritte Generation .....                                    | 347        |
| 12.1.4 Heute: Vierte Generation .....                             | 348        |
| 12.2 Maßnahmen der Instandhaltung .....                           | 349        |
| 12.2.1 Begriffe .....   | 349        |
| 12.2.2 Inspektion .....   | 352        |
| 12.2.3 Wartung .....  | 354        |
| 12.2.4 Instandsetzung .....                                       | 355        |
| 12.2.5 Verbesserung .....   | 356        |
| 12.3 Kostenbetrachtung .....                                      | 357        |
| 12.4 Ausfallrate .....  | 358        |
| 12.5 Instandhaltungsstrategien .....                              | 360        |
| 12.6 Total Productive Management (TPM) .....                      | 362        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>13 Zeitstudium .....</b>   | 365 |
| 13.1 Begriffsdefinition von Zeitstudium .....                         | 365 |
| 13.2 Weitere Begriffsbestimmungen .....                               | 367 |
| 13.3 Gliederung der Auftragszeit und der Belegungszeit .....          | 368 |
| 13.3.1 Die Auftragszeit .....   | 368 |
| 13.3.2 Die Belegungszeit .....  | 372 |
| 13.4 Einteilung und Beschreibung ausgewählter Zeitermittlungsmethoden | 372 |
| 13.4.1 Selbstaufschreibung .....                                      | 373 |
| 13.4.2 Multimomentaufnahme .....                                      | 375 |
| 13.4.2.1 Multimoment-Zeitmessverfahren (MMZ) .....                    | 376 |
| 13.4.2.2 Multimoment-Häufigkeitsverfahren (MMH) .....                 | 376 |
| 13.4.3 Befragen .....   | 376 |
| 13.4.4 Zeitmessung .....  | 377 |
| 13.4.5 Zeitaufnahme .....   | 377 |
| 13.4.5.1 Fortschrittszeitmessung .....                                | 378 |
| 13.4.5.2 Einzelzeitmessung .....                                      | 378 |
| 13.4.5.3 Leistungsgrad .....  | 379 |
| 13.4.6 Schätzen/Vergleichen .....                                     | 380 |
| 13.4.7 Berechnen .....  | 381 |
| 13.4.8 Prozessbausteinsysteme (Systeme vorbestimmter Zeiten) .....    | 382 |
| 13.4.8.1 MTM-Verfahren .....  | 382 |
| 13.4.8.2 Work-Factor .....  | 385 |
| 13.4.9 Planzeiten .....   | 386 |
| <b>14 Kennzahlen und Kennzahlensysteme .....</b>                      | 387 |
| 14.1 Kennzahlen – Definitionen .....                                  | 387 |
| 14.2 Funktion von Kennzahlen .....                                    | 388 |
| 14.3 Risiken von Kennzahlen .....                                     | 388 |
| 14.4 Kennzahlkategorien .....   | 389 |
| 14.5 Kennzahlarten .....  | 390 |
| 14.6 Darstellung von Kennzahlen .....                                 | 391 |
| 14.7 Praxisrelevante Kennzahlen .....                                 | 393 |
| 14.7.1 Kennzahlen im Produktionsmanagement .....                      | 393 |
| 14.7.2 Kennzahlen im Qualitätsmanagement .....                        | 395 |
| 14.8 Kennzahlensysteme – Definition .....                             | 396 |
| 14.9 Traditionelle Kennzahlensysteme .....                            | 397 |
| 14.10 Anforderungen an ein Kennzahlensystem .....                     | 398 |
| 14.11 Praxisrelevante traditionelle Kennzahlensysteme .....           | 399 |

|  |            |
|--|------------|
| 14.11.1 DU-PONT-Kennzahlenmodell .....                               | 399        |
| 14.11.2 Return-on-Quality .....                                      | 400        |
| 14.12 Performance Measurement .....                                  | 403        |
| 14.13 Balanced Scorecard .....                                       | 404        |
| 14.13.1 Die Perspektiven der Balanced Scorecard .....                | 405        |
| 14.13.2 Finanzperspektive .....                                      | 406        |
| 14.13.3 Kundenperspektive .....                                      | 407        |
| 14.13.4 Interne Prozessperspektive .....                             | 408        |
| 14.13.5 Lern- und Entwicklungsperspektive (Wissensperspektive) ..... | 409        |
| 14.13.6 Ausschnitt einer Balanced Scorecard .....                    | 410        |
| 14.13.7 Ursachen-Wirkungskette .....                                 | 410        |
| 14.13.8 Grundregeln für die Einführung der Balanced Scorecard .....  | 412        |
| <b>15 Technologie- und Variantenmanagement .....</b>                 | <b>413</b> |
| 15.1 Grundlagen des Technologiemanagements .....                     | 413        |
| 15.1.1 Begriffe und Definitionen .....                               | 413        |
| 15.1.2 Elemente des Technologiemanagements .....                     | 415        |
| 15.1.2.1 Technologiefrüherkennung .....                              | 416        |
| 15.1.2.2 Technologiebewertung .....                                  | 419        |
| 15.1.2.3 Technologieplanung .....                                    | 420        |
| 15.1.2.4 Technologiestrategie .....                                  | 421        |
| 15.2 Grundlagen des Variantenmanagements .....                       | 422        |
| 15.2.1 Begriffe und Definitionen .....                               | 422        |
| 15.2.2 Variantenmanagement .....                                     | 425        |
| 15.2.3 Komplexitätskosten .....                                      | 429        |
| 15.2.4 Komplexitätstreiber .....                                     | 430        |
| 15.2.5 Methoden des Variantenmanagements .....                       | 431        |
| <b>16 Literaturverzeichnis .....</b>                                 | <b>437</b> |
| <b>17 Abbildungsverzeichnis .....</b>                                | <b>443</b> |
| <b>18 Tabellenverzeichnis .....</b>                                  | <b>451</b> |
| <b>19 Formelverzeichnis .....</b>                                    | <b>453</b> |
| <b>20 Abkürzungsverzeichnis .....</b>                                | <b>457</b> |
| <b>Index .....</b>   | <b>459</b> |

# Vorwort

Produktion und Qualität sowie deren operatives und strategisches Management sind seit jeher eng miteinander verbunden. Weiterentwicklungen in einer Disziplin wurden in die jeweils andere übernommen und an deren spezielle Gegebenheiten angepasst. Auch haben Denkweisen, Methoden und Werkzeuge beider Disziplinen in anderen betrieblichen Anwendungsbereichen Einzug gefunden und werden noch immer erfolgreich angewandt. Trotzdem – oder gerade deswegen – sind diese beiden Disziplinen sowohl in der Literatur und auch in universitären Lehrplänen getrennt voneinander aufzufinden. Das vorliegende Buch „Produktion und Qualität – Organisation, Management, Prozesse“ bietet einen grundlegenden Einblick in das strategische und operative Managen von produzierenden Unternehmen und deren Prozessen. Es zeigt zudem Entwicklungen im Rahmen von „Industrie 4.0“ als auch neue Ansätze der Ideengewinnung im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) auf.

Dieses Buch richtet sich sowohl an Praktiker, die ihr Fachwissen vertiefen und aktualisieren wollen, als auch an Studierende technno-ökonomischer Studienrichtungen an Universitäten und Fachhochschulen. Dieses Buch vermittelt umfangreiches Grundlagenwissen vermitteln, um sich ein Bild über betriebliche Gegebenheiten und Problemstellungen verschaffen zu können – und um diese verstehen zu können. Besonderes Augenmerk wird auf die Vermittlung von System- und Methodenkompetenz gelegt, damit Leserinnen und Leser durch die erworbene Expertise für das Lösen praktischer Aufgabenstellungen gerüstet werden.

Das vorliegende Buch ist das Resultat eines langjährigen Entstehungsprozesses und wurde am Institut für Managementwissenschaften (IMW), Bereich für Betriebs-technik und Systemplanung an der TU Wien verfasst. Ein großes Dankeschön möchten wir an dieser Stelle Herrn Univ.-Doz. Dr. Franz J. Brunner aussprechen, dessen unaufhörliche Begeisterung für das Thema sowie sein Tatendrang uns dazu ermutigt haben dieses Buch zu veröffentlichen. Darüber hinaus haben uns sowohl sein „Taschenbuch Qualitätsmanagement – Leitfaden für Studium und Praxis“ als auch die gesamte „Praxisreihe Qualitätswissen“ inspiriert und wertvolle Inhalte und Anregungen geliefert.

Ein besonderer Dank gilt Klaudia Kovacs, die uns in den letzten Wochen und Monaten mit sehr viel Engagement und Gewissenhaftigkeit bei der finalen Aufbereitung der Grafiken und Überarbeitung der Texte unterstützt hat.

Viel Freude beim Lesen!

Wien, April 2016

*Wilfried Sihn, Alexander Sunk, Tanja Nemeth,*

*Peter Kuhlang, Kurt Matyas*

# Grundlagen des Produktions- und Qualitätsmanagements

Dieses Kapitel beschreibt einerseits die historischen Entwicklungen im Produktions- und Qualitätsmanagement bis hin zum heutigen State-of-the-art. Andererseits werden grundlegende Begriffe definiert und voneinander abgegrenzt, auf denen in den unterschiedlichen Kapiteln immer wieder Bezug genommen wird.

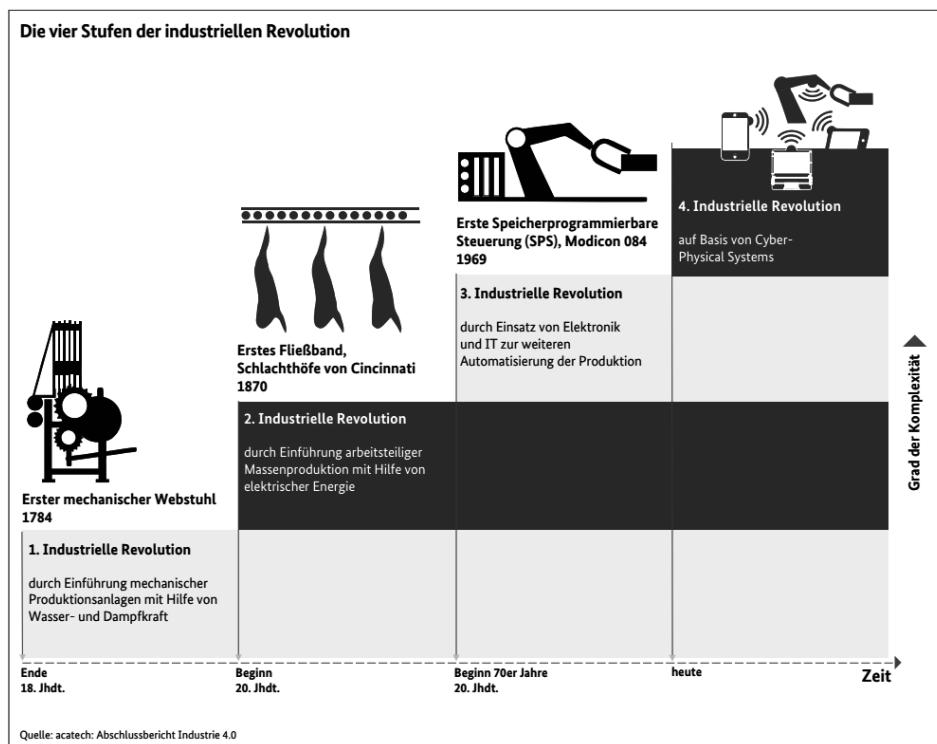
## ■ 1.1 Historische Entwicklungen<sup>1</sup>

Produktionsmanagement per se ist kein neues Konzept. In der Praxis war schon beim Bau der ägyptischen Pyramiden Produktions- und auch Projektmanagement unabdingbar, um ein solches Projekt erfolgreich beenden zu können. Vorläufer von Unternehmen nach heutigem Verständnis gab es bereits im römischen Reich zur Herstellung von Rüstungen und Tonwaren. Nichtsdestotrotz herrscht in der Literatur weitgehende Einigkeit darüber, dass das moderne Management mit der industriellen Revolution im 19. Jahrhundert entstanden ist. Der Grundstein für die erste industrielle Revolution bildete die Entwicklung der Dampfmaschine 1784. Aber auch neue ökonomische Ideen wie „The Wealth of Nations“ (1776) von Adam SMITH spielten eine tragende Rolle. Mit der Elektrifizierung der Produktion erfolgte die zweite industrielle Revolution. Es wurden Fließbänder mit elektrischem Antrieb entwickelt und in verschiedenen Bereichen eingesetzt. Als Initialzündung wird heute die Einführung einer Fließbandproduktion in einem Schlachthof 1870 in den USA verstanden. Die dritte industrielle Revolution begann mit der Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in die Produktion, als SPS-Steuerungen betriebliche Abläufe automatisieren konnten.

Aktuell befinden wir uns in der vierten industriellen Revolution mit dem Titel „Industrie 4.0“. Ausgehend vom deutschsprachigen Raum werden damit Innovationen in Produkten, Produktionstechnologien und Prozessen vorangetrieben, um

<sup>1</sup> vgl. Steven, 2007, S. 8 f

damit zum Nutzen für den Kunden neuartige Services und Produkte anbieten zu können. Moderne IKT – Stichwort „Cloud Computing“ – soll dabei die vollständige Vernetzung von der realen Produktion mit einer virtuellen Planungsumgebung in Echtzeit ermöglichen. Im Rahmen von zahlreichen Forschungsprojekten wird derzeit an Lösungen für Unternehmen und Kunden gearbeitet. Abgesehen vom Produktions- und Qualitätsmanagement werden Themen wie Datensicherheit, Übertragungsstandards, Datenqualität und damit die vollständige Integration von bestehenden, oft isolierten Insellösungen behandelt. Im amerikanischen Raum wird diese Revolution ähnlich gesehen und unter dem Namen „Advanced Manufacturing“ geführt.



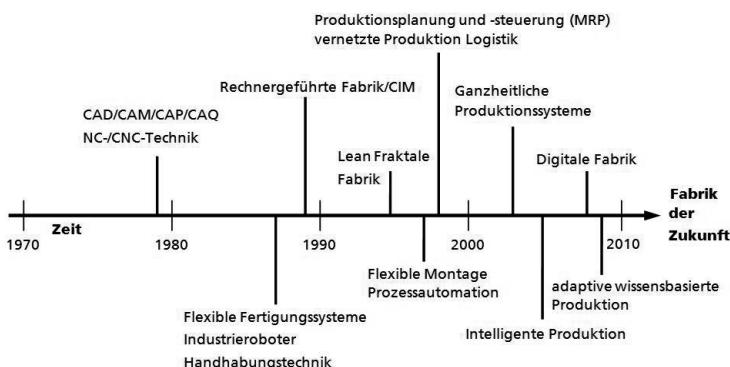
**Bild 1.1** Die vier Stufen der industriellen Revolution<sup>2</sup>

Für viele Neuerungen und Entwicklungen in der Managementwissenschaft spielt die Automobilindustrie eine tragende Rolle. Analog zu den vier Stufen der industriellen Revolution gibt es auch Revolutionen in diesem nach Innovationen strebendem Sektor, die im Nachhinein als solche definiert wurden.

<sup>2</sup> acatech, Abschlussbericht Industrie 4.0, 2015

Henry FORD führte bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts systematische Verbesserungen bei den Fertigungsverfahren und der Arbeitsorganisation ein. Er orientierte sich dabei an der „wissenschaftlichen Betriebsführung“ von Frederic Winslow TAYLOR. Mit dem Funktionsmeistersystem (erste Mehrliniensysteme), der Standardisierung von Bauteilen und Portionierung der Arbeit in einfache, überschaubare und leicht kontrollierbare Tätigkeiten wurden damals überwältigende Produktivitätssteigerungen erreicht.

Nach dem 2. Weltkrieg erfolgte ein Wandel der Märkte von Verkäufermärkten zu Käufermärkten. Kunden verlangten Produkte, die stärker auf ihre individuellen Bedürfnisse abgestimmt waren. Mit den herkömmlichen Methoden der Massenfertigung ließ sich dies jedoch nicht erreichen. Ausgehend von der japanischen Automobilindustrie, kam es daher zu der so genannten zweiten Revolution in der Automobilindustrie, die in den 1990er Jahren auch unter der Bezeichnung Lean Production bekannt wurde. In den letzten 30 Jahren wurde aufgrund des raschen technologischen Fortschritts eine Vielzahl von neuen Produktionssystemen entwickelt (siehe Bild 1.2).



**Bild 1.2** Entwicklung der Produktion<sup>3</sup>

Auch das Qualitätsmanagement kann auf eine Historie bis ins alte Ägypten zurück blicken, als Zeichnungen vom Pyramidenbau und Längenmessungen von qualifizierten Messkräften durchgeführt wurden. Die Wurzeln des heutigen Qualitätsmanagements gehen jedoch auf die USA der 1920er und 1930er Jahre zurück. Der Taylorismus hatte einen schädlichen Einfluss auf die Produktqualität. Die strikte Arbeitsteilung und somit Trennung der Bestimmungsgrößen Zeit, Kosten, Menge und Qualität hatte zur Folge, dass es z.B. in der Fertigung nicht mehr darauf ankam, fehlerfreie Produkte zu erstellen, sondern nur „einfach durch die Qualitätskontrolle zu kommen“. Um diesem Problem entgegen zu wirken, wurden statisti-

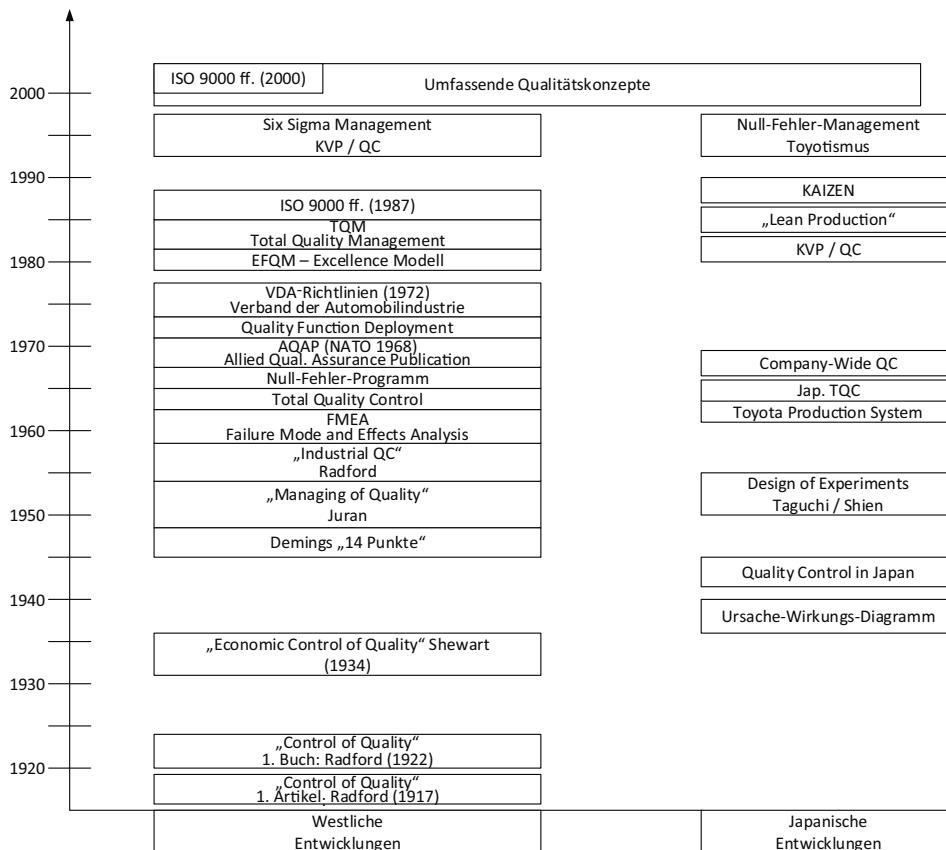
<sup>3</sup> Fraunhofer IPA/IFF Universität Stuttgart, 2012, F.2

sche Prüfungen („Economic Control of Quality“<sup>4</sup>) und Stichprobenpläne und -tests (Shewhart-Regelkarten: „Statistical Process Control“) eingeführt. In den 1950er und 1960er Jahren drang die Philosophie des Vorbeugens und der kontinuierlichen Verbesserung aus Japan durch, welches auch unter dem Begriff Kaizen<sup>5</sup> bekannt wurde. Qualität war hier nicht mehr nur für die Abteilung Qualitätskontrolle beschränkt, sondern auch Mitarbeiter wurden mit in die Verantwortung genommen und qualitätsorientiert motiviert. Die Industrialisierung des Handels und die Globalisierung führten in den 1980er Jahren zu einem radikalen Wandel. Die Prüfung der Produktqualität reichte nicht mehr aus, die Beherrschung der gesamten Prozesskette vom Zulieferer bis zum Kunden wurde zur Managementaufgabe. Die Unternehmen mussten sich ganzheitlich auf Qualitätsmanagement konzentrieren. Dies führte zu einer Fülle von Qualitätssicherungssystemen. In den 1990er Jahren wurde zwecks der Vereinheitlichung die bis heute gültige ISO-9000-Reihe und das ISO-Zertifizierungssystem entwickelt. So wird das kundenorientierte Qualitätsmanagement als ganzheitliche Aufgabe gesehen, in der alle Prozesse eines Unternehmens im Zusammenhang mit der Kundenzufriedenheit stehen (siehe Bild 1.3).<sup>6</sup>

<sup>4</sup> In dem 1934 erschienen Buch „Economic Control of Quality of Manufactured Product“ beschreibt Walter Andrew Shewart seine Idee, die erforderlichen Prozesslenkungen auf der Basis von Stichprobenergebnissen regelmäßig entnommener und geprüfter Strichproben durchzuführen.

<sup>5</sup> Japanisches Management-Konzept, welches in den 50er Jahren vom Japaner Taiichi Ohno erfunden wurde.

<sup>6</sup> vgl. Bartel, 2010, S. 3f



**Bild 1.3** Entwicklungen und Meilensteine im Qualitätswesen

## ■ 1.2 Überblick über die Organisation eines Unternehmens

Im Hinblick auf die bestmögliche Erfüllung der betrieblichen Ziele ist es erforderlich, dafür zu sorgen, dass die verschiedenen Teilaufgaben nicht isoliert und unkoordiniert erreichen werden. Dies geschieht im weitesten Sinne durch die Schaffung einer Organisation. In dieser Organisation werden Anordnungs- und Kontrollbeziehungen sowie Kommunikationsbeziehungen verschiedener Art erfasst.<sup>7</sup>

Eine Organisation ist definiert, als die „auf Dauer angelegte, planvolle und methodische Zuordnung von Mensch und Sachmittel, um für deren bestmögliches Zusammen-

<sup>7</sup> vgl. Nagel, 1991, S. 115

wirken zum Zwecke der dauerhaften Erreichung vorgegebener Ziele, die günstigsten Bedingungen zu schaffen.“<sup>8</sup>

Organisation muss immer mit Blick auf das Unternehmen als Ganzes gesehen werden. Entsprechend den beiden zentralen Aufgabenbereichen der Organisation, Betriebsaufbau und Arbeitsablauf im Betrieb unterscheidet man Aufbauorganisation und Ablauforganisation.

Die **Aufbauorganisation** gliedert das Unternehmen in organisatorische Teileinheiten (Abteilungen, Stellen, Gremien), ordnet ihnen Aufgaben und Kompetenzen zu und sorgt für die Koordination der einzelnen Teileinheiten.<sup>9</sup>

Gegenstand der **Ablauforganisation** ist der Ablauf des betrieblichen Geschehens und die Ausübung der betrieblichen Funktionen innerhalb der Teileinheiten. Im Mittelpunkt steht hierbei die Arbeit als zielbezogene menschliche Handlung, aber auch die Ausstattung der Teileinheiten mit den zur Aufgabenerfüllung notwendigen Informationen und Sachmitteln.<sup>10</sup>

Während durch die Aufbauorganisation eine klare Verteilung und Abgrenzung der betrieblichen Aufgaben herbeigeführt und damit eine bestimmte Ordnung der Zuständigkeit und Verantwortung erreicht werden soll, versteht man unter Ablauforganisation die Ordnung der Arbeitsabläufe in zeitlicher und räumlicher Hinsicht.

### 1.2.1 Leitungssysteme<sup>11</sup>

Jede Stelle mit Leitungsbefugnis, das heißt mit Anordnungsgewalt über andere Stellen, wird als Instanz bezeichnet. Der Instanzenaufbau ist dokumentiert durch die hierarchische Rangordnung der einzelnen Stellen. Die Anzahl der Rangstufen, auch als Instanzentiefe bezeichnet, hängt in der Regel von der Unternehmensgröße ab. Die Lenkungsspanne oder Leitungsspanne gibt an, wie groß die Zahl der Stellen sein soll, die einer gemeinsamen Leitunginstanz unterstellt werden sollen. Die Leitungsspanne ist von der Aufgabenstellung der einzelnen Stellen sowie von den Kommunikations- und Kontrollmöglichkeiten abhängig. Sie wird überdies auf höheren Rangstufen geringer sein als auf unteren.

Durch das Leitungssystem in dem Unternehmen werden dessen Befehlswege (der Instanzenzug) und in bestimmter Form das Verhalten derjenigen festgelegt, die an die im Instanzenzug übermittelten Anordnungen gebunden sind. Typische Leitungssysteme sind in der Folge kurz erläutert:

---

<sup>8</sup> Richter, 1999, S. 52

<sup>9</sup> vgl. Schulte-Zurhausen, 2010, S. 14

<sup>10</sup> vgl. Schulte-Zurhausen, 2010, S. 14

<sup>11</sup> vgl. Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 115

### 1.2.1.1 Einliniensystem<sup>12</sup>

Das Einliniensystem (siehe Bild 1.4) ist die straffste Organisationsform. Bei diesem System liegt ein durchgehender Befehlsweg („Linie“) von der obersten unternehmerischen Leitungsstelle bis zum Verrichtungsträger auf der untersten Ebene vor. Man nennt dieses System deshalb auch: „Prinzip der Einheit der Auftragserteilung“.

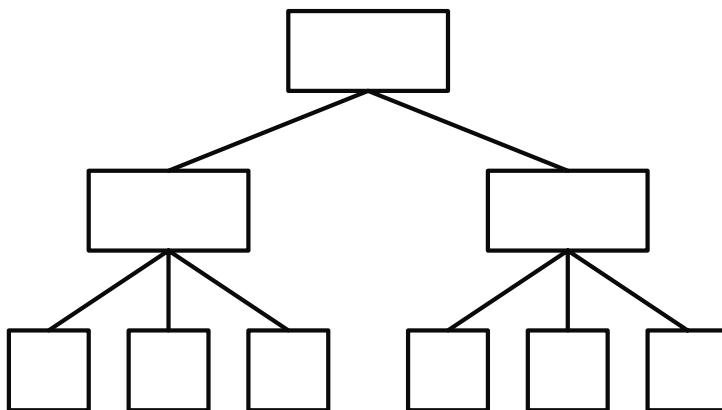


Bild 1.4 Einliniensystem<sup>13</sup>

Vorteile des Einliniensystems:

- Relativ einfacher organisatorischer Aufbau
- Eindeutige Unterstellungsverhältnisse
- Klare Abgrenzung der Kompetenz- und Verantwortungsbereiche
- Hohe Transparenz bezüglich der Aufgabenverteilung
- Genauer Instanzenweg

Nachteile:

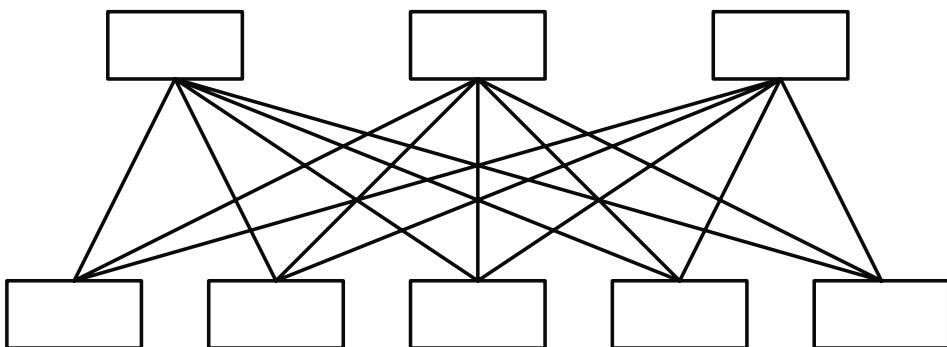
- Fehlende Dynamik
- Lange Instanzenwege
- Starke Beanspruchung der jeweiligen Vorgesetzten
- Probleme bei der Informationsfilterung
- Unflexible Entscheidungsfindungen

<sup>12</sup> vgl. Bühner, 2004, S.152f; Kiener, 2009, S. 46

<sup>13</sup> Lechner; Egger; Schauer, 2008, S.116

### 1.2.1.2 Mehrliniensystem<sup>14</sup>

Im Gegensatz zum Einliniensystem erhält beim Mehrliniensystem (siehe Bild 1.5) jede Organisationseinheit Weisungen von mehreren übergeordneten Stellen. Das Mehrliniensystem bezeichnet man auch als „Prinzip des kürzesten Weges“.



**Bild 1.5** Mehrliniensystem<sup>15</sup>

Vorteile des Mehrliniensystems:

- Spezialisierung durch Aufteilung der einzelnen Funktionen auf mehrere Vorgesetzte
- Kurze Weisungs- und Informationswege
- Große Beweglichkeit der Führungskräfte

Nachteile:

- Gefahr der Aufgabenüberschneidung
- Gefahr der Überschneidung, wenn Kompetenzen der Führungskräfte nicht klar getrennt sind
- Mehrere Vorgesetzte können leistungshemmend auf einen Mitarbeiter wirken

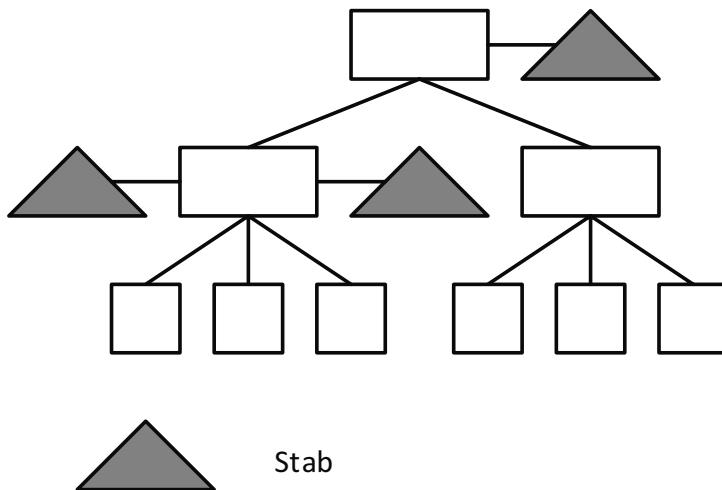
### 1.2.1.3 Stabliniensystem<sup>16</sup>

Das Stabliniensystem (Bild 1.6) beruht im Grundsätzlichen auf der Konstruktion des Einliniensystems, das um Stabstellen (grünes Dreieck) ergänzt wird. Stabstellen haben lediglich beratende Funktionen und in der Regel keine Weisungsbefugnis. Die Stäbe sind für grundlegende Probleme zuständig und sollen die Instanzen entlasten, indem sie die anstehenden Entscheidungen vorbereiten.

<sup>14</sup> vgl. Bühner, 2004, S. 152f; Kiener, 2009, S. 46f

<sup>15</sup> Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 117

<sup>16</sup> vgl. Bühner, 2004, S. 153f; Kiener, 2009, S. 47f



**Bild 1.6** Stabliniensystem<sup>17</sup>

Vorteile des Stabliniensystems:

- Einheitlicher Instanzenweg
- Einschaltung von Spezialisten
- Klare Zuständigkeitsverhältnisse

Nachteile:

- Konfliktgefahr durch unterschiedlichen Zeithorizont und Sachverständnis zwischen Stab und Linie
- Linie setzt Ideen der Stabsstellen evtl. nicht um
- Keine wirksame Einflussnahme auf die Linie durch fehlende Entscheidungsbefugnis des Stabes

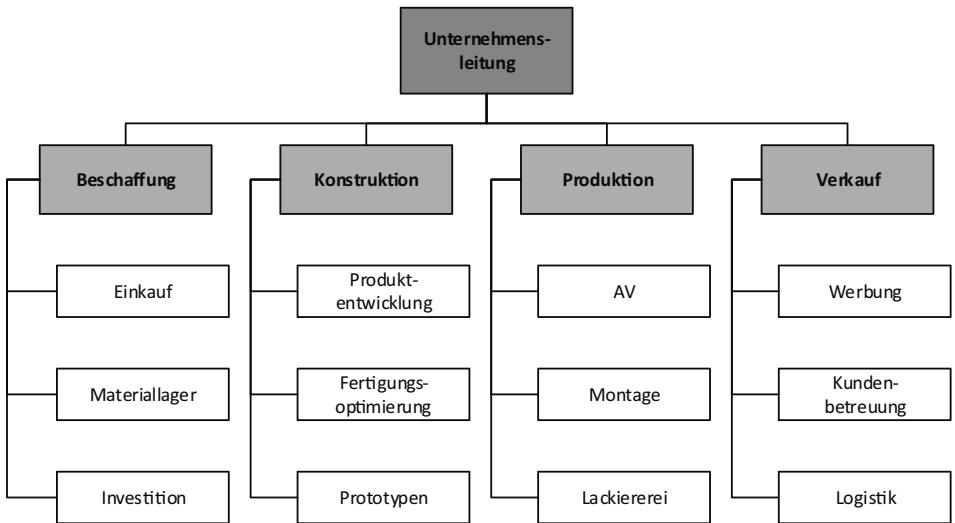
## 1.2.2 Organisationsformen

### 1.2.2.1 Funktionale Organisation<sup>18</sup>

Bei der funktionalen Organisation (siehe Bild 1.7) werden die Bereiche, die unmittelbar der Unternehmensführung unterstellt sind, nach den wichtigsten Funktionen untergliedert (Beschaffung, Konstruktion, Produktion, Verkauf usw.). Die Grundlage bildet dabei ein Einlinien- oder Stabliniensystem.

<sup>17</sup> Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 118

<sup>18</sup> vgl. Bühner, 2004, S. 127ff



**Bild 1.7** Klassische funktionale Organisation<sup>19</sup>

Vorteile der funktionalen Organisation:

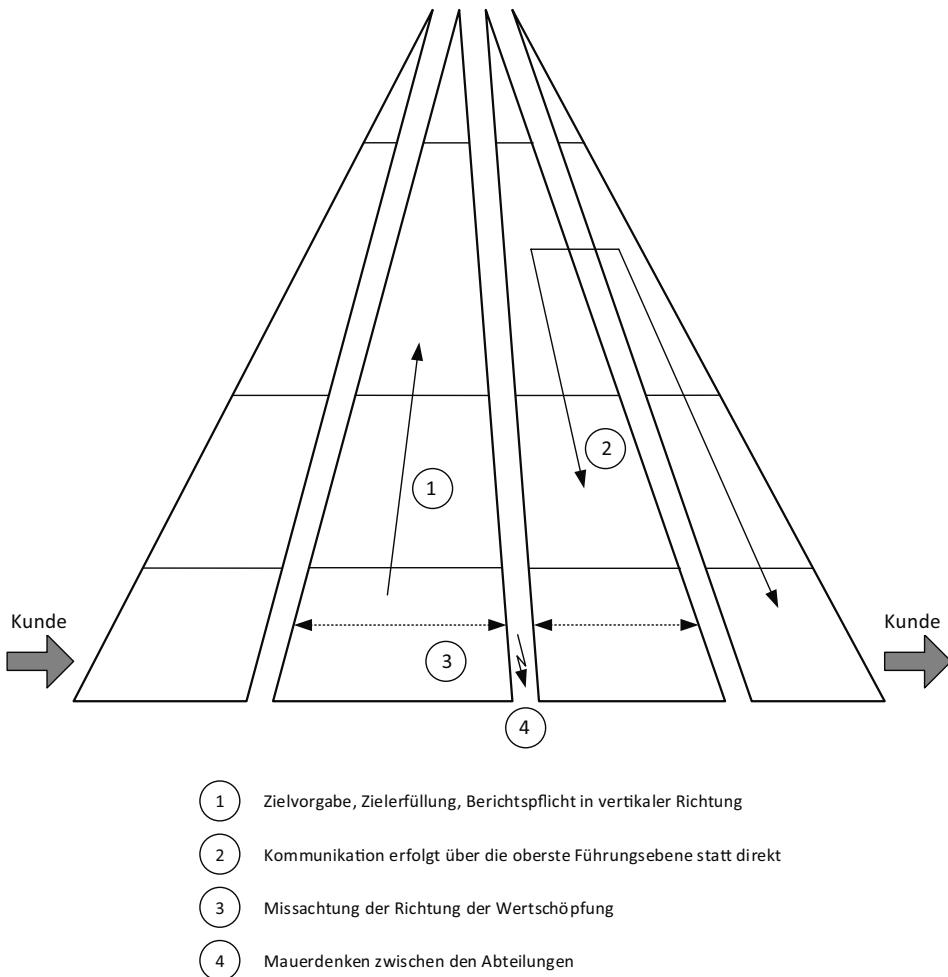
- Spezialisierung durch Zusammenfassen ähnlicher Tätigkeiten
- Größenvorteile (so kann z. B. der Einkauf für alle Produkte erfolgen)
- Begrenzter Bedarf an fachlich spezialisierten Führungskräften
- Einfache Strukturen mit klar abgegrenzten, gut kontrollierbaren Aufgabenbereichen

Nachteile:

- Hoher Koordinationsbedarf wegen den vielen Schnittstellen
- Einzelne Funktionsbereiche sind stark abhängig von den Leistungen der anderen Bereiche
- Bereichsegoismen/Silo-Effekt (es wird nur auf die eigene Abteilung Rücksicht genommen – der Blick auf das Gesamte geht verloren, siehe Bild 1.7)
- Bei Pannen → gegenseitige Schuldzuweisungen

Die Bild 1.8 zeigt die negativen Eigenschaften einer funktionalen Organisationsgliederung.

<sup>19</sup> vgl. Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 120

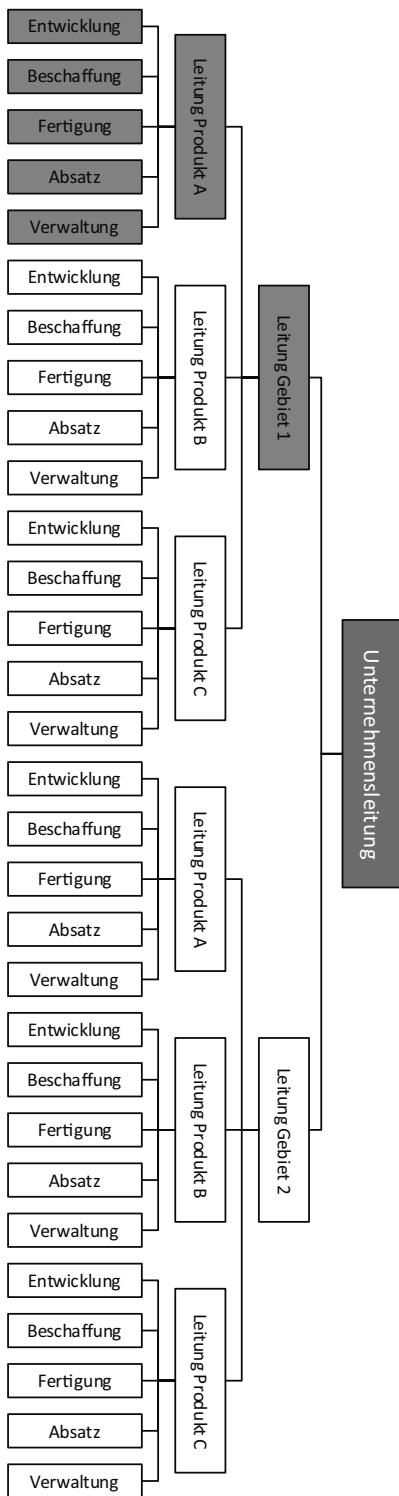


**Bild 1.8** Negative Eigenschaften funktionaler Organisationsgliederungen

### 1.2.2.2 Divisionale Organisation<sup>20</sup>

Bei divisionalen Organisationen (Regionalorganisation) wird das Gesamtunternehmen in einzelne Sparten bzw. Divisionen durch Anwendung des Objektprinzips unterteilt. Diese Sparten können gebildet werden durch gleichartige Produkte oder Produktgruppen, Kundengruppen oder geographische Regionen. Funktionen wie beispielsweise Finanzwesen und Personalwesen werden zentral in den Zentralabteilungen geführt (siehe Bild 1.9).

<sup>20</sup> vgl. Bühner, 2004, S. 141 ff; Bergmann; Garrecht, 2008, S. 69 f

**Bild 1.9** („Multi“-)divisionale Organisationsform<sup>21</sup><sup>21</sup> vgl. Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 121

Vorteile der divisionalen Organisation:

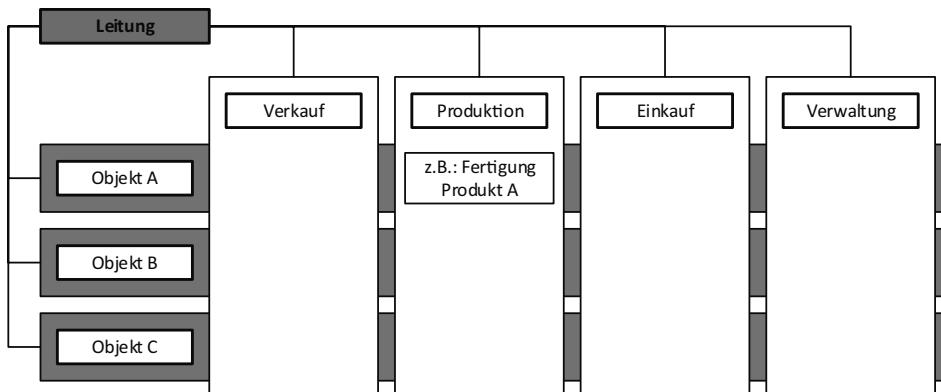
- Ungeteilte Konzentration auf Produkte, Kunden oder Regionen
- Sehr gute Kenntnisse der Produkte, Kunden oder Regionen
- Leichte Steuerung

Nachteile:

- Gefahr von Doppelgleisigkeiten (mehrfach benötigte Funktionen, Verlust von Größenvorteilen)
- Mögliches Konkurrenzdenken zwischen den Sparten
- Erschwerte Kapazitätsauslastung
- Erschwerte Integration neuer Produkte, Kunden oder Märkte

### 1.2.2.3 Matrixorganisation<sup>22</sup>

Eine Matrixorganisation (siehe Bild 1.10) ist eine Form der Mehrlinienorganisation, bei der auf derselben hierarchischen Ebene zwei unterschiedliche Gliederungsprinzipien kombiniert werden. Die Verrichtungsgliederung (Gliederung nach Funktionsbereichen wie z.B. Verkauf, Produktion oder Marketing) bildet die vertikale Dimension (die Linieninstanz). Im Gegensatz dazu bildet die Objektgliederung (Gliederung nach Märkten, Produkten oder Regionen) die horizontale Dimension (die Matrixinstanz). Die in den Schnittpunkten angesiedelten Matrixstellen müssen sowohl Aufgaben für die Matrixinstanz als auch für die Linieninstanz erfüllen.



**Bild 1.10** Matrixorganisation<sup>23</sup>

<sup>22</sup> vgl. Junge, 2010, S. 93; Bergmann; Garrecht, 2008, S. 71 f

<sup>23</sup> vgl. Lechner; Egger; Schauer, 2008, S. 121

Vorteile der Matrixorganisation:

- Innovative Problemlösungen unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Standpunkten
- Kurze Kommunikationswege
- Flexible Anpassung der Organisation an die Markt- und Wettbewerbserfordernisse
- Vorrang der Sachkompetenz vor der hierarchischen Stellung

Nachteile:

- Gefahr von Kompetenzkonflikten und Machtkämpfen
- Hoher Kommunikationsbedarf
- Schwerfällige, lange dauernde Entscheidungsfindungen
- Gefahr zu vieler Kompromisse
- Großer Bedarf an qualifizierten Führungskräften
- Zurechnungsprobleme für Erfolg und Misserfolg

#### **1.2.2.4 Prozessorientierte Organisation<sup>24</sup>**

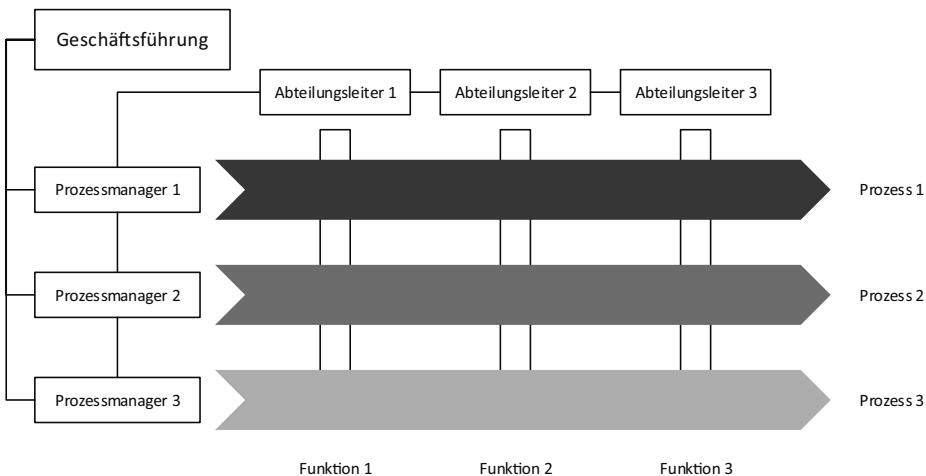
Die prozessorientierte Organisation (siehe Bild 1.11) verlangt eine konsequente Ausrichtung der Organisation auf die Geschäftsprozesse. Konsequente Prozessausrichtung beinhaltet, dass die Gesamtverantwortung für die Prozesse bei einem Prozessverantwortlichen liegt und dieser zu entscheiden hat, wie die Prozesse umgesetzt werden. Die funktionale Gliederung des Unternehmens wird dabei de facto aufgehoben. Funktionen sind nur noch als Stabstellen zu verstehen, die bestimmte Teilprozesse bearbeiten und Spezialaufgaben übernehmen. Dies können fachliche Aufgaben oder bestimmte übergreifende Aufgaben sein. Der Wechsel von der vertikalen Organisation zur horizontalen Organisation wird vollzogen.

Die Prozessverantwortlichen (Process-Owners) spielen in der prozessorientierten Organisation eine zentrale Rolle. Er ist für die Steuerung und Optimierung des Prozesses verantwortlich. Zu seinen wichtigsten Aufgaben gehören:

- Kontinuierliche Prozessverbesserung initiieren und verfolgen
- Tägliche Steuerung und Optimierung des Prozesses
- Berichterstattung zur Prozesszielerreichung
- Einschulung neuer Mitarbeiter hinsichtlich des Prozesses und seiner Vorgaben
- Ernennung und Führung von Teilprozessverantwortlichen
- Koordination mit anderen Prozessnahtstellen
- Einberufung von regelmäßigen Prozessteammeetings

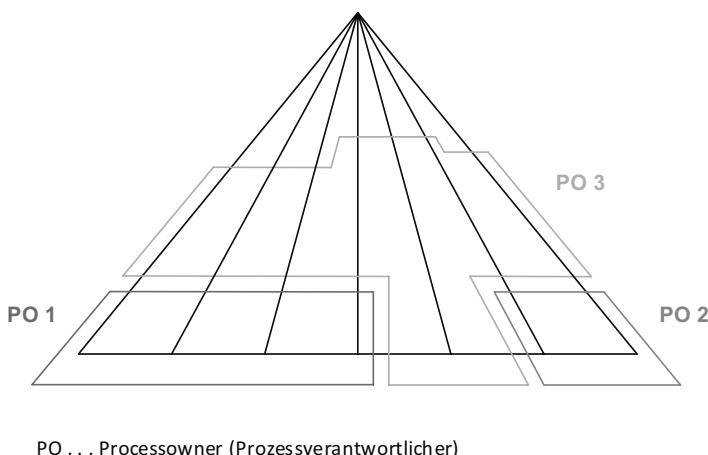
---

<sup>24</sup> vgl. Wagner; Käfer, 2008, S. 11 ff



**Bild 1.11** Prozessorientierte Organisation<sup>25</sup>

Wie in der nachfolgenden Bild 1.12 schematisiert, verantwortet der Prozessverantwortliche die interfunktionale Abdeckung sämtlicher, vorzugsweise operativer, Unternehmensbereiche, die mit dem betrachteten Prozess in Verbindung stehen.



**Bild 1.12** Zuständigkeit des Prozessverantwortlichen

<sup>25</sup> Wagner; Käfer, 2008, S. 12

### 1.2.3 Unternehmensführung

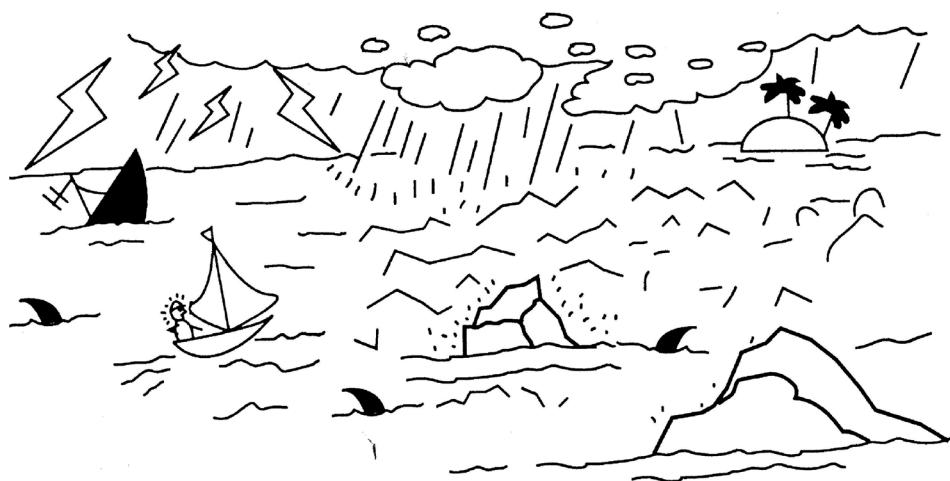
Die beschriebenen Organisationsformen können als Rahmen betrachtet werden, in dem der Vorgang der Unternehmensführung, der ja nichts anderes als ein Entscheidungs- und Problemlösungsprozess ist, abläuft. Unter Führung wird eine personenbezogene Handlung verstanden, bei der eine oder mehrere Personen auf andere Personen einwirken, um bestimmte Ziele zu erreichen. Vor jeder Einwirkung (Anweisung) ist aber die Art der Einwirkung zu entscheiden. War es früher möglich sich bei Entscheidungen allein auf die Intuition zu verlassen, erfordern heute komplexe Vorgänge eine Vorbereitung, in der Informationen aus Unternehmen und Umwelt zunächst gewonnen und anschließend in einem Willensbildungsprozess (Problemlösungsprozess) entscheidungsreif verarbeitet werden.

Der Vorgang der Unternehmensführung lässt sich daher als Folge von

- Informationsgewinnung,
- Willensbildung (Problemlösung),
- Entscheidung,
- Willensdurchsetzung (Anweisung) in
- Richtung bestimmter Ziele

auffassen.

### 1.2.4 Vision, Mission, Werte und Strategie eines Unternehmens<sup>26</sup>



**Bild 1.13** Werte, Vision, Mission

<sup>26</sup> Wagner; Käfer, 2008, S. 26 ff

Grundsätzlich müssen Unternehmen und somit auch deren Mitarbeiter folgenden Punkten auseinandersetzen:

- **Werte:** „Was sind unsere grundsätzlichen Einstellungen?“
- **Vision:** „Wo wollen wir hin?“
- **Mission:** „Wozu sind wir als Organisation da?“

Eine **Vision** drückt kurz und prägnant die Vorstellung aus, wie das Unternehmen in einer erfolgreichen Zukunft aussehen soll. Um die Erwartungen, Bedürfnisse und Ansprüche des Kunden in die Prozesse der Produkt- und Dienstleistungserstellung integrieren zu können, ist es unerlässlich, sie bereits in das „große Bild“ von der Zukunft einfließen zu lassen. Die Frage, die jeder Vision zugrunde liegen soll, muss sich demnach von „Wie sehen wir unser Unternehmen in der Zukunft (in 5 Jahren)?“ zu „Wie sehen unsere Kunden unser Unternehmen in fünf Jahren?“ ändern.

Zeichnet eine Vision ein Bild vom zukünftigen Zustand eines Unternehmens, so ist es die Aufgabe der **Mission**, den Zweck und Grund für dessen Existenz darzulegen. Nach innen transportiert die Mission eine klare Aussage über den Sinn des Handelns im Rahmen der täglichen Arbeit der Mitarbeiter, nach außen erzeugt sie gezielt Erwartungen über Art und Qualität der Leistungserstellung beim Kunden.

Zusammen mit den gemeinsamen **Wertvorstellungen** der im Unternehmen tätigen Menschen sind Vision und Mission die Träger der normativen Ebene. Sie drücken die Richtung, Absichten und Prinzipien des Unternehmens aus und bilden die ideologische Basis, aus der sich sämtliche Unternehmensziele ableiten lassen.

Ausgehend von der generellen Sicht der Vision und Mission ist es Aufgabe der Unternehmensführung, daraus **konkrete Zielvorstellungen** abzuleiten, die in letzter Konsequenz in Maßnahmen münden, die von den Mitarbeitern umgesetzt werden können. **Strategien** und **strategische Ziele** bilden dabei das Bindeglied zwischen normativer und operativer Ebene. Ihre eindeutige Messbarkeit lässt den jeweiligen Grad der Zielerreichung erkennen, wodurch erst ein systematisches Steuern möglich gemacht wird.

**Strategien** erklären, was das Unternehmen langfristig erreichen will, indem sie die wesentlichen Absichten und die Prinzipien ihrer Erreichung definieren. Strategien geben Antwort auf die Fragen:

- Was will das Unternehmen langfristig erreichen?
- Wie will es das erreichen?

Dabei muss besonders auf die unternehmensweite Gültigkeit, die Freiheit von Widersprüchen und die eindeutige Verbindung zu Vision und Mission geachtet werden. Eine Strategie zu haben bedeutet noch nicht, dass sie auch die richtige ist.

Aus jeder Strategie muss sich zumindest ein strategisches Ziel ableiten lassen. Meistens besitzen Strategien Bündel von strategischen Zielen, deren Aufgabe es ist

zu spezifizieren, was mit welchen Mitteln innerhalb welchen Zeitraums erreicht werden soll. **Strategische Ziele** müssen folgenden Ansprüchen gerecht werden:

- Sie müssen eindeutig sein.
- Sie müssen Zustände oder Resultate beschreiben, nicht Tätigkeiten oder Verhalten.
- Sie müssen messbar sein (quantifizierbar).
- Sie müssen einen Erfüllungszeitraum oder -zeitpunkt aufweisen.
- Sie müssen erreichbar sein.

Die Qualität strategischer Ziele definiert sich über ihre Klarheit, Genauigkeit und Messbarkeit. Spätestens zu diesem Zeitpunkt erkennen Unternehmen, ob ihre Strategien in konkrete Handlungen umsetzbar sind und damit in der Realität bestehen können. Genau an dieser Stelle ist die Nahtstelle der normativen zur operativen Ebene einer Organisation – also im Besonderen zum Prozessmanagement.

### 1.2.5 Zieldefinition und -problematik<sup>27</sup>

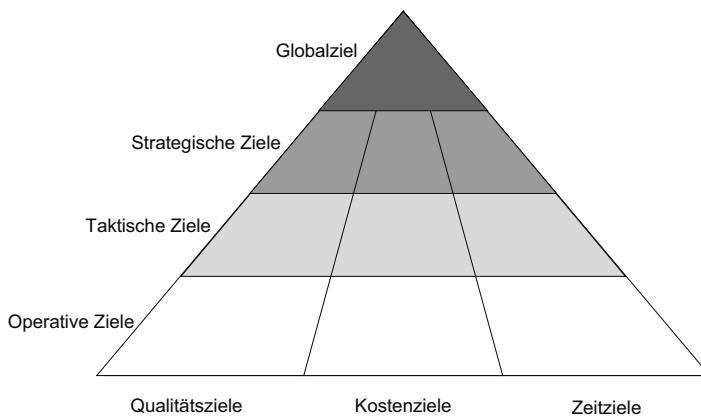
Grundsätzlich ist ein Unternehmen, z. B. in der produzierenden Industrie, bestrebt, Gewinne zu erwirtschaften. Unternehmensziele bilden eine Zielhierarchie an deren Spitze das Globalziel steht. Beim Globalziel (Leitbild) handelt es sich um ein verhältnismäßig abstrakt formuliertes Ziel der Unternehmenspolitik (z. B. langfristige Existenzsicherung durch Erhalt oder Steigerung des Unternehmenswertes, oder Schaffung von nachhaltig wirtschaftenden Produktionen). Ausgehend vom Globalziel lassen sich weitere Unternehmensziele ableiten, die sich wiederum in drei verschiedene Ebenen zuordnen lassen:

- Strategische Ziele: Planungshorizont > 5 Jahre; betrifft Unternehmen
- Taktische Ziele: Planungshorizont 3–5 Jahre; betrifft Unternehmensbereiche
- Operative Ziele: Planungshorizont 1–2 Jahre; betrifft Mitarbeiter

Strategische Ziele sollen bei Entscheidungen über viele Jahre hinweg eine Orientierung bieten. Sie lassen sich im Allgemeinen nicht unmittelbar erreichen. Daher müssen aus den strategischen Zielen taktische und operative Ziele abgeleitet werden. Im Gegensatz zu den strategischen Zielen, die nur durch das gesamte Unternehmen erreicht werden können, sollen taktische und operative Ziele so gewählt werden, dass sie von einzelnen Bereichen bzw. Personen umgesetzt werden können (siehe Bild 1.14).

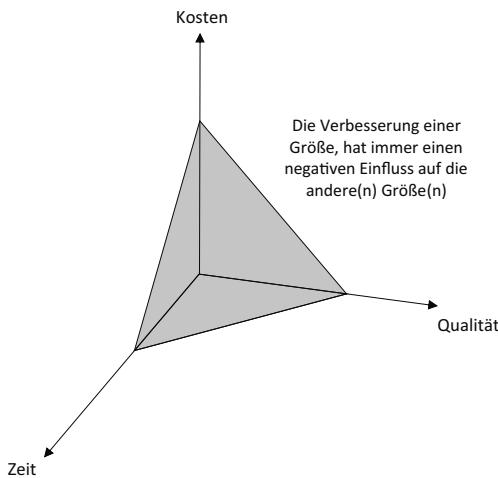
---

<sup>27</sup> vgl. Pfeifer, 2010, S. 78 ff



**Bild 1.14** Prinzipielle Struktur eines Zielsystems<sup>28</sup>

Zusätzlich unterscheidet man auf jeder Ebene des Zielsystems drei Zielarten: Qualitätsziel, Kostenziel und Zeitziel. Diese können nicht gleichzeitig ein Optimum erreichen und müssen daher je nach Situation sorgfältig ausbalanciert werden. In diesem Zusammenhang spricht man auch vom „magischen Dreieck“ (siehe Bild 1.15).



**Bild 1.15**  
Magisches Dreieck<sup>29</sup>

Wie bereits in Abschnitt 1.2.5 erwähnt, müssen in einem Unternehmen meist mehrere Ziele gleichzeitig erreicht werden, d. h. es entstehen unterschiedliche Beziehungen zwischen den einzelnen Zielen:

<sup>28</sup> Pfeifer, 2010, S. 78

<sup>29</sup> Pfeifer, 2010, S. 79

### ■ Konkurrierende Ziele

Diese Zielbeziehung wird auch Zielkonflikt genannt, da die Zielerreichung von Ziel A negative Auswirkung auf das Erreichen von Ziel B hat, d.h. eine gleichzeitige Erfüllung des einen Ziels ist ohne Wirkungseinbußen des anderen Ziels nicht möglich. Wenn bspw. der Verkauf ein breites Sortiment möchte, die Fertigung jedoch hohe Stückzahlen, so handelt es sich um konkurrierende Ziele (siehe Bild 1.16a).

### ■ Komplementäre Ziele

Bei dieser Zielbeziehung unterstützt die Erfüllung von Ziel A gleichzeitig das Erreichen von Ziel B. So ist z.B. eine Umsatzerhöhung meist mit einer Liquiditätsverbesserung verbunden (siehe Bild 16b).

### ■ Neutrale (indifferentie) Ziele

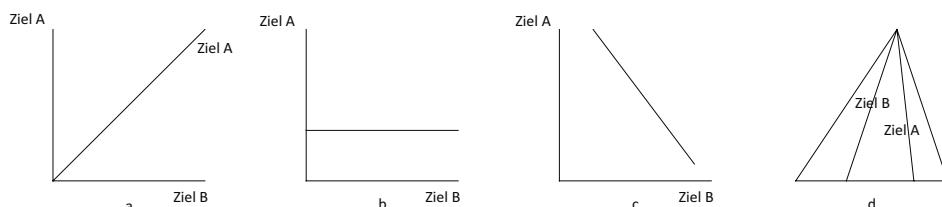
Ziele sind neutral, wenn die Erfüllung von Ziel A das Erreichen von Ziel B nicht beeinflusst. Beide Ziele sind voneinander unabhängig, wie z.B. das Anstreben kurzer Durchlaufzeiten hat nichts mit Personalfluktuation zu tun (siehe Bild 1.16c).

### ■ Ziele stehen im Verhältnis

Zielbeziehungen dieser Art sind entsprechend der Aufbauorganisation des Unternehmens zu sehen (Oberziel – Unterziel bzw. Gesamtziel – Teilziel). Analog zur Pyramide der Stellen gibt es auch eine solche der Ziele. Sind Rentabilität bzw. Liquidität für die Unternehmensführung relevante Oberziele, dann sind für den Leiter der Fertigung Kapazitätsnutzung, Kostenminimierung, Qualitäts- und Termineinhaltung die Teilziele. Für den Lagerleiter sind die Verfügbarkeit der Teile und die Lagerkostenminimierung (konkurrierende) Teilziele (siehe Bild 1.16d).

### ■ Ziel A ist wichtiger als Ziel B

Beispiel: Die Liquidität kann kurzfristig wichtiger sein als Rentabilität. Die Insolvenzstatistik zeigt, dass die häufigste Insolvenzursache Illiquidität ist.



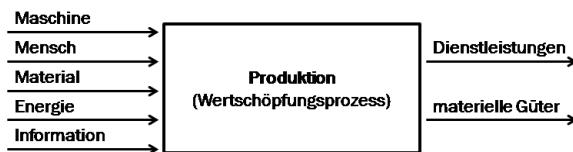
**Bild 1.16** Zielbeziehungen<sup>30</sup>

<sup>30</sup> vgl. Jung, 2009, S. 34

## ■ 1.3 Der Wertschöpfungsprozess

Produktion ist die Kombination von Gütern (Produktionsfaktoren) und Dienstleistungen zum Erzeugen eines anderen Gutes (Produkt). Produktionsfaktoren sind Werkstoffe, menschliche Arbeitskraft, Energie, Informationen und Betriebsmittel.

Werden die Produktionsfaktoren als Input und das Produkt als Output betrachtet, steht dazwischen die sogenannte Aktivität, also die Produktion mit den ihr zugrunde liegenden Technologien. Diese Umwandlung von Gütern erfolgt mit der Zielsetzung, dem Input einen zusätzlichen Wert hinzuzufügen. Es wird auch von „added value“ gesprochen. Der Prozess selbst wird als Wertschöpfung bezeichnet (siehe Bild 1.17).<sup>31</sup>



**Bild 1.17** Produktion als Prozess zur Transformation von Faktoren in Produkte<sup>32</sup>

### ■ Grundlegende Kennzahlen zur Bewertung der Wertschöpfung

„Die Wirtschaftlichkeit ist das Verhältnis eines Ergebnisses (Output) in Wertgrößen (Erlöse, Erträge...) zum Mitteleinsatz (Input) in Wertgrößen (Kosten, Aufwendungen...).“ Basierend auf dem ökonomischen Prinzip geht es im Rahmen der Leistungserstellung darum, so zu handeln, dass der angestrebte Output mit einem Minimum an Input (**Minimalprinzip**) erreicht wird bzw. dass der Output bei gegebenem Input möglichst groß ausfällt (**Maximalprinzip**). Je höher die Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung, desto höher ist die Wertschöpfung bezogen auf den Wert des Inputs. Die Wirtschaftlichkeit drückt die monetär bewertete Ergiebigkeit einer wirtschaftlichen Tätigkeit aus.<sup>33</sup>

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Zielerreichung (Ausbringung, Leistung)} [\text{€}]}{\text{Kosten des Mitteleinsatzes} [\text{€}]} \quad (1.1)$$

Der Erfolg dieser Faktorkombination, also die Relation von Output zu Input, kennzeichnet die Ergiebigkeit eines Prozesses. Die Produktivität und die Rentabilität

<sup>31</sup> vgl. Kistner; Steven, 2009, S. 55

<sup>32</sup> vgl. Kistner; Steven, 2009, S. 55

<sup>33</sup> vgl. Kuhlang, 2010, S. 5

bilität sind (neben der Wirtschaftlichkeit) die zentralen Relationen zur Bestimmung der **Ergiebigkeit**<sup>34</sup>.

$$\text{Ergiebigkeit} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1.2)$$

„Bei der Ermittlung der **Produktivität** gehen in den Zähler des Quotienten Leistungen und in den Nenner des Quotienten der Faktoreinsatz ein. Die Produktivität repräsentiert somit eine leistungsorientierte Ergiebigkeit eines Prozesses.<sup>35</sup>“

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Faktoreinsatz}} \quad (1.3)$$

„Bei der Ermittlung der **Rentabilität** gehen in den Zähler des Quotienten das Finanzergebnis und in den Nenner des Quotienten der Kapitaleinsatz ein. Die Rentabilität repräsentiert somit eine finanzorientierte Ergiebigkeit eines Prozesses.<sup>36</sup>“

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{Finanzergebnis}}{\text{Kapitaleinsatz}} \quad (1.4)$$

Oder:

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Kapital}} \cdot 100\% = \text{Umsatzrentabilität} \cdot \text{Kapitaldrehung} \quad (1.5)$$

$$\text{Umsatzrentabilität} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Umsatz}} \cdot 100\% \quad (1.6)$$

$$\text{Kapitaldrehung} = \frac{\text{Umsatz}}{\text{Kapital}} \quad (1.7)$$

Die Beeinflussungsmöglichkeiten der Rentabilität in Form der bekannten DUPONT-Pyramide dargestellt (siehe entsprechendes Kapitel).

Effizienz ist ein Kriterium, um den Wert einer Produktion zu generieren und Verschwendungen zu vermeiden. Diese ist gegeben, wenn nur durch eine Erhöhung des Aufwands der reale Ertrag erhöht werden kann bzw. eine Minderung des Aufwands eine Reduktion des Ertrags impliziert.<sup>37</sup> Den Zusammenhang zwischen effizienten Kombinationen von eingesetzten Faktoren zur Produktion bezeichnet man als **Produktionsfunktion**.

---

<sup>34</sup> vgl. Kuhlmann, 2010, S. 5

<sup>35</sup> Kuhlmann, 2010, S. 6

<sup>36</sup> Kuhlmann, 2010, S. 6

<sup>37</sup> vgl. Dyckhoff, 2006, S. 142

$$x_j = \phi(r_1, r_2, \dots, r_n) \quad (1.8)$$

Wobei  $r_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) die Faktoreinsatzmenge und  $x_j$  die Ausbringungsmenge darstellt. Die Produktionsfunktion gibt Aufschluss über:

- eine Änderung der Ausbringungsmenge bei Variation einer oder mehrerer Produktionsfaktoren;
- die erforderliche Kombination von Faktoreinsatzmengen um eine bestimmte Ausbringung  $x$  zu erreichen.

Bekannte Produktionsfunktionen sind:

- Leontief-Produktionsfunktion (limitationale Produktionsfunktion)
- Gutenberg-Produktionsfunktion (limitationale Produktionsfunktion)
- Cobb-Douglas-Produktionsfunktionen (substitutionale Produktionsfunktion)

## ■ 1.4 Weitere Begriffsbestimmungen

### 1.4.1 Produktentstehungsprozess (PEP)<sup>38</sup>

Der PEP besteht in seiner ursprünglichen Form aus den Phasen „Produktentwicklung“, „Prozessentwicklung“ sowie „Betrieb und Verbesserung“ und beschreibt somit einen Ordnungsrahmen für das vorliegende Buch. In den unterschiedlichen Phasen werden Ansätze, Methoden und Werkzeuge aus dem Produktions- und/oder Qualitätsmanagement angewandt, um gesetzte Ziele erreichen zu können.

### 1.4.2 Arbeitssysteme<sup>39</sup>

Mit Hilfe von Arbeitssystemen sind beliebig komplexe Arbeitsprozesse beschreibbar, die an einem oder mehreren Arbeitsplätzen vollzogen werden. Sie ordnen sich im Unternehmen als Subsysteme eines Produktionssystems ein, mit deren Hilfe der Produktionsprozess und die daran beteiligten Ressourcen veranschaulicht werden können.

Die Bestimmungsgrößen eines Arbeitssystems sind:

- Aufgabe: Zweck des Arbeitssystems.
- Input: Arbeitsvoraussetzungen in Form von Arbeitsobjekten (z.B. Rohstoffen), Informationen, Energie.

<sup>38</sup> vgl. Kuhlang, 2015

<sup>39</sup> vgl. Bokranz, 2012

- Mensch: Jene Ressource, die Aktionen in Form von Arbeitshandlungen vollzieht.
- Arbeits- oder Sachmittel: Jene Ressource, die Aktionen in Form technischer Operationen vollzieht („Betriebsmittel“).
- Ablauf: Das zeitlich-logische Zusammenwirken von Mensch und Arbeits-/Sachmittel bei der Transformation des Inputs in einen Output.
- Output: Arbeitsergebnisse in Form von Arbeitsprojekten, Informationen, Energie, Abfällen.
- Umwelt: Physikalische, chemische, biologische, aber auch organisatorische und soziale Wirkungsgrößen, die das Systemverhalten und die Eigenschaften der Bestimmungsgrößen, insbesondere der Ressourcen, beeinflussen.

### 1.4.3 Industrial Engineering

Der Begriff Industrial Engineering ist in der Literatur sehr vielfältig beschrieben und umfasst im angelsächsischen Sprachraum unterschiedliche Aspekte des Produktions- und auch Qualitätsmanagements als in der deutschsprachigen Literatur.<sup>40</sup>

Im MTM-Handbuch definieren BOKRANZ und LANDAU Industrial Engineering „für die Planung und Durchführung komplexer Rationalisierungsvorhaben, bei denen typischerweise technische, arbeitswirtschaftliche, organisatorische, betriebswirtschaftliche und juristische Probleme zu lösen sind, mit der Absicht, die Produktivität, Wirtschaftlichkeit oder Rentabilität eines Unternehmens oder seiner Bereiche zu verbessern“. Sie erweitern diese interdisziplinäre Sicht um psychologische, pädagogische und informationswissenschaftliche Fragestellungen und weisen auf die hohe Bedeutung der Betrachtung des gesamten Produktentstehungsprozesses im Industrial Engineering hin.<sup>41</sup>

Diese Sichtweise liegt auch dem vorliegenden Buch zugrunde.

---

<sup>40</sup> vgl. Kuhlang, 2012b

<sup>41</sup> vgl. Bokranz, 2012

# 2

# Grundlagen der Fertigungsorganisation

Die industrielle Entwicklung hat mit zunehmenden Stückzahlen und mit wachsender Vielfalt der Produkte eine große Anzahl von Organisationsformen der Fertigung/Produktion entstehen lassen. Stückzahlen, Vielfalt und Art der Arbeitsteilung sind beispielsweise wichtige Einflussgrößen der Fertigung.

## ■ 2.1 Arbeitsteilung

BÜCHER definierte 1946 in seinem Werk „*Arbeitsteilung und soziale Klassenbildung*“ vier Formen der Arbeitsteilung<sup>1</sup>:

- *Berufsbildung*: Ausgehend von der Arbeitsteilung zwischen Mann und Frau kommt es zur Ausgliederung einzelner Funktionen aus dem Haushalt, die verselbstständigt werden.
- *Berufsspaltung*: Die in sich komplexen Berufe werden nochmals gespalten, z.B. Schmied in Hufschmied, Nagelschmied etc. (Spezialisierung).
- *Arbeitszerlegung*: Zerlegung eines Produktionsprozesses in mehrere, jeweils auf eine Person oder Personengruppe entfallende Teilprozesse. Die Arbeitszerlegung führt evtl. zur Zerlegung eines Betriebes in mehrere Teilbetriebe (Produktionsteilung).
- *Territoriale Arbeitsteilung*: Jedes Gebiet (als Einheit) spezialisiert sich auf die standortmäßig günstigste Produktion.

Im Produktionsmanagement ist hauptsächlich die Form der *Arbeitszerlegung* relevant und wird im Folgenden synonym zum Begriff Arbeitsteilung verwendet.

---

<sup>1</sup> vgl. Bücher, 1946

### 2.1.1 Geschichte der Arbeitsteilung

Die Geschichte des Studiums der menschlichen Arbeit zeigt eindrucksvoll, welche Bedeutung der Arbeitsteilung für die dauernden Produktivitätserhöhungen zu kommt. Drei markante Beispiele seien zitiert:

- **AUGUSTINUS** (4. Jh.) beschreibt die Tätigkeiten in einer Silberschmiede:

*„Ein kleines Gefäß geht, um fertig zu werden, durch die Hände vieler Arbeiter, obwohl es von einem, der seine Kunst vollkommen versteht, hergestellt werden könnte. Aber man glaubt, der Menge der Arbeiter sei am besten gedient, wenn jeder einzelne einen besonderen Teil der Fabrikation schnell und leicht erlerne, damit nicht alle genötigt würden, sich in langer Zeit und mit viel Mühe im ganzen Gebiet des betreffenden Handwerks auszubilden.“*

- **ADAM SMITH** (1723–1790), der Klassiker der Nationalökonomie, schildert in seinem berühmten Buch „An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations“ die Vorteile der Arbeitsteilung anhand des berühmten Beispiels der Stecknadelfertigung:

*„Ein Arbeiter, der noch niemals Stecknadeln gemacht hat und auch nicht dazu angeleert ist (erst die Arbeitsteilung hat daraus ein selbständiges Gewerbe gemacht), so dass er auch mit den dazu eingesetzten Maschinen nicht vertraut ist (auch zu deren Erfindung hat die Arbeitsteilung vermutlich Anlass gegeben), könnte, selbst wenn er sehr fleißig ist, täglich höchstens eine, sicherlich aber keine zwanzig Nadeln herstellen. Aber so, wie die Herstellung von Stecknadeln heute betrieben wird, ist sie nicht nur als Ganzes ein Gewerbe. Sie zerfällt vielmehr in eine Reihe getrennter Arbeitsgänge, die zumeist zur fachlichen Spezialisierung geführt haben. Der eine Arbeiter zieht den Draht, der andere streckt ihn, ein dritter schneidet ihn, ein vierter spitzt ihn zu, ein fünfter schleift das obere Ende, damit der Kopf aufgesetzt werden kann. Auch die Herstellung des Kopfes erfordert zwei oder drei Arbeitsgänge. Das Ansetzen des Kopfes ist eine eigene Tätigkeit, ebenso das Weißglühen der Nadel, ja, selbst das Verpacken der Nadeln ist eine Arbeit für sich. Um eine Stecknadel anzufertigen, sind somit etwa 19 verschiedene Arbeitsgänge notwendig, die in einigen Fabriken jeweils verschiedene Arbeiter besorgen, während in anderen ein einzelner zwei oder drei davon ausführt. Ich selbst habe eine kleine Manufaktur dieser Art gesehen, in der nur 10 Leute beschäftigt waren, so dass einige von ihnen zwei oder drei solcher Arbeiten übernehmen mussten. Obwohl sie nun sehr arm und nur recht und schlecht mit dem nötigen Werkzeug ausgerüstet waren, konnten sie zusammen am Tage doch etwa 12 Pfund Stecknadeln anfertigen, wenn sie sich einigermaßen anstrengten. Rechnet man für ein Pfund über 4000 Stecknadeln mittlerer Größe, so waren 10 Arbeiter imstande, täglich etwa 48 000 Nadeln herzustellen, jede Person also ungefähr 4800 Stück. Hätten sie indes alle einzeln und unabhängig voneinander gearbeitet, noch dazu ohne besondere Ausbildung, so hätte der einzelne gewiss nicht einmal 20, vielleicht sogar keine einzige Nadel am Tag zustande gebracht. Mit*

*anderen Worten, sie hätten mit Sicherheit nicht den zweihundertvierzigsten, vielleicht nicht einmal den vierhundertachtzigsten Teil von dem produziert, was sie nunmehr infolge einer sinnvollen Teilung und Verknüpfung der einzelnen Arbeitsgänge zu erzeugen imstande waren.“*

Adam SMITH führt die enorme Steigerung der Arbeitsmenge, die die gleiche Anzahl von Menschen infolge der Arbeitsteilung zu leisten vermag, auf drei verschiedene Faktoren zurück:

1. „*Die größere Geschicklichkeit jedes einzelnen Arbeiters*“ (gemeint ist hier der Einübungseffekt bei hoher Spezialisierung)
  2. „*Die Ersparnis an Zeit, die gewöhnlich beim Wechsel von einer Tätigkeit zur anderen verloren geht*“ (Übergangszeit im heutigen Sprachgebrauch)
  3. „*Die Erfindung einer Reihe von Maschinen, welche die Arbeit erleichtern, die Arbeitszeit verkürzen und den Einzelnen in den Stand setzen, die Arbeit vieler zu leisten*“.
- **HENRY FORD** (1863–1947) setzte mit der ersten Fließfertigung einen Meilenstein in der industriellen Entwicklung. Der Erfolg wurde im Wesentlichen durch das – damals neuartige – Bestreben erzielt „die Arbeit zu den Arbeitern hinzuschaffen, statt umgekehrt“. Dabei wurden durch Ford's Grundregeln
1. „*Ordne Werkzeuge wie Arbeiter in der Reihenfolge der bevorstehenden Verrichtungen, so dass jeder Teil während des Prozesses der Zusammensetzung einen möglichst geringen Weg zurückzulegen hat.*“
  2. „*Bediene dich der Gleitbahnen oder anderer Transportmittel, damit der Arbeiter nach vollendeter Verrichtung den Teil, an dem er gearbeitet hat, stets an dem gleichen Fleck – der sich selbstverständlich an der handlichsten Stelle befinden muss – fallen lassen kann. Wenn möglich, nutze die Schwerkraft aus, um den betreffenden Teil dem nächsten Arbeiter zuzuführen.*“
  3. „*Bediene dich der Montagebahnen, um die zusammenzusetzenden Teile in handlichen Zwischenräumen an- und abfahren zu lassen.*“

eine „*Verminderung der Ansprüche an die Denktätigkeit des Arbeitenden und eine Reduzierung seiner Bewegungen auf das Mindestmaß*“ erreicht.

Diese Zerlegung der Arbeit in kleinste Elemente („*Der Mann, der den Bolzen eintriebt, setzt nicht gleichzeitig die Schraubenmutter auf; wer die Mutter anbringt, schraubt sie nicht fest.*“) erforderte nur kurze Anlernzeiten und kam der damaligen Struktur der Arbeitnehmer entgegen, denn zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die Schulbildung gering, der Anteil der Einwanderer groß und viele der Beschäftigten waren bürgerlicher Herkunft.

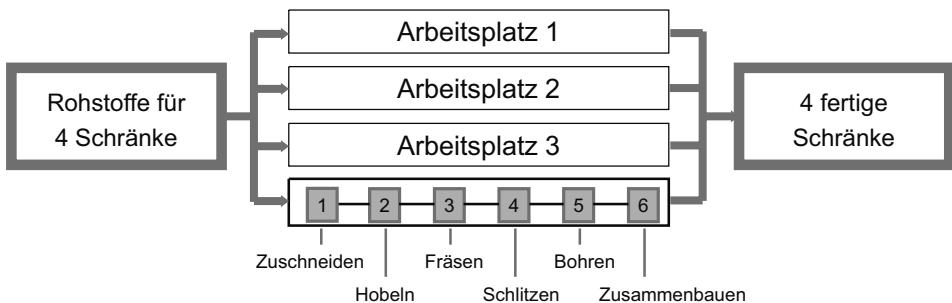
## 2.1.2 Art- und Mengenteilung<sup>2</sup>

Unter Art- bzw. Mengenteilung versteht man die Verteilung eines Arbeitsauftrages nach Art bzw. Menge auf mehrere Menschen.

### 2.1.2.1 Mengenteilung

Mengenteilung ist die Verteilung eines Arbeitsauftrages auf mehrere Menschen derart, dass jeder den gesamten Ablauf an einer Teilmenge ausführt (siehe Bild 2.1).

Beispiel: Herstellung von Schränken. Bei Mengenteilung fertigt jeder Arbeiter an einem Arbeitsplatz einen Schrank, wobei an jedem Arbeitsplatz alle Arbeitsgänge ausgeführt werden.



**Bild 2.1** Mengenteilung

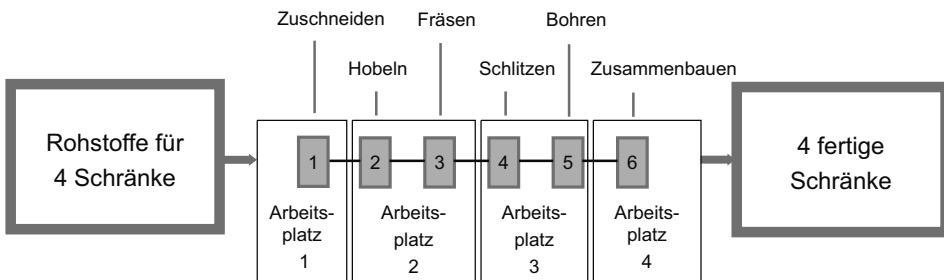
### 2.1.2.2 Artteilung<sup>3</sup>

Artteilung ist die Verteilung eines Arbeitsauftrages auf mehrere Menschen derart, dass jeder einen Teil des Gesamtablaufes eines Auftrages an der Gesamtmenge ausführt (siehe Bild 2.2).

Beispiel: Bei der Artteilung fertigen ebenfalls vier Arbeiter vier Schränke. Die Aufteilung in Zuschneiden, Hobeln, Fräsen, Schlitzen, Bohren, Zusammenbauen erfolgt jedoch so, dass jeder eine andere Art Arbeit an der Gesamtmenge ausführt. Ziel der Artteilung ist es, durch Spezialisierung die Mengenleistung zu erhöhen.

<sup>2</sup> vgl. Göldner, 1964, S. 162

<sup>3</sup> vgl. Göldner, 1964, S. 163



**Bild 2.2** Artteilung

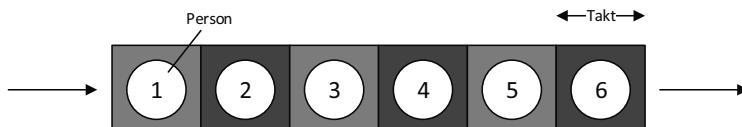
### 2.1.3 Arbeitsstrukturierung<sup>4</sup>

Da die fortschreitende Zerlegung des Produktionsprozesses den einzelnen Arbeitnehmern immer geringere Möglichkeiten zur persönlichen Entfaltung ließ, ist eine Gegenbewegung gegen diesen **Taylorismus** bzw. **Fordismus** entstanden, deren Oberbegriff Arbeitsstrukturierung lautet.

Unter Arbeitsstrukturierung wird Humanisierung mit dem Ziel verstanden, dass „bei Erhalt oder Steigerung der Leistung die Arbeitsinhalte möglichst mit den Fähigkeiten und Zielen des einzelnen Mitarbeiters übereinstimmen“.

Verschiedene Maßnahmen der Arbeitsstrukturierung werden anhand möglicher Umorganisationen einer Fließfertigung in den folgenden Abbildungen gezeigt. Gemeinsames Kennzeichen der Maßnahmen ist das Rückgängigmachen extremer Arbeitsteilung (im REFA-Sprachgebrauch durch Übergang von Artteilung auf Mengenteilung).

„Konventionelles Fließband“



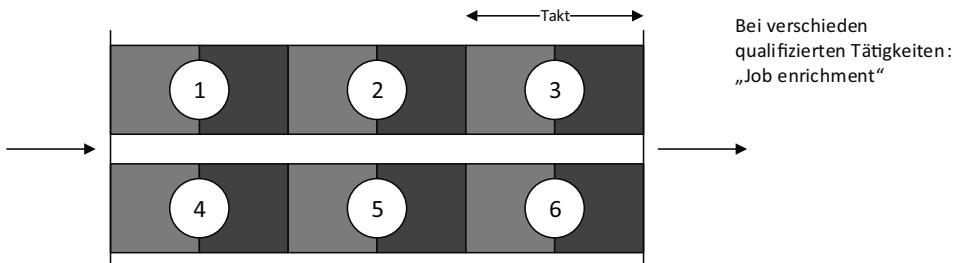
**Bild 2.3** „Konventionelle“ Fließfertigung

Ausgehend von einer „konventionellen Fließfertigung“ bestehend aus 6 Stationen mit weitest gehender Arbeitsteilung, wird durch Einrichtung von 2 parallelen Lini en mit je 3 Arbeitsplätzen eine Arbeitserweiterung (**job enlargement**) vorgenommen (siehe Bild 2.4). Hierbei haben sich gegenüber der konventionellen Fließ-

<sup>4</sup> vgl. Schlick, 2010, S. 506 ff

fertigung die Taktzeit und die Zahl der Tätigkeiten je Person verdoppelt und die je Person bearbeitete Menge halbiert.

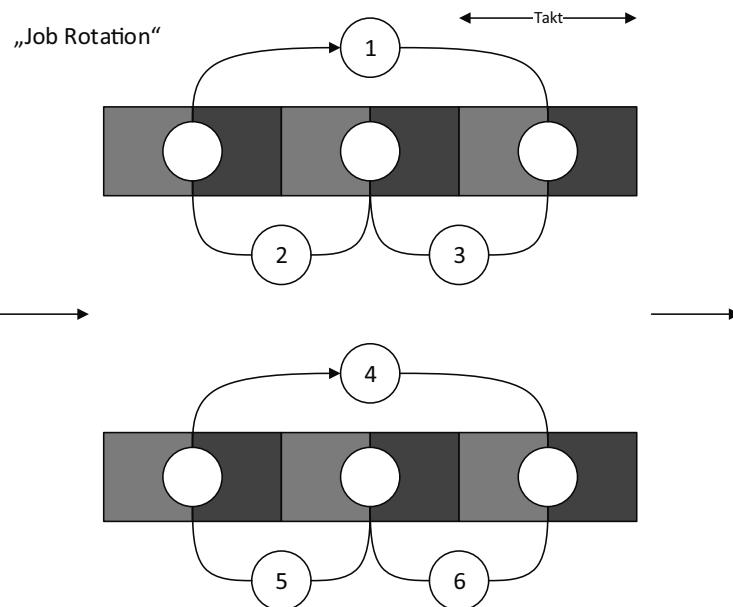
„Job enlargement“



**Bild 2.4** Job enlargement

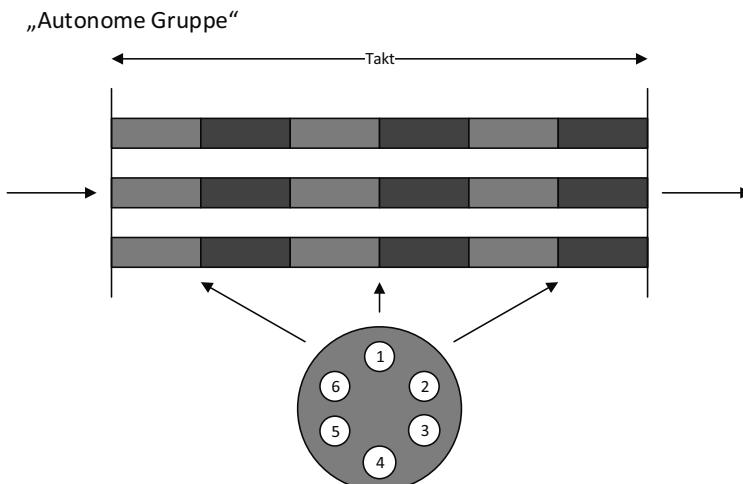
Ist diese Arbeitserweiterung durch Zusammenfassung verschieden qualifizierter Tätigkeiten zustande gekommen, kann gleichzeitig von Arbeitsbereicherung (**job enrichment**) gesprochen werden.

Ein zusätzlicher regelmäßiger Arbeitsplatzwechsel (**job rotation**) bewirkt eine Ausdehnung des Tätigkeitsspielraumes gegenüber der konventionellen Fließfertigung auf das 6-fache (siehe Bild 2.5).



**Bild 2.5** Job rotation

Sind der Wechsel und überhaupt die Art der Zusammenarbeit nicht reglementiert, wird von einer **autonomen Arbeitsgruppe**, der Organisationsform mit maximalem Handlungsspielraum gesprochen (siehe Bild 2.6).



**Bild 2.6** Autonome Gruppe

## ■ 2.2 Fertigungstypen<sup>5</sup>

Das Merkmal Fertigungstyp, oft auch Prozesstyp oder Fertigungsart genannt, charakterisiert die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Produktionsprozess. Als maßgebende Kriterien zur Differenzierung des Merkmals dienen die durchschnittliche Auflagenhöhe der Erzeugnisse (Losgröße) und die durchschnittliche Wiederholhäufigkeit der Erzeugnisse pro Jahr (Auflagefrequenz). Folgende grundlegende Fertigungstypen werden unterschieden:

- Einzelfertigung (Prozesstyp 3)
- Serienfertigung (Prozesstyp 2)
- Massenfertigung (Prozesstyp 1)

Der Fertigungstyp hat einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der gesamten Produktion, so zum Beispiel auf die Anordnung der Arbeitsplätze, ihre Verkettung, den Materialfluss, die Möglichkeit zur Mechanisierung und Automatisierung und vielem mehr. Die folgende Bild 2.7 stellt einen Vergleich der wichtigsten Fertigungstypen hinsichtlich verschiedener Kriterien dar.

<sup>5</sup> vgl. Luger; Geisbüsch; Neumann, 1999, S. 121 ff

| Merkmale \ Fertigungstyp     | Einzelfertigung              | Serienfertigung                      | Massenfertigung                               |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---|
| Stückzahl                    | keine Wiederholung           | begrenzte Wiederholung               | unbegrenzt Wiederholung                       |
| Stückkosten                  | hoch                         | niedrig durch Kostendegression       | minimal durch hohe Kostendegression           |
| Mitarbeiterqualifikation     | vorwiegend Facharbeiter      | Facharbeiter und angelernte Arbeiter | vorwiegend angelernte und ungelernte Arbeiter |
| Maschinen                    | Universalmaschinen           | Universal- und Spezialmaschinen      | vorwiegend Spezialmaschinen                   |
| Automatisierungsgrad         | sehr niedrig                 | mittel                               | sehr hoch                                     |
| Flexibilität                 | sehr hoch                    | begrenzt                             | sehr gering                                   |
| Produktvorgabe               | auftragsorientiert           | programm- und auftragsorientiert     | programmorientiert                            |
| Produktions-standardisierung | keine                        | möglich                              | hoch  |
| Aufwand für PPS              | hoch                         | mittel                               | gering  |
| Anwendungsgebiete            | Großmaschinenbau, Schiffsbau | PKW-Produktion                       | Normteile, Tabakindustrie                     |

**Bild 2.7** Vergleich der wichtigsten Fertigungstypen

In Unternehmen herrscht oftmals die Meinung, dass die Organisation der Fertigung/Produktion in allen Bereichen an den Kriterien der Einzelfertigung orientiert werden muss, weil sich die produzierten Endprodukte in verschiedenen Details unterscheiden und somit den Charakteristika der Einzelfertigung entsprechen.

Betrachtet man die Aufträge im Detail, so wird häufig deutlich, dass viele Aufträge nur marginale Unterschiede aufweisen. Viele, oftmals wichtige Baugruppen sind in jedem oder in vielen Aufträgen identisch vorhanden. Für die Produktion solcher Baugruppen kann so nicht von Einzelfertigung gesprochen werden. In solchen Fällen ließen sich alternative Fertigungstechniken mit höherem Automatisierungsgrad einsetzen, wodurch Herstellungskosten gesenkt werden können.

An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Entscheidung, welcher Fertigungstyp vorliegt, nicht pauschal auf Fertigprodukt-Ebene getroffen werden kann, wenn die Produktionsbereiche neu gestaltet werden sollen. Aus dieser Erkenntnis lassen sich in vielen Fällen erhebliche Rationalisierungspotenziale ableiten.

## 2.2.1 Einzelfertigung

Die Einzelfertigung zeichnet sich dadurch aus, dass die Produkte nur einmal oder in nur sehr geringer Auflagenhöhe produziert werden. Eine Wiederholung der Leistungserstellung gleicher oder fast gleicher Erzeugnisse findet nicht statt. Zwar kann später dasselbe Produkt noch einmal produziert werden, doch liegt hier

eigentlich keine Wiederholung des Produktionsprozesses vor, da die Wiederholung des Prozesses nicht planbar ist und der Prozess neu geplant werden muss.

## 2.2.2 Serienfertigung

Die Serienfertigung kennzeichnet sich durch die wiederholte Produktion ein und desselben Produkts. Der Produktionsprozess ist aber im Gegensatz zu der Massenfertigung durch die zu produzierende Stückzahl begrenzt. Abhängig von der Größe der Serie (Klein- oder Großserie) erfolgt von Zeit zu Zeit eine Umstellung der Produktionsanlage auf neue Produkte oder Produktvarianten.

Für die Definition der Serienfertigung ist insbesondere die Bestimmung der Seriengröße problematisch. Es hat sich herausgestellt, dass firmenspezifisch unterschiedliche Vorstellungen herrschen, was unter einer Klein- oder einer Großserie zu verstehen ist. Für einen Kfz-Hersteller sind beispielsweise 1000 Fahrzeuge eine Kleinserie. Hingegen können in der Baumaschinenbranche 1000 verkaufte Einheiten bereits eine Großserie darstellen.

### 2.2.2.1 Reine Serienfertigung

Von reiner Serienfertigung spricht man, wenn Produkte, zwischen denen eine partielle Übereinstimmung im Produktionsprozess besteht, zu großen Stückzahlen zusammengefasst werden, um die Fertigung zu vereinheitlichen (z.B. Produktion von PKW vor 30 Jahren).

### 2.2.2.2 Variantenreiche Serienfertigung

Aufgrund steigender Kundenanforderungen ist die heutige Produktionslandschaft von variantenreicher Serienfertigung sehr stark geprägt. Sämtliche kundenspezifischen Anforderungen müssen heutzutage mit flexiblen und wandlungsfähigen Ressourcen gefertigt werden können. Früher hat Henry Ford sein „Modell T“ in Massenproduktion (siehe unten) auf einer darauf 100% abgestimmten Produktionslinie fertigen lassen. Heutzutage existieren real mehrere Millionen Möglichkeiten an Konfigurationen des kundenindividuellen Automobils, das auf ein und derselben Linie gefertigt werden muss. Dementsprechend steigen die Anforderungen an Organisation, Personal und Abläufe, um trotzdem qualitativ hochwertige Erzeugnisse produzieren zu können.

Diese Entwicklung, die auch kleinere Losgrößen je Variante mit sich bringt, kann auf sämtliche Branchen und Geschäftsmodelle übertragen werden. Unternehmen müssen in der Lage sein, mit den auftretenden Schwierigkeiten umgehen zu können und diese erfolgreich meistern. Ansonsten ist ein Scheitern vorprogrammiert.

### **2.2.2.3 Sortenfertigung**

Im Gegensatz zur reinen Serienfertigung werden bei der Sortenfertigung gleiche Rohmaterialien zugrunde gelegt. Die verschiedenen Sorten können auf denselben Produktionsanlagen mit minimalen produktionstechnischen Umstellungen produziert werden (z.B. Produktion von Schuhen).

### **2.2.2.4 Chargenfertigung**

Kennzeichen der Chargenfertigung sind sich ständig ändernde Ausgangsbedingungen, die das Produktionsergebnis von Charge zu Charge unterschiedlich ausfallen lassen. Als Charge wird jene Menge bezeichnet, die in einem Produktionsvorgang hergestellt wird. Während die Produktqualität innerhalb der Charge konstant ist, ergeben sich Abweichungen im Vergleich mit anderen Chargen (z.B. Einfärben von Textilien, Weinproduktion).

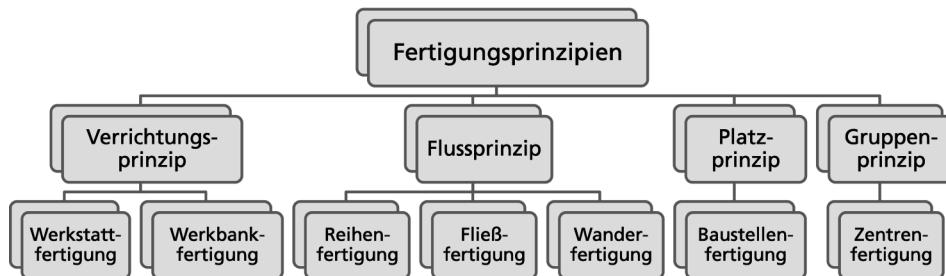
## **2.2.3 Massenfertigung**

Eine Massenfertigung liegt vor, wenn die Erzeugnisse in sehr hohen Stückzahlen ununterbrochen auf den gleichen Betriebsmitteln und immer in derselben Reihenfolge der Arbeitsschritte produziert werden. Der Unterschied zur Serienfertigung liegt in der Absicht, ein Erzeugnis zeitlich und mengenmäßig „unbegrenzt“ herzustellen (z.B. Normteile).

## **2.2.4 Kontinuierliche Fertigung oder Prozessfertigung**

Kennzeichnend für diesen Fertigungstyp ist, dass das fertige Erzeugnis nicht in Stück abzählbar ist. Dies gilt sowohl für feste, flüssige als auch gasförmige Medien, z.B. Papierindustrie, Erdölindustrie. Der Output kann demzufolge in [kg], [ $m^3$ ], [ $m^2$ ] usw. je Zeiteinheit gemessen und angegeben werden.

## ■ 2.3 Fertigungsprinzipien<sup>6</sup>



**Bild 2.8** Einteilung der Fertigungsprinzipien

Unter dem Begriff **Fertigungsprinzip** (in der Literatur werden auch die Begriffe „Produktionsprinzipien“ und „Produktionsform“ verwendet) versteht man die räumliche Anordnung und die zeitliche Bindung der Produktionsmittel zueinander, die Einbindung des Menschen und die Art des Durchlaufs der Werkstücke durch die Produktion. Die Festlegung des Fertigungsprinzips hat entscheidenden Einfluss auf die Materialdurchlaufzeiten sowie den Koordinationsaufwand für die Sicherstellung eines optimalen Produktionsablaufs.

Es gilt eine Produktionsform zu wählen, die folgende Faktoren im Unternehmen optimiert:

- Hohe Kapazitätsauslastung
- Minimierung der Lagerbestände
- Verringerung der Durchlaufzeiten
- Hohe Termintreue
- Kundenorientierte Problemlösung

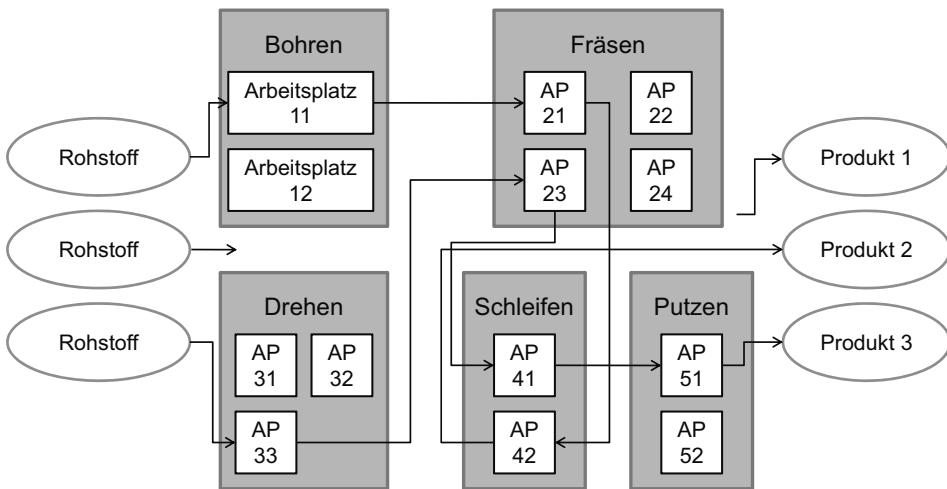
### 2.3.1 Verrichtungsprinzip

#### 2.3.1.1 Werkstattfertigung

Die Werkstattfertigung funktioniert nach dem Verrichtungsprinzip. Arbeitssysteme mit gleichen oder gleichartigen Tätigkeiten werden in den Betrieben räumlich zusammengefasst (siehe Bild 2.9). Dabei handelt es sich im Grunde ebenfalls um Einzelplatzarbeit, mit dem Unterschied, dass die Werkstattfertigung durch das Vorherrschen der Maschine bestimmt wird (wird auch als **maschinelle Werkbankfertigung** bezeichnet). Zwischen den verschiedenen Werkstätten wandert

<sup>6</sup> vgl. Bühner, 2004, S. 237ff; Lödding, 2008, S. 95ff

das Material ohne einheitlichen Fluss hin und her. Da die Bearbeitungszeiten meist sehr stark variieren können, kommt es zu Stauungen vor den Maschinen.



**Bild 2.9** Schema einer Werkstattfertigung

Aufgrund der oben genannten Probleme wird die Werkstattfertigung vorwiegend zur Produktion leicht zu fördernder und lagernder Einzelteile und zur Produktion von Kleinserien eingesetzt.

Vorteile:

- Hohe Anpassungsfähigkeit bei Absatzschwankungen
- Hohe Flexibilität bezüglich Änderung der Art und Menge des Produktionsprogramms
- Hohe Flexibilität bezüglich Änderung der Produktionsabläufe
- Hohe Produktivität an den einzelnen Arbeitsplätzen durch Spezialisierung
- Motivationsgrundlage für Arbeiter durch interessante und abwechslungsreiche Tätigkeiten
- Geringe Störanfälligkeit bei Betriebsmittel- oder Personalausfall, da auf andere Maschinen ausgewichen werden kann
- Geringe Störanfälligkeit bei Materialzufuhrproblemen, da jedes Arbeitssystem bei Lieferschwierigkeiten mit der Ausführung anderer Aufträge betraut werden kann
- Geringerer Kapitalbedarf im Vergleich zum Flussprinzip
- Möglichkeit der Selbstbestimmung des Arbeitstemplos durch den Arbeiter nach momentaner Leistungsfähigkeit, Motivation und Disposition
- Möglichkeit der Einzel- und Serienfertigung

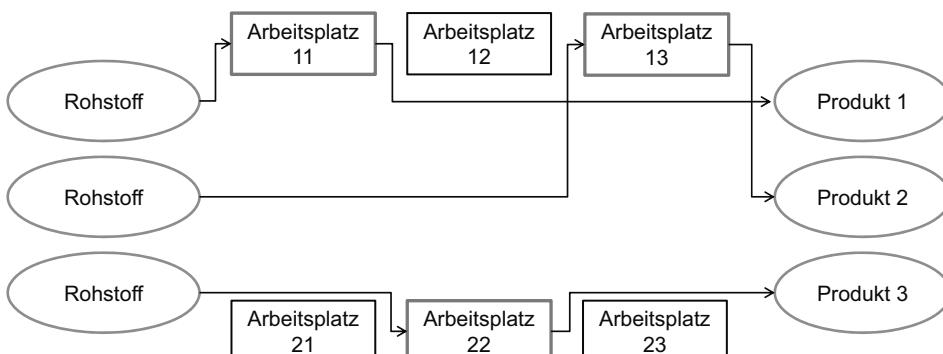
Nachteile:

- Zeitlich lückenlose Abstimmung der Arbeitsgänge und Arbeitsgangfolgen für mehrere Erzeugnisse gleichzeitig ist nicht möglich, weil dadurch auf der einen Seite Engpässe und auf der anderen Seite Überkapazitäten entstehen würden
- Häufiges Umrüsten der Maschinen erforderlich und dadurch bedingte schlechte Betriebsmittelauslastung
- Lange Lagerzeiten, hoher Lagerraumbedarf und daraus resultierende hohe Lagerkosten bzw. hohe Kapitalbindung
- Lange Durchlaufzeiten (betragen in der Regel ein Vielfaches der Bearbeitungszeit) und meistens mangelnde Liefertreue
- Unübersichtliche Materialflüsse und allgemein schlechte Transparenz
- Lange Transportwege und daraus resultierend hohe Transportkosten
- Hoher Steuerungsaufwand (sowohl in der Produktion als auch beim Transport) durch unübersichtlichen Produktionsablauf
- Hohe Qualifikation der Mitarbeiter notwendig
- Meistens hohe Qualifikation der Mitarbeiter notwendig

### 2.3.1.2 Werkbankfertigung

Das Kennzeichen der Werkbankfertigung ist die Einzelplatzarbeit mit isolierten Arbeitsplätzen (siehe Bild 2.10). Es wird mit Handwerkzeugen, Kleinmaschinen und Vorrichtungen gearbeitet. Alle erforderlichen Betriebsmittel müssen im Griffbereich des Arbeiters angeordnet sein.

Die Werkbankfertigung wird vorwiegend im Handwerksbereich ohne großen Maschinenaufwand zur Herstellung von Einzelstücken angewandt. In der Industrie wird die Werkbankfertigung hauptsächlich in Reparaturabteilungen und Hilfsbetrieben wie Werkzeugbau und Modelltischlerei angewandt.

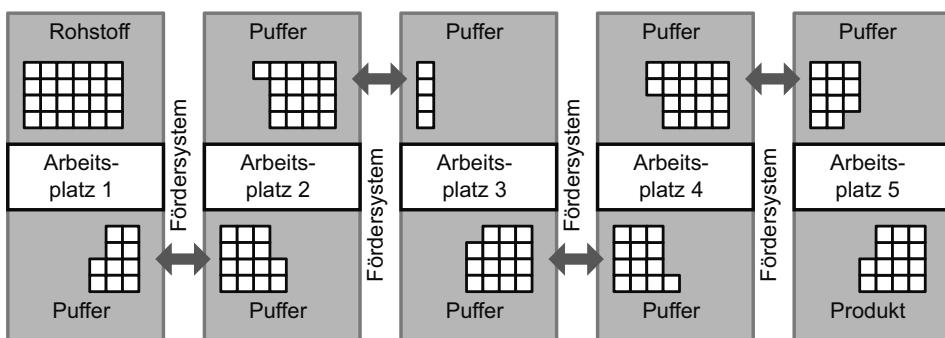


**Bild 2.10** Schema der Werkbankfertigung

## 2.3.2 Flussprinzip

### 2.3.2.1 Reihenfertigung

Die Reihenfertigung funktioniert nach dem **Flussprinzip**. Die Arbeitsplätze sind nach der geplanten Reihenfolge des Arbeitsablaufes angeordnet, allerdings gibt es keine exakte zeitliche Abstimmung der einzelnen Arbeitsplätze, sondern nur eine gewisse Harmonisierung des Arbeitsablaufes in Form einer groben Leistungsabstimmung. Die Weitergabe der Werkstücke zum nachfolgenden Arbeitsplatz erfolgt nicht in einem bestimmten Rhythmus. Zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen sind unregelmäßig große Vorratspuffer eingerichtet (siehe Bild 2.11).



**Bild 2.11** Schema der Reihenfertigung

Die Reihenfertigung wird angewandt, wenn Fließfertigung zwar erwünscht, aber wegen der Unmöglichkeit einer genauen zeitlichen Abstimmung nicht realisiert werden kann (z.B. bei häufigem Typenwechsel). Die Haupteinsatzgebiete des Flussprinzips sind die Vorfertigung und Montage in der Serien- und Massenfertigung.

Vorteile:

- Transparenter Materialfluss
- Kürzere Förderwege
- Gute Betriebsmittelauslastung
- Größere Flexibilität als die Fließfertigung bei eventuellen Umstellungen der Erzeugnisse
- Kostenvorteile durch Spezialisierung der Arbeitsplätze auf bestimmte Zwecke
- Einfache Kontrolle der Produktion

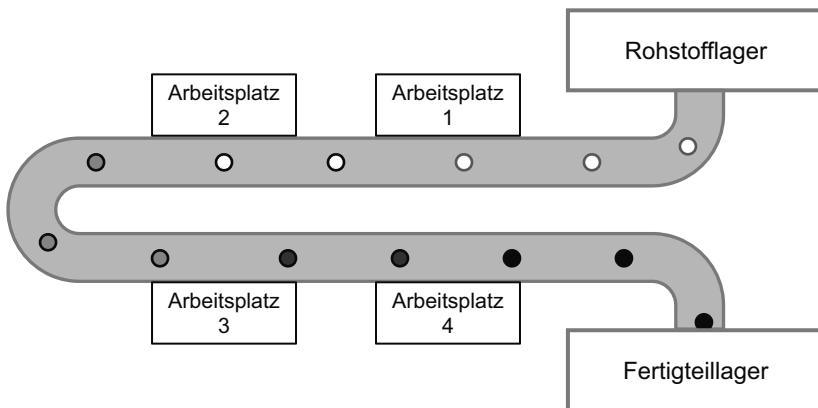
Nachteile:

- Verlangt große Mengen und eine gewisse Gleichmäßigkeit der Produkte
- Störanfälligkeit des Gesamtarbeitssystems nimmt zu
- Betriebsmittel müssen stationiert werden
- Nur für große Stückzahlen geeignet

### 2.3.2.2 Fließfertigung

Sie ist eine zeitlich und räumlich streng taktgebundene Folge von Arbeitsgängen mit genauer Leistungsabstimmung, ohne Zwischenstapel und nur begrenzten Puffermöglichkeiten. Im Idealfall ist ein glatter Materialdurchlauf mit ständiger – höchstens durch eventuelle kurze Förderzeiten unterbrochener – Bearbeitung möglich (siehe Bild 2.12). Folgende zwei Arten der Fließfertigung werden unterschieden:

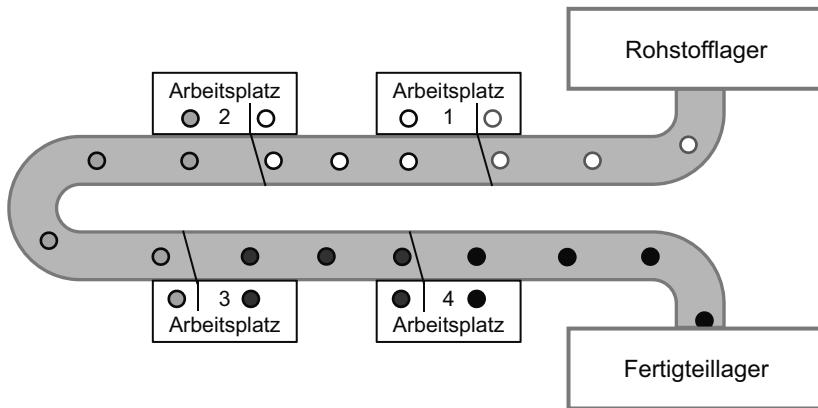
- **Fließband:** Linie, an der die Bearbeitung der Werkstücke durch Arbeiter erfolgt.
- **Fließstraße:** Linie, an der starr verkettete Maschinen die Werkstücke bearbeiten.



**Bild 2.12** Schema der Fließfertigung

Nach der Verknüpfung von Arbeits- und Transportabschnitten werden drei Typen der Fließfertigung unterschieden:

- **Kontinuierliche Fließfertigung:** Die Bearbeitung der Arbeitsgegenstände erfolgt während des Durchlaufs, also am bewegten Objekt.
- **Taktmäßige Fließfertigung:** Bei dieser Anordnung wird am stehenden Objekt gearbeitet. Nach Ablauf der Taktzeit werden die Arbeitsgegenstände zum nächsten Arbeitsplatz transportiert oder weitergegeben.
- **Fließfertigung mit feststehenden Arbeitsplätzen:** Der Arbeitsgegenstand wird bei jeder Station vom Fördermittel an den Arbeitsplatz gebracht, und nach Beendigung der Bearbeitungen vom Arbeiter, von einem Handhabungsgerät oder von der Bearbeitungsmaschine wieder auf das Transportmittel (z. B. Förderband) gelegt. Die Materialzuführung kann durch Schieber und Abweiser selbstdäig erfolgen. Dadurch ist es möglich, an jedem Arbeitsplatz einen kleinen Zwischenpuffer zu schaffen. Durch diese Puffer wird die Fließarbeit elastischer und einige der Nachteile der Fließfertigung fallen weg (siehe Bild 2.13).



**Bild 2.13** Schema der Fließfertigung mit feststehenden Arbeitsplätzen

Zur Anwendung kommt die Fließfertigung am häufigsten in der kundenanonymen Großserienfertigung bzw. Massenfertigung von konstruktiv ausgereiften, standardisierten Produkten. Insbesondere die vollautomatische Verkettung einzelner Arbeitsstationen setzt voraus, dass das Produkt vollständig automatisch handhabbar ist.

#### Vorteile:

- Hohe Transparenz der Produktion und übersichtlicher Materialfluss
- Kurze Durchlaufzeiten
- Geringe Bestände (geringe Kapitalbindungskosten, geringer Lagerplatzbedarf)
- Geringe Transportkosten
- Hohe Kapazitätsauslastung
- Hohe Raumnutzung
- Geringe Personalkosten
- Störungen sind sofort sichtbar
- Geringer Produktionsplanungs- und -steuerungsaufwand
- Einfache Kontrolle

#### Nachteile:

- Mangelnde Flexibilität gegenüber Nachfrageschwankungen
- Mangelnde Flexibilität gegenüber Änderungen des Produktionsablaufs
- Hohe Störanfälligkeit und -empfindlichkeit
- Bei einem Maschinenausfall steht die gesamte Produktion still
- Hoher Planungsaufwand
- Hoher Investitionsaufwand
- Hohe Auslastung erforderlich

- Maschinen müssen stationiert werden
- Nur für große Stückzahlen geeignet
- Monotonie am Arbeitsplatz (Beanspruchung, Motivation, Aufmerksamkeit)

### 2.3.2.3 Wanderfertigung

Die Wanderfertigung wird zum Beispiel im Straßenbau, Gleisbau, Rohrleitungsbau angewandt. Dabei handelt es sich um einen Sonderfall des Flussprinzips, wobei das Werkstück fest ist und die Stationen sich entlang des Werkstücks bewegen (Bild 2.14).

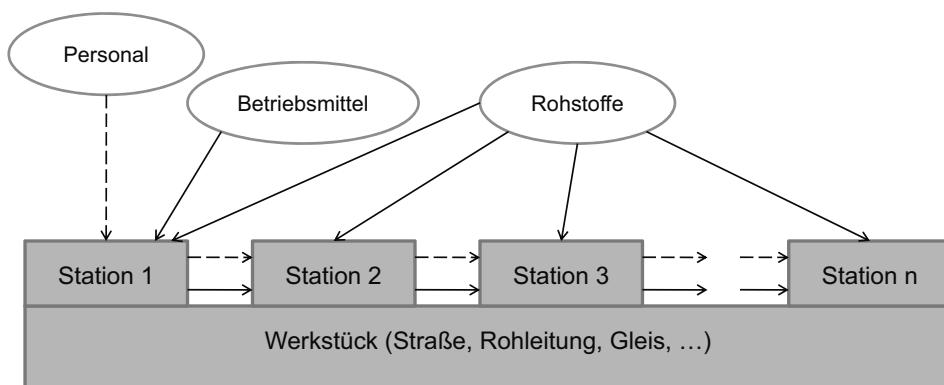
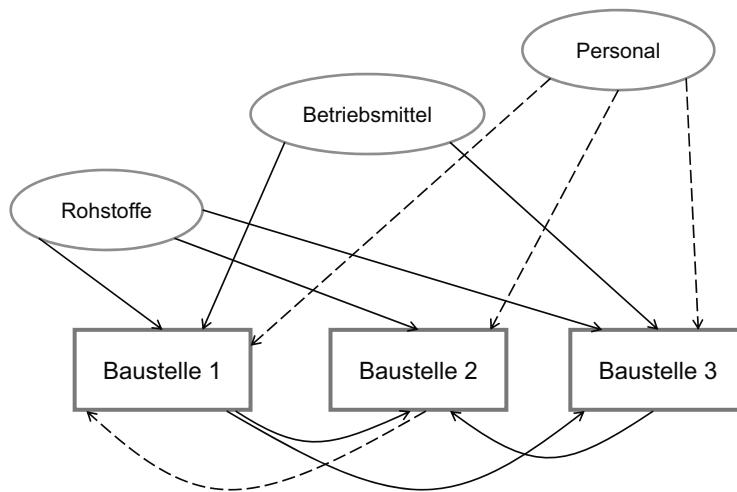


Bild 2.14 Schema der Wanderfertigung

### 2.3.3 Platzprinzip – Baustellenfertigung

Die Baustellenfertigung weist einen wesentlich anderen Charakter auf als die übrigen Fertigungsprinzipien, da der Arbeitsgegenstand ortsbunden ist. Dadurch müssen die Menschen und Betriebsmittel sowie die Rohstoffe und Werkstoffe zum Platz des herzustellenden Arbeitsgegenstandes gebracht werden (siehe Bild 2.15).



**Bild 2.15** Schema der Baustellenfertigung

Die Baustellenfertigung wird vorwiegend in der Baubranche, im Großmaschinenbau, im Anlagenbau, bei Instandhaltungsarbeiten und bei ähnlichen Arbeiten, bei denen das fertige Erzeugnis nicht transportiert werden kann oder soll, angewandt.

Vorteile:

- Produkt muss nicht transportiert werden (wenn es am Einbauort produziert wird)
- Keine Beschädigung des Produkts durch Transport (wenn es am Einbauort produziert wird)
- Gute Anpassungsfähigkeit bei Störungen und Änderungen
- Reihenfolge der Arbeitsgänge in der Regel leicht änderbar
- Hohe Verwendungsvielfalt der Betriebsmittel bei Universalität des Maschinenparks

Nachteile:

- Hoher Transportaufwand, da alle Produktionsmittel auf die Baustelle transportiert werden müssen
- Hoher Transportaufwand für das Fertigprodukt (wenn es transportiert werden muss)
- Hoher Steuerungsaufwand
- Schlechte Betriebsmittelauslastung